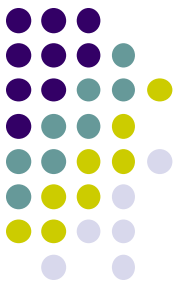




LEVEGŐHIGIÉNE

Dr. Kaszab Edit, egyetemi docens

A LEVEGŐHIGIÉNE FOGALMA



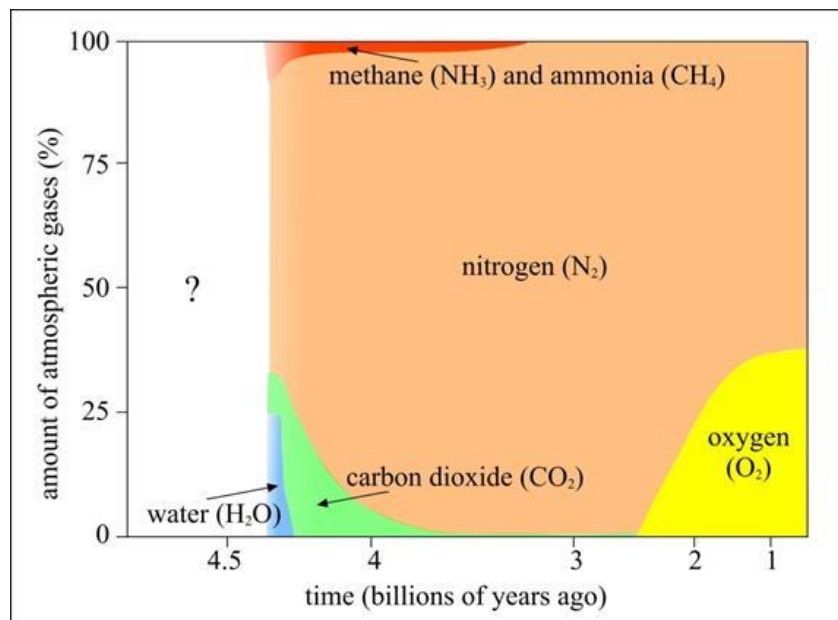
- Az a tudományág, amely egészségünk megvédésének, a betegségek elkerülésének a levegővel kapcsolatos kérdéseit tanulmányozza
- Levegőhigiénés tevékenységek:
 - A levegő minőségének vizsgálata
 - A levegőminőség hatásának vizsgálata
 - Alkalmazott levegőhigiéne

A levegő összetétele



- Állandó összetevők: nitrogén (78%), oxigén (21%), argon (0,93%), széndioxid (0,03%)
- Nyomanyagok:
nyomgázok és aeroszolok
csekély mennyiség, fontos szerep
Mennyiségük jellemző lehet az adott területre,
magasságra, légtömegek eredetére stb.
- Aerodiszperz rendszer
- Névleges molekulatömeg: 28,973 g/mol

A levegő összetétele



Chemical species		Concentration	Residence time	Sources					
Name	Formula			Biospheric	Anthropogenic	Photochemical	Volcanic	Radiogenic	Other
Nitrogen	N ₂	78.084%	1.6×10 ⁷ years	✓			✓		
Oxygen	O ₂	20.946%	3×10 ³ –10 ⁴ years	✓					
Argon	Ar	0.934%						✓	
Water vapour*	H ₂ O	0–4% (0–40 000 ppm)	10 days	✓	✓	✓	✓		(1)
Carbon dioxide	CO ₂	3.94×10 ⁻² % (394 ppm)	20–150 years	✓	✓	✓	✓		
Neon	Ne	1.818×10 ⁻³ % (18.18 ppm)					✓?		
Helium	He	5.24×10 ⁻⁴ % (5.24 ppm)	10 ⁷ years					✓	
Methane	CH ₄	1.79×10 ⁻⁴ % (1.79 ppm)	10 years	✓	✓				
Krypton	Kr	1.14×10 ⁻⁴ % (1.14 ppm)						✓	
Hydrogen	H ₂	5.3×10 ⁻⁵ % (0.53 ppm)	2 years	✓	✓				(2)
Nitrous oxide	N ₂ O	3.25×10 ⁻⁵ % (0.325 ppm)	150 years	✓	✓				
Carbon-monoxide	CO	5–25×10 ⁻⁵ % (0.05–0.25 ppm)	0.2–0.5 year	✓	✓				
Xenon	Xe	8.7×10 ⁻⁶ % (0.087 ppm)							
Ozone	O ₃	1–5×10 ⁻⁶ % (0.01–0.05 ppm)	weeks - months				✓		
Nitrogen-dioxide	NO ₂	0.1–5×10 ⁻⁷ % (0.001–0.05 ppm)	8–10 days	✓	✓	✓			
Ammonia	NH ₃	0.01–1×10 ⁻⁷ % (0.0001–0.01 ppm)	~5 days	✓	✓				
Sulphur-dioxide	SO ₂	0.003–3×10 ⁻⁷ % (0.03–30×10 ⁻³ ppm)	~2 days	✓	✓	✓			
Hydrogen-sulphide	H ₂ S	0.01–6×10 ⁻⁸ % (0.01–0.6×10 ⁻³ ppm)	~0.5 day	✓	✓		✓		

A levegő összetétele



Fontosabb vegyületek:

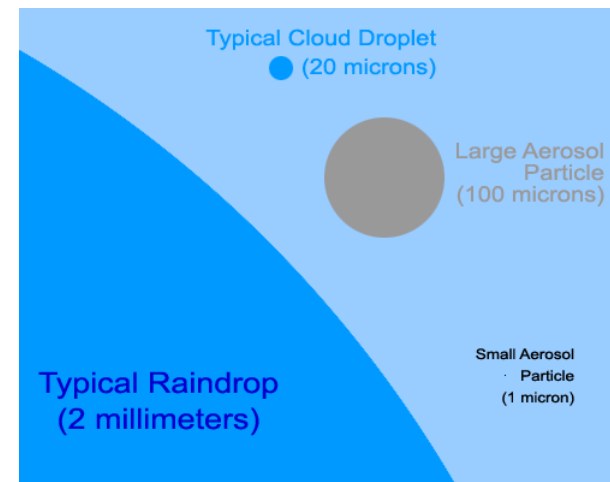
- **Szén-dioxid:** 0.03 v%, üvegház hatás
- **Víz:** mennyisége tág határok között
- **Ózon:** légköri, föld közeli
- **Nitrogénvegyületek:** 1500×10^6 t/év
- **Kénvegyületek:** 180×10^6 t/év (50×10^6 t/év emberi)
- Tartózkodási idő (egy molekula átlagosan mennyi időt tölt a légkörben (pl. szén-dioxid 20-150 év)

Az aeroszol jellemzői:



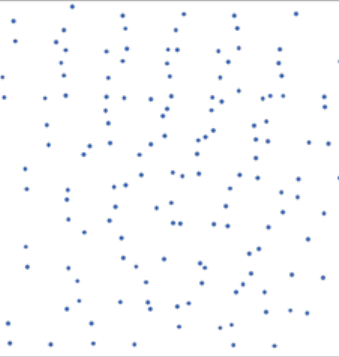
Három csoport: durva ($d > 2,5 \mu\text{m}$), finom ($d < 2,5 \mu\text{m}$) és ultrafinom ($d < 100 \text{ nm}$)

Tömegkoncentráció: az aeroszol egységnyi térfogatában mért részecskeanyag (szilárd és folyadékcsepp) tömege (tengeri levegőben pl. 1 m^3 levegőben $1 \mu\text{g}$)

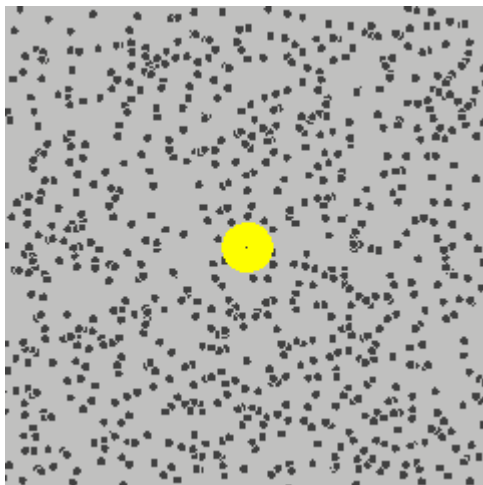
Részecskék száma



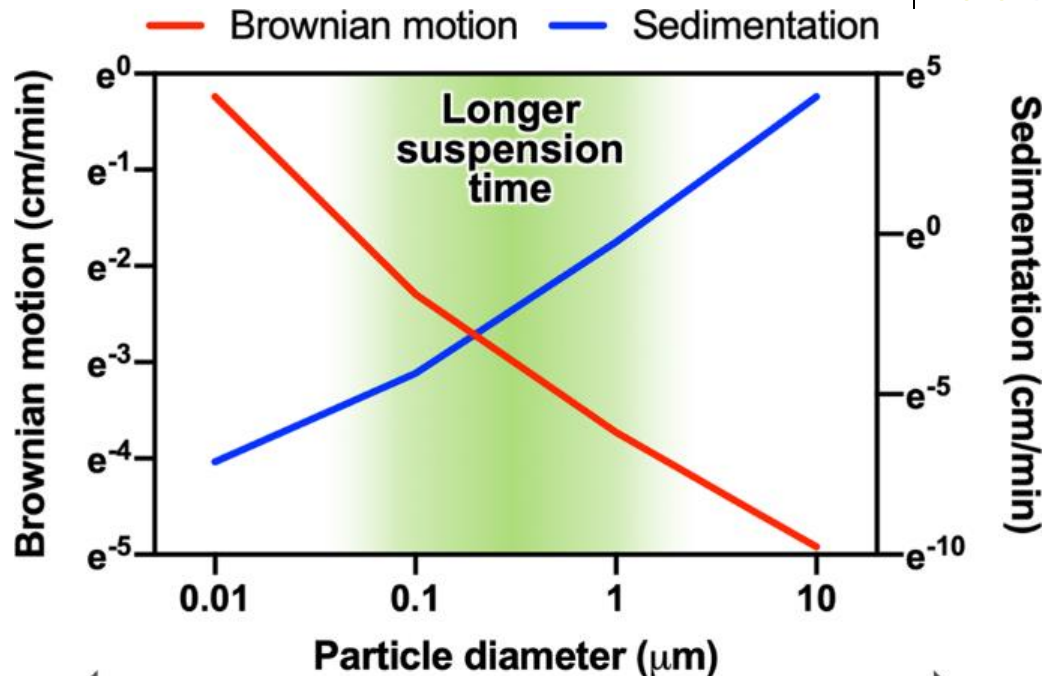


	10 μm (Coarse)	2.5 μm (Fine)	0.1 μm (Ultrafine)
			
Total mass	1	1	1
Particle number	1	64	1,000,000
Surface area per particle	1	0.0625	0.0001
Total surface area per mass	1	4	100
	<ul style="list-style-type: none"> • Filtered in proximal airway • May irritate skin, mucosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Reaches peripheral airway • Cannot enter systemic circulation 	<ul style="list-style-type: none"> • Higher adsorbed toxic material on surface • May enter systemic circulation

Méret és sors



Az ultrafinom részecskék gyorsan kiülepednek a Brown mozgás következtében, különösen a <20 nm mérettartományban. A durva aeroszol szemcsék szedimentációval, tehetetlenségük következtében és intercepció (elfogás) révén ülepednek ki. 30 nm és 1 μm mérettartományban tapasztalható a leghosszabb légköri tartózkodási idő, mert itt a legkisebba kiülepedésre való hajlam. Ezek a részecskék hosszú ideig akkumulálódnak a légkörben.

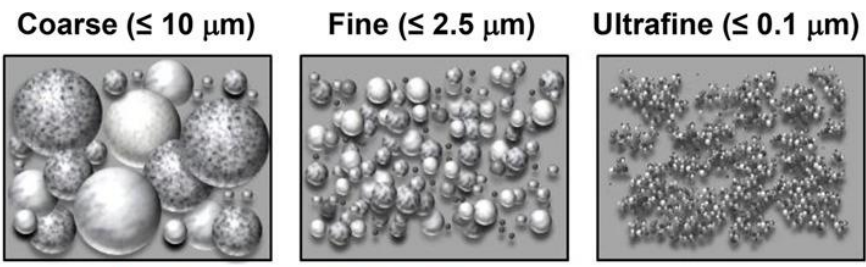


• Brownian diffusion

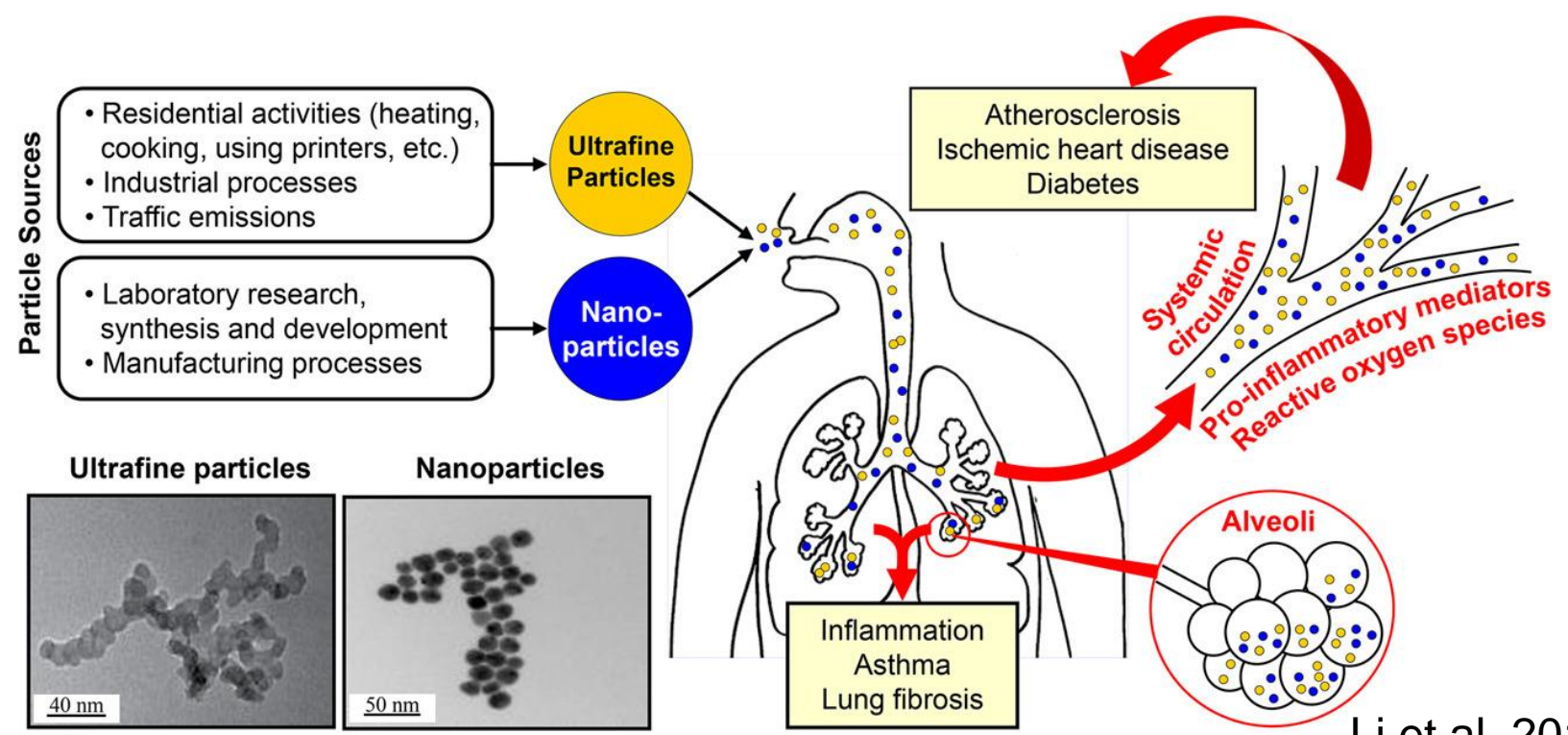
- Sedimentation
- Impact by inertia
- Interception

Kwon et al. 2020





Upper Airway  Lower Airway



Li et al. 2016

Aeroszol részecskék száma a levegőben



- 1 cm³ levegőben, normál hőmérsékleten lévő aeroszol részecskék száma.

Jellemző	Nagyváros	Vidéki levegő	Magasság (3000 m)
Szám (cm ⁻³)	100 000	10 000	100

Forrás: www.tankonyvtar.hu

- Az aeroszol részecskék
 - Szórják és elnyelik a napsugárzást (éghajlatváltozás!)
 - Szabályozzák a látótávolságot
 - Kondenzációs magvak - közreműködnek a felhőképződésben (csapadékképződés!)

A légkör szerkezete

Homoszféra és heteroszféra (1500 km)

Homoszféra (kb.85 km):

A légkör relatív összetétele állandó

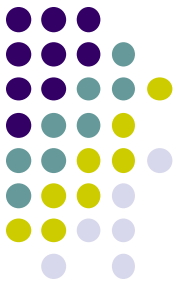
- Troposzféra (8-15 km-ig, időjárás, légköri levegő 90%-a, hőm. magassággal csökken)
- Sztratoszféra (50 km-ig, hőm. magassággal nő)
- Mezoszféra (hőm. magassággal csökken)

Heteroszféra

- Mezopauza (kb.85 km, -80°C , a leghidegebb réteg)
- Termoszféra (hőmérséklet nő)

Ionoszféra (60-400 km)

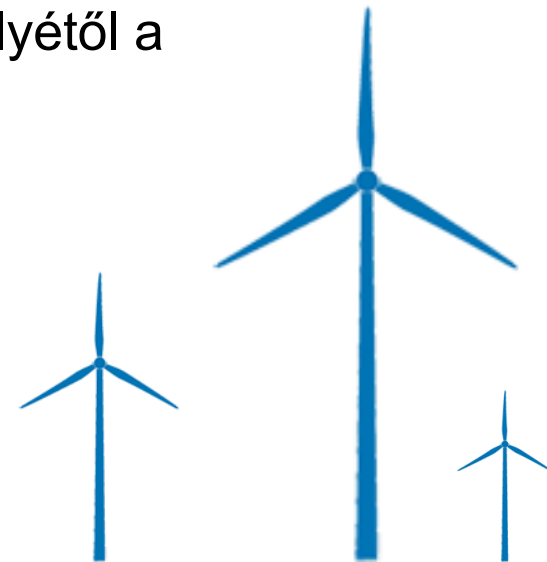
Napsugárzás ionizáló hatására jön létre



A légkör fizikai jellemzői



- Szél (napsugárzás): légtömegek talajszint feletti áramlása: lehet turbulens v. lamináris
- Hőmérséklet (napsugárzás, földsugárzás, vegyi reakciók, légáramlások)
- Nedvességtartalom (páratartalom): abszolút és relatív páratartalom, harmatpont
- A levegő nyomása:
A földfelszín v. légkör egy helyén a vonatkoztatás helyétől a határáig terjedő légoszlop súlya
- Ciklonok
- Légköri elektromosság

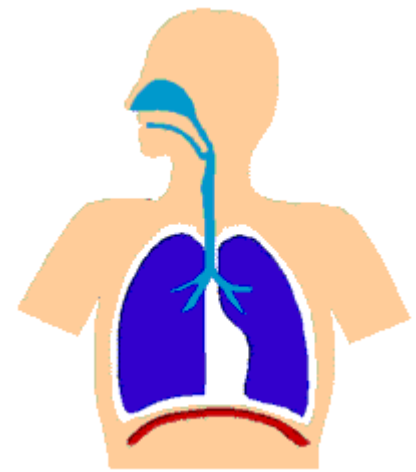


A levegő élettani vonatkozásai



- A légkör mint biotóp
- A légkör kialakulása
 - Élet megjelenésekor redukáló jellegű atmoszféra
 - Szabad oxigén nem volt
 - Oxigén forrása: víz fotodisszociációja (UV)
 - Önszabályozó rendszer
 - Urey-szint: az a maximális oxigénszint, melyet fotodisszociáció révén el lehet érni (kb. ezred része a mai koncentrációnak (0,001 PAL) Ezen a szinten a fotodisszociáció leáll, ennél magasabb oxigénkoncentráció csak biológiai úton érhető el.
 - Fotoszintézis (növények)
 - Nagyjából 1 milliárd éve a légköri oxigénmennyiség elérte a mai szint 1%-át (Pasteur-szint) --> fermentáció helyett légzés

A légzés



- A légzés élettana
- A légzés három fő szakasza:
 - Külső légzés (a külső légtér és a vér közötti gázcsere a tüdőben)
 - Belső légzés (a sejtek, szövetek oxigénfelvétele)
 - Sejtlégzés (biológiai oxidáció)
- 16-18-szor 0,5 liter levegő (12 m³/nap)
- Az oxigénfelvételt befolyásoló tényezők
 - Oxigén részaránya
 - Parciális nyomása
 - Összes légnyomás
 - Tüdőfelszín nagysága

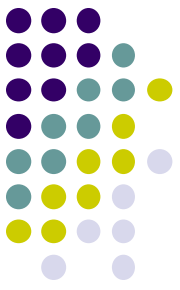
A levegő élettani hatásai



- Az oxigén koncentráció hatása (7%, halál!)
- A széndioxid koncentráció hatása
- A levegő nyomásának hatása (barotrauma, keszon kór)
- A levegő hőmérsékletének hatása (15-25°C)
- A levegő nedvességtartalmának hatása
- Légmozgás hatása (0,3 m/s alatt)
- Légköri elektromosság hatása



A légkör levegőhigiénés szempontból fontos fizikai jellemzői



- Az időjárás

Az időjárást a levegő hőmérséklete, páratartalma, nyomása, a légmozgások ereje és iránya, a felhőzet és a csapadék, valamint a napsugárzás és a légköri elektromosság együttesen alakítják ki. Az időjárás a légkör fizikai tényezőinek állapota, adott időben, adott helyen. Az időjárás befolyásolja a lakosság egészségi állapotát.

Klíma vagy éghajlat alatt egyes területekre korszakosan jellemző meteorológiai viszonyokat értjük.



A légkör levegőhigiiénés szempontból fontos fizikai jellemzői



Emberközpontú csoportosítás

- Makroklíma (további felosztás)
- Mezo-klíma
- Mikroklíma

Kiterjedés szerint

- Természetes
- Mesterséges

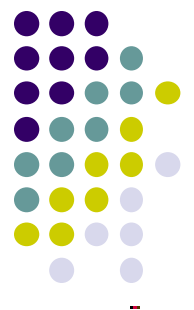
● **Makroklímák:**

- Sarki klíma
- Mérsékelt égövi klíma
- Forró klíma
- Tengeri klíma
- Szárazföldi (kontinentális) klíma
- Magaslatti klíma

● **Városklíma (mezo), lakásklíma (mikro)**

● **Akklimatizációs képesség**

A légkör levegőtisztaság szempontból fontos fizikai jellemzői



• A napsugárzás

- Biológiai hatást befolyásolja: hullámhossz, energia
- Nem egyenletes (napfoltok)
- Hő-, fény- és ibolyántúli sugarak
- Hő, vagy infravörös: hosszabb: 510000-2300 nm
2300-780 nm, (Nap teljes spektrumának 60%-a)



• Látható fény: 780-600

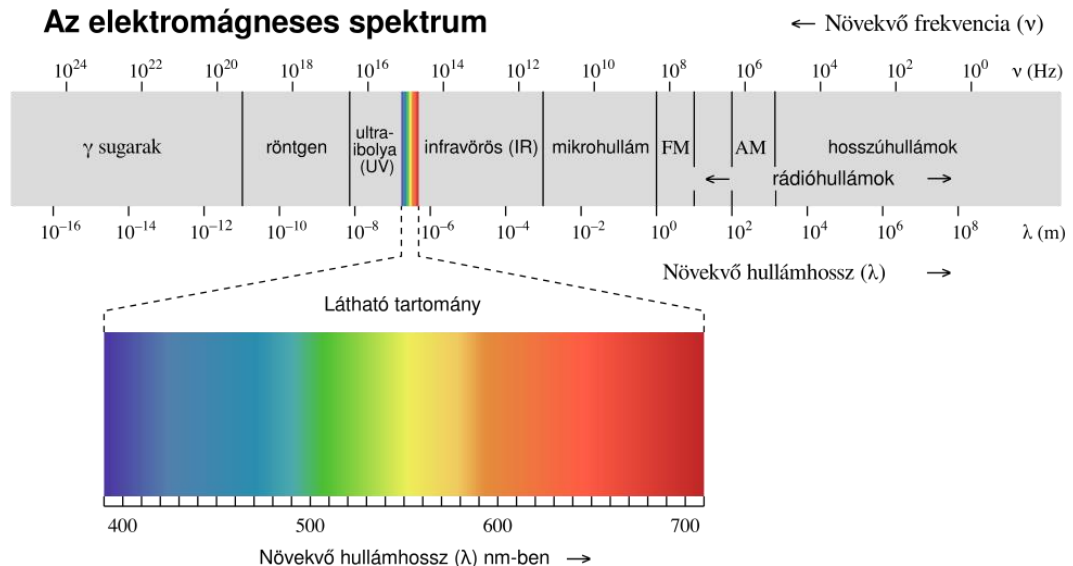
nm vörös, 600-580 nm

sárga, 580-500 nm zöld,

500-430 nm kék, 430-360

nm ibolya

- UV: 360-289 nm (1%)
- (UV-A, UV-B, UV-C)
- Élettani hatások



Témafelvetés



A légköri levegő szennyezettsége

- A szennyeződés folyamata, forrásai
- A leggyakoribb légszennyező anyagok bemutatása (forrásai, jellemzői)
- A szennyezések mozgása, terjedése, mintázása
- Légszennyező anyagok hatásai (környezet, anyagi javak, egészség)
- A levegő, mint gyógytényező

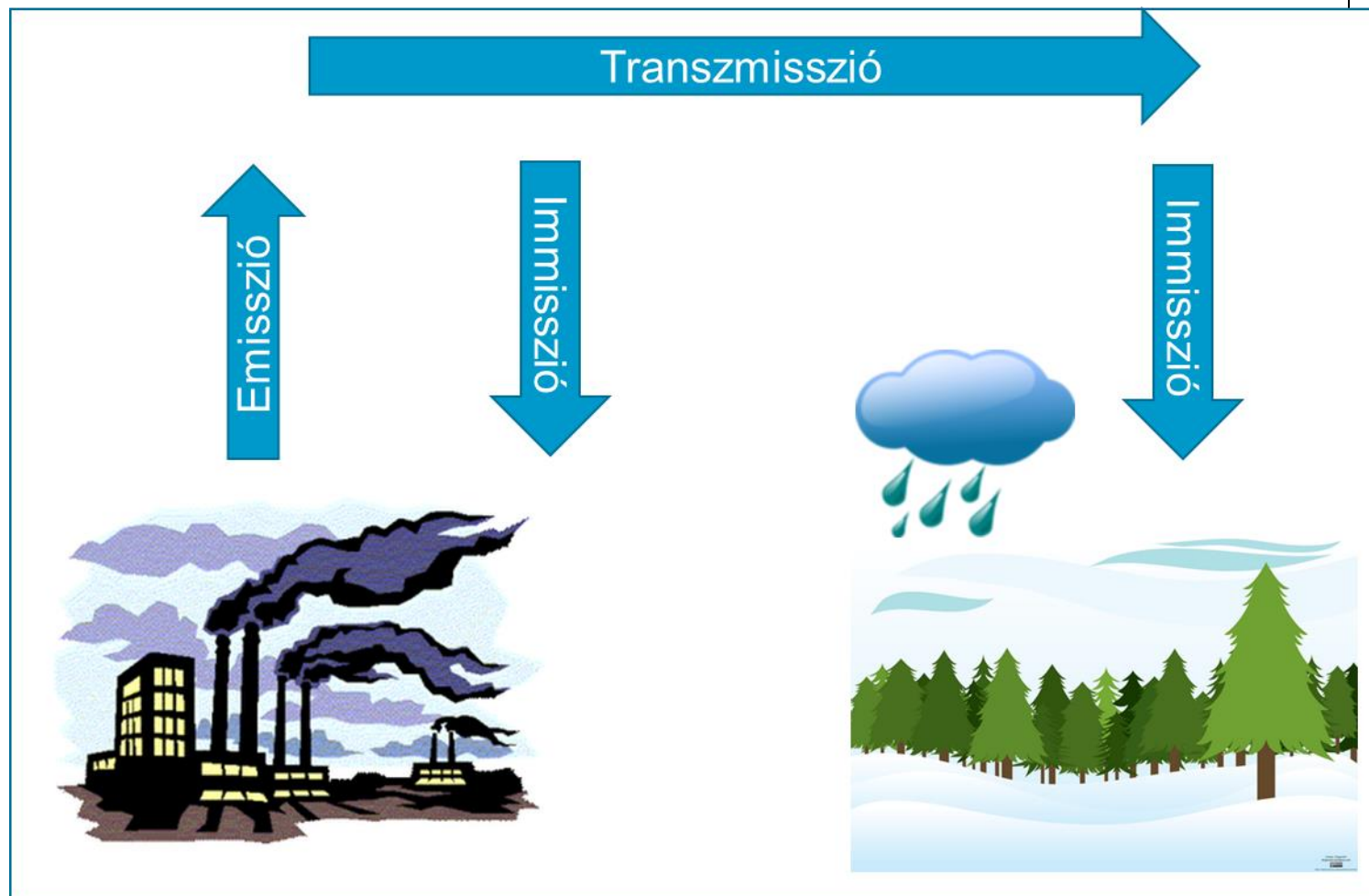
Definíció



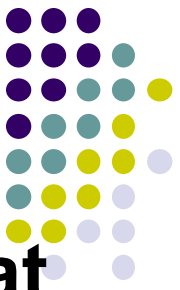
Emissziónak nevezzük a szennyező-forrásokból történő elsődleges (primer) szennyezőanyag kibocsátást.

Transzmissziónak nevezzük a szennyezőanyag útját, terjedését a környezetben. Transzmisszió során az eredeti (primer) szennyezőanyag átalakulásokon mehet keresztül.

Immissziónak a környezeti elemekben, a szennyezés eredményeként létrejövő, mérhető szennyezőanyag koncentrációkat értjük, szűkebb értelemben a szennyezőanyag kibocsátás során a környezeti levegőbe került gázok és aeroszol részecskék koncentrációját vagyis a légszennyezettség mértékét nevezzük immissziónak.



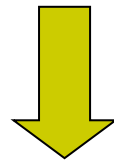
Az elszennyeződés folyamata



- **Energiafelhasználás növekedésével mutat összefüggést**
- **Két világháború (VH) között első füstköd-katasztrófák**
- **II. VH után két tényező:**



Gépjármű közlekedés növekedése
Vegyipar fejlődése



Szennyezett régiók, globális szennyezés





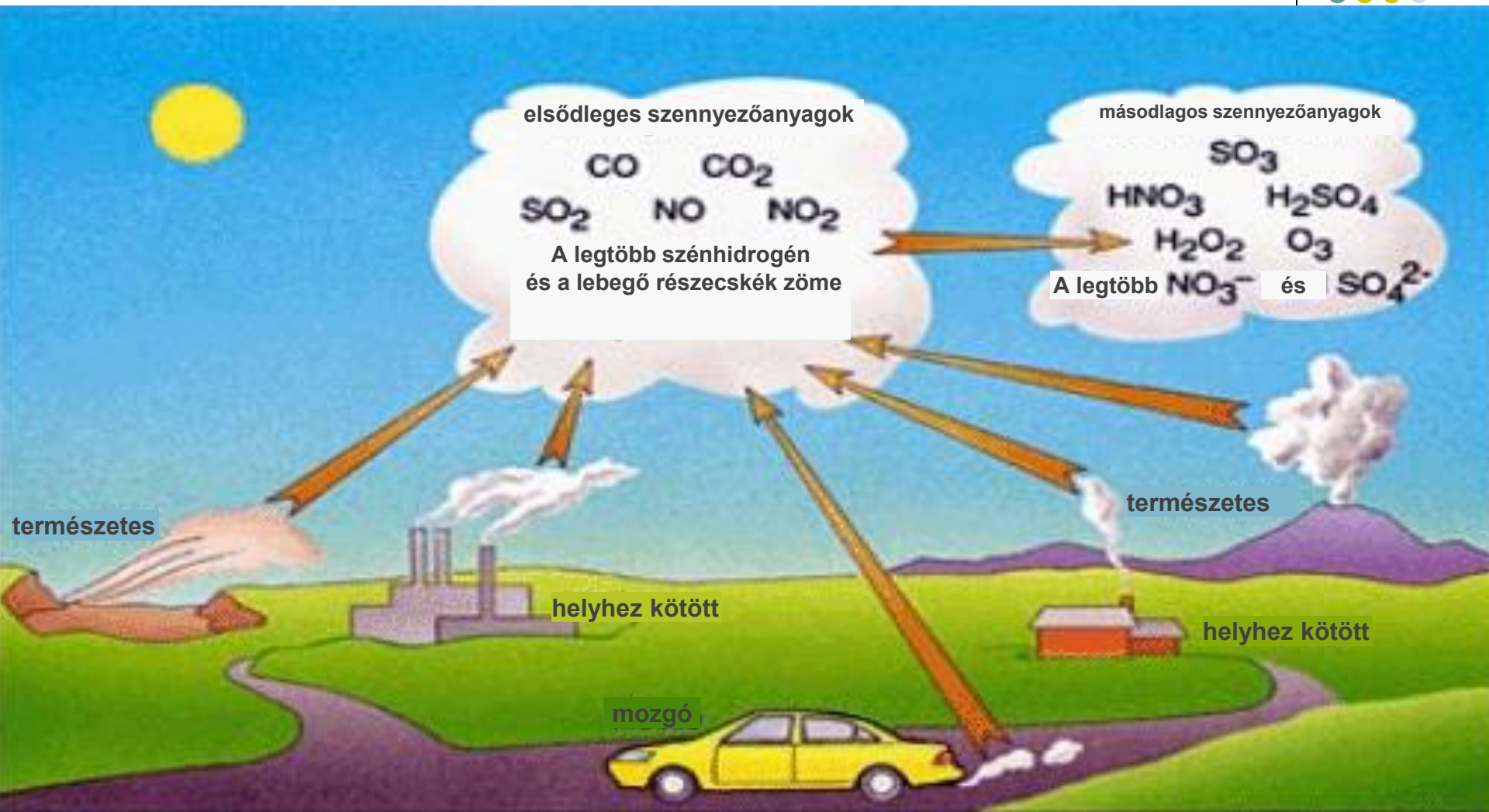
A szennyezés forrásai

- **Természetes eredetű (hullámverés, tengeri élőlények, litoszféra, vulkáni tevékenység, növényzet, állatvilág)**
- **Mezőgazdasági tevékenység (természetes anyagok; kemizáció)**
- **Mesterséges eredetű:**

Definíció:

Primer-; szekunder szennyező források, anyagok

A szennyezés forrásai



A légszennyező anyagok típusai és forrásai

Az egyes szennyezőanyagok, melyekre határérték került megállapításra (A-Z)



- Aceton
- Akrolein
- Amil-acetát
- Ammónia
- Benzin
- Benzol
- Biol. aktív anyagok
- Bűzanyagok
- Ciklohexanon
- Fémporok és gőzök
- Fenol
- Fertőző anyagok
- Fluoridok
- Formaldehid
- Füstgáz, pernye
- Hidrogén-szulfid
- Higany
- Kén-dioxid (SO₂)
- Kénsav
- Klór



Az egyes szennyezőanyagok, melyekre határérték került megállapításra (A-Z)



- Korom
- Metil-alkohol
- Nitro-benzol
- Nitrogén-dioxid
- Nitrogén-oxidok
- Ólom
- Ózon
- Policiklusos CH-k
- Szállópor
- Ülepedő por
- Salétromsav
- Sósav
- Szén-dioxid
- Szén-monoxid
- Sztírol
- Toluol
- Triklór-etilén
- Xilol

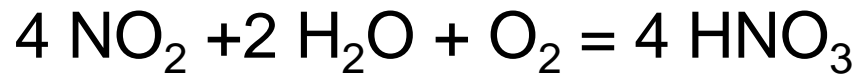


A leggyakoribb szennyezőanyagok



- **Kéndioxid (SO₂)**

Színtelen, jellegzetesen szúrós szagú, köhögésre ingerlő gáz. Vízben nagyon jól oldódik, azzal kénessavvá egyesül. A levegőnél nehezebb. Oxigénnel csak katalizátorok jelenlétében vegyül. Erélyes redukálószer, a szerves festékek egy részét elszínteleníti. Élő szervezetre mérgező hatású. Tisztán belélegezve fulladásos halált, néhány század százaléknyi mennyisége légzési nehézséggel járó mérgezési tüneteket okoz. Különösen érzékeny rá a növényzet.



A leggyakoribb szennyezőanyagok

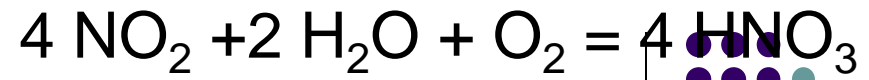
● **Nitrózus gázok NO, NO₂, NO_x**

NO_x elemeiből természetes úton pl. villámláskor, vagy aerob talajbaktériumok tevékenysége során képződik. Jellemző emisszió: fosszilis tüzelés, energiatermelés, közlekedés.

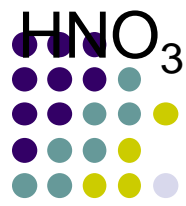
A nitrogén-monoxid színtelen, vízben kevésbé oldódó gáz. Nehezebb a levegőnél. A nitrogén-monoxidot ingerület-átvivő anyag, részt vesz számos fiziológiai folyamatban. A vér haemoglobinja megköti. Igen reakcióképes: a levegő oxigénjével azonnal nitrogén-dioxiddá alakul.

A nitrogén-dioxid vörösbarna színű gáz, a levegőnél nehezebb. Ugyancsak nagyon reakcióképes, vízben oldódik. Víz jelenlétében salétromsavvá oxidálódik.

A légköri folyamatokban fontos szerepet játszik (ózon-képződés, nyári szmog, nitrát vegyületek prekursora)



A leggyakoribb szennyezőanyagok



A leggyakoribb szennyezőanyagok



- **Fluoridok F, HF**

Az elemi fluor sárgászöld, szúrós szagú, a levegőnél sűrűbb gáz. Valamennyi elem közül a legreakcióképesebb. Hidrogénnel hevesen egyesül, a vizet is bontja. A hidrogénfluorid szobahőmérsékleten forr. Vízzel minden arányban elegyedik. Az üveget oldja. A fluor és a hidrogénfluorid az élő szervezetre igen veszélyes, nagyon agresszív mérég. A fluoridok közül levegőszennyezőként főleg a vízben oldható alkálifluoridok jöhetnek számításba.

A leggyakoribb szennyezőanyagok



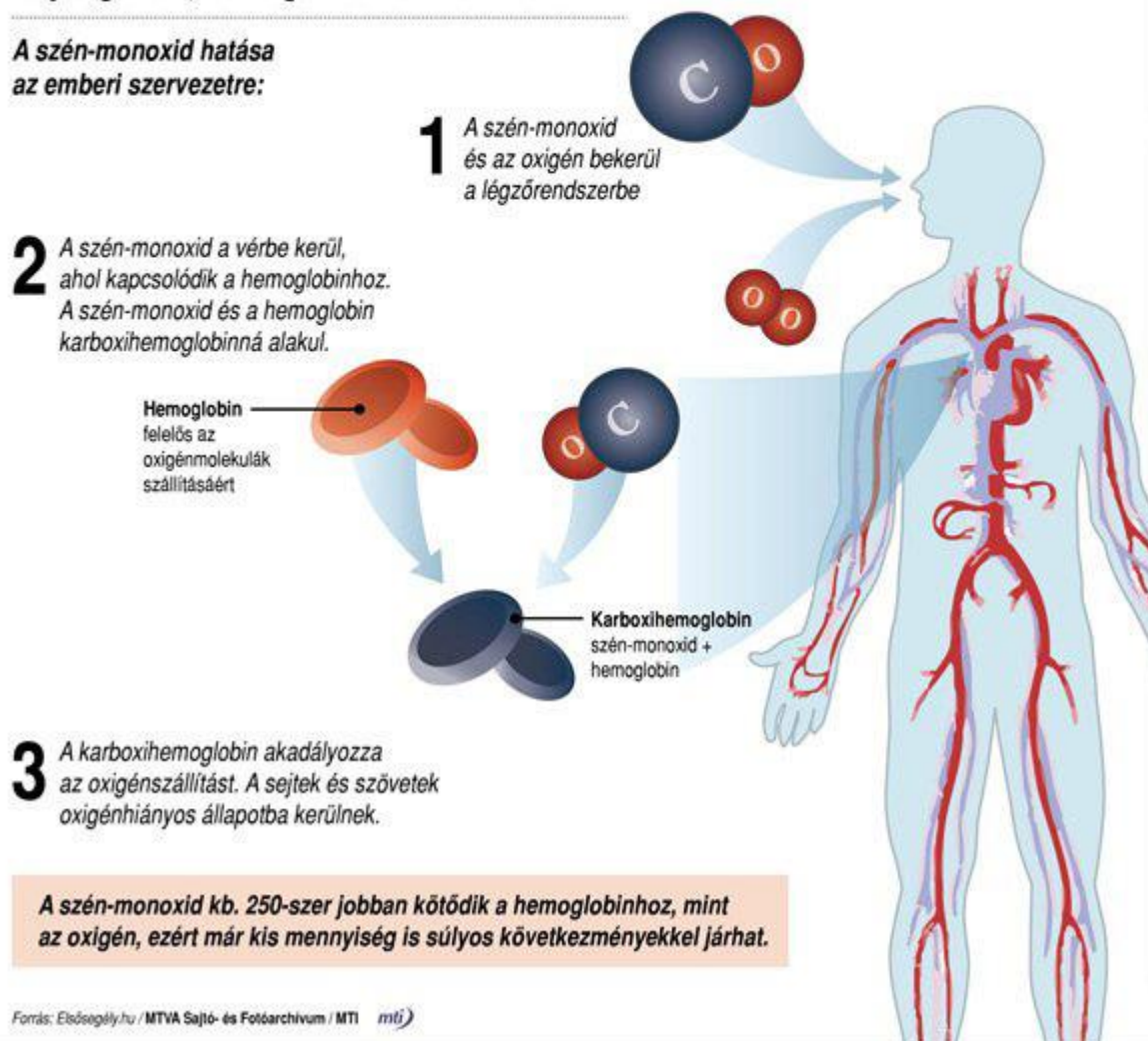
• Szén-monoxid (CO)

Színtelen, szagtalan, vízben kevésbé oldódó, szobahőmérsékleten nehezen oxidálható gáz. A levegőnél kissé könnyebb. Rendkívül mérgező emberre és állatra egyaránt. A vérben igen stabil szénoxidhaemoglobin alakjában halmozódik fel. Tökéletlen égés során keletkeznek.

Szén-monoxid-mérgezés

A szén-monoxid színtelen, szagtalan, a levegőnél valamivel könnyebb gáz. Szén-monoxid mérgezés leggyakrabban tüzelőberendezésekkel ellátott helyiségekben, illetve garázsokban fordul elő.

A szén-monoxid hatása az emberi szervezetre:



A szén-monoxid kb. 250-szer jobban kötődik a hemoglobinhoz, mint az oxigén, ezért már kis mennyiség is súlyos következményekkel járhat.

A leggyakoribb szennyezőanyagok



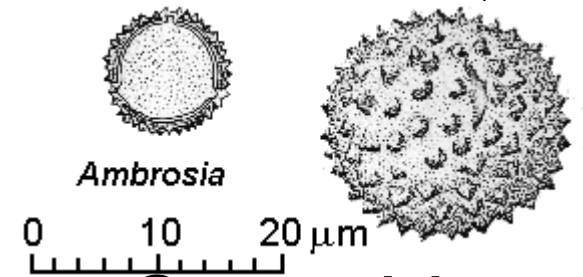
• Szilárd szennyezések

- *Ülepedő por* (szedimentum, vagy aeroszeszton). Az ülepedő port vízben oldódó és vízben oldhatatlan, valamint szerves és szervetlen frakciókra szokás osztani; *szálló por* (hosszabb ideig lebegve maradó, kb. 10 μm -nél kisebb átmérőjű részecskék)
- Aeroplankton
- A szilárd szennyeződések fő alkotói a pernye és korom, a talajfelszínről, közlekedésből, iparból származó por, amelyeknek összetétele igen változó.
- Megkülönböztetünk toxikus és közömbös porokat (toxikus porokra szigorúbb előírások érvényesek). Toxikusnak minősülnek a biológiailag aktív mezőgazdasági szerek porai, mint a peszticidek, fungicidek, herbicidek, illetve a régebben jórészt közlekedési eredetű ólom is, valamint a különféle rákkeltő vegyületek.

Aerobiológia



- Az aerobiológia a levegőben élő növényi és állati szervezetekkel és azok társulásaival foglalkozik.
- A hygiéne szempontjából ezek közül az aeroplankton bír jelentőséggel. (aeroplankton: a levegőben lebegő mikroorganizmusok: a vírusok, baktériumok, algák; spórák és a pollen.)
- Levegőben lebegő mikróbák
- Allergizáló pollen (*Ambrosia*, *Cannabis*, *Poaceae*, *Artemisia*, *Betula*, *Urticaria*)



A leggyakoribb szennyezőanyagok



- **Fotokémiai oxidánsok**

A levegőt szennyező különféle szerves vegyületek valamint a nitrogén-oxidok a napfény, különösen az UV sugárzás hatására kémiai reakciókba lépnek egymással és fotokémiai oxidánsok keletkeznek.

Ózon, valamint a peroxi-acetil-nitrátok /PAN/.

Indikátorként az ózon mennyiségét szokták tekinteni, mely könnyen mérhető. Az ózon igen agresszív anyag az O_3 molekula bomlása következtében létrejövő nascens oxigén miatt. Növényzetnél szövetelhalást, az embernél nyálkahártya irritációt okoz. A PAN anyagok között rákkeltők is vannak.

A leggyakoribb szennyezőanyagok



- **Nehézfémek**

A gépjármű-üzemanyag /benzin/ kompressziótűrésének növelésére ólom-tetraetilt adalékoltak hozzá. Az ólom huzamosan belélegezve idegrendszeri károsodást okozhat, gyermekeknél a szellemi képességekre gyakorolt kedvezőtlen hatását figyelték meg.

A nehézfémek /ólom, vanádium, kadmium/ a csontokban akkumulálódnak, és akadályozzák azok fiziológiás fejlődését főként gyermekek esetében. Egyesek (pl. króm VI, kadmium) rákkeltőek!

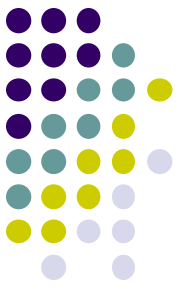
A leggyakoribb szennyezőanyagok



- **Policiklusos aromás szénhidrogének**

A levegőben előforduló leggyakoribb policiklusos aromás szénhidrogének /PAH/ benz-(a)-pirén, az 1,1,2-benzperilén, az 1,2-benzanthracén és a krizén. Fentiek, és még számos más PAH bizonyítottan humán rákkeltő hatású. Tökéletlen égés során, koromhoz kötődve kerülnek a levegőbe: tüzelés, kipufogógáz, dohányzás során.

Levegő mintavétel



- Mintavételi hely kiválasztása
- A **környezeti levegő** nem azonos a zárt terek levegőjével és a munkahelyi levegővel, melyekre külön jogi szabályozás érvényes!
 - Emissziós levegőminta: a technológiai berendezés (kémény, kürtő) olyan pontjáról, mely a technológiai folyamat adott részének működését jellemzi és az üzemmenet változását gyorsan követi.
 - Immissziós levegőminta: légszennyezettség megállapítására

Levegő mintavétel

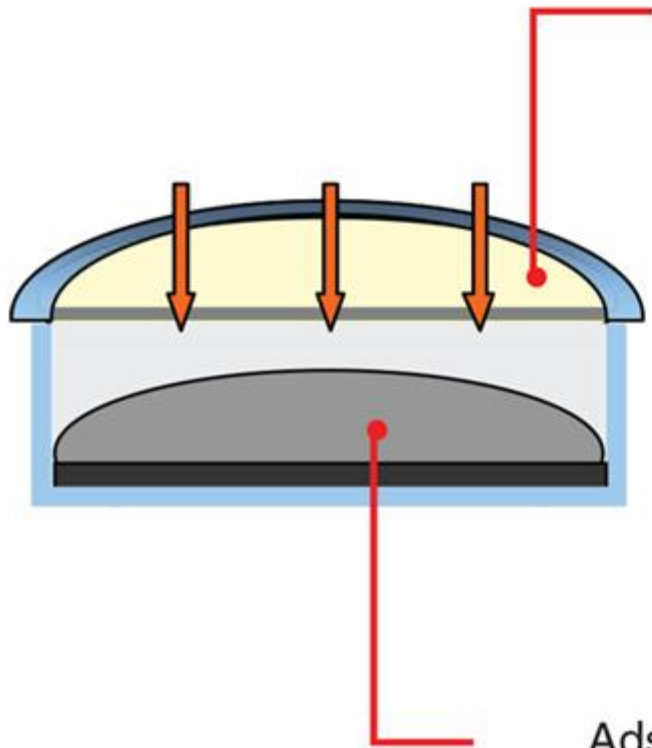


Aktív és passzív (diffúz) mintavételi mód

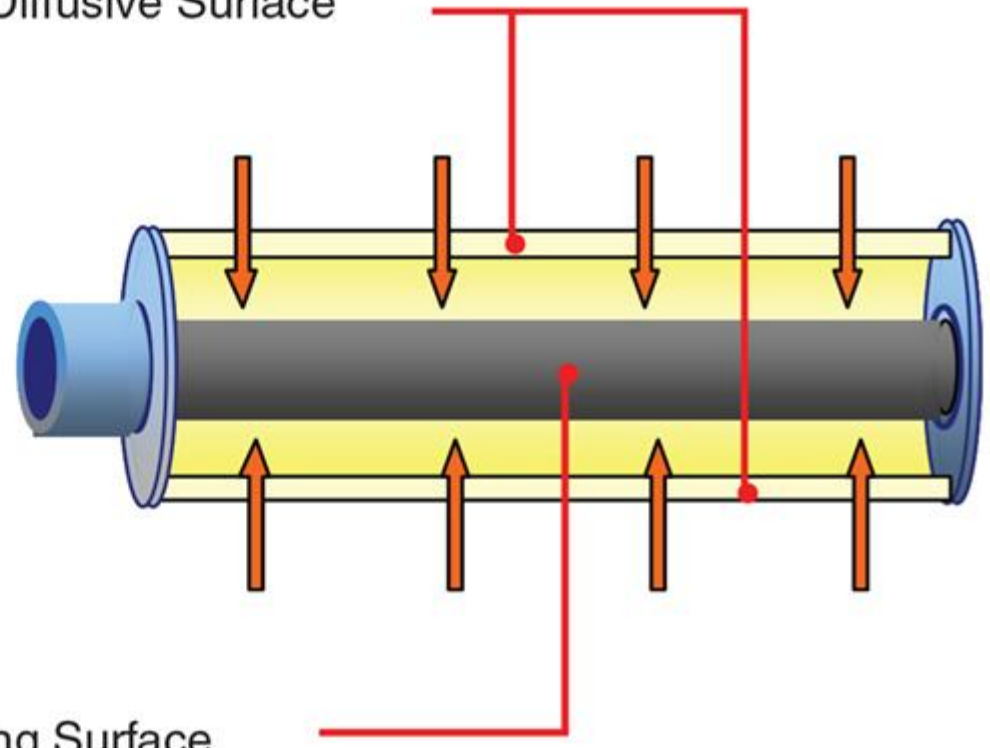
- Aktív: kalibrált pumpa (aktívan áramoltatjuk a levegőt)
PI. Tedlar-zsák
- Passzív: káros anyagok szorbensen való megkötődése
 - axiális mintavételi csövek: Nagy diffúziós felület, a levegőnek kis távolságot kell megtennie a csövön keresztül a szorbensig (5 mm). Rövid mintavételi idő, gyors mintavételi sebesség.
 - Radiális mintavételi csövek: kicsi a diffúziós felület, a levegőnek hosszú utat kell megtennie a csövön keresztül a szorbensig (15 cm). Hosszú mintavételi idő (nagy koncentrációnál 1-8 óra, kis koncentrációnál 3 nap-4 hét).



Diffusive Surface



Axial Sampler



Radial Sampler

Talajlevegő mintavétel



Tedlar zsák



Automata meteorológiai mérőállomás

Levegő mintavétel mikrobiológiai vizsgálathoz. Beltéri levegő mintavevő. Agarral szilárdított táptalaj felületére történik a levegőminta érkeztetése, ahol a levegőeredetű részecskék impakcióval tapadnak ki. A Petri-csészét mintavételt követően az előírt hőmérsékleten inkubáljuk.

A Gastec gázdetektorok vékonyfalú, skálával ellátott üvegcsövek, amelyekről közvetlenül leolvasható a mérendő komponens (gáz vagy gőz) koncentrációja. Minden cső a célvegyületre specifikus reagenst tartalmaz, ami a gázzal vagy gőzzel a légköri koncentrációra jellemző töltet-hosszra (töltetmennyiségre) kiterjedő gyors színreakciót ad.



Füstködök (szmogok)



- Kedvezőtlen időjárási körülmények között kialakuló szennyeződés-halmazódások.
- Két típus:

Los Angeles típusú:

Napos szélcsendes időben, nyáron
Oxidáló hatású komponensek (NO_x ,
 O_3 , szénhidrogének)

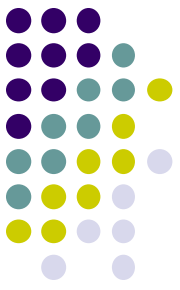
London típusú:

Borús, párás hideg időben

Redukáló hatású komponensek (SO_2 ,
korom, CO)



Légköri folyamatok



- Szennyezőanyagok körforgása
- Sok tényező hat rájuk:

Kapcsolat a levegővel, más szennyezőanyagokkal

Kozmikus hatások: hő, fény, UV, radioaktív sug.

Fémionok (katalizátorok)

Légköri víz

Oxidáló-redukáló anyagok

- Reakciók energiaszükséglete (fény, hő, UV)
- Bomlások (inkább) és szintézisek
- Természetes öntisztulás



A természetes öntisztulás folyamatai

Három csoport

- Szennyezőanyag eltávozik a légkörből
 - Szedimentáció (kiülepedés, kihullás)
 - Impakció és precipitáció
 - Ad- és abszorpció
 - Rain out
 - Wash out
- Szennyezőanyag átalakul (kémiai lebomlás)
- Szennyezőanyag konc. csökken (felhígul)
 - Szelek, turbulenciák
 - Helyrajzi viszonyok

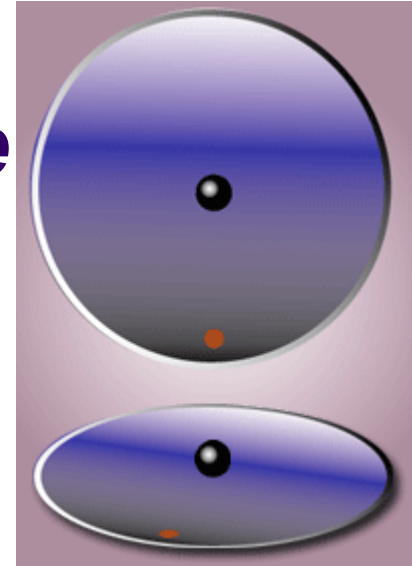
Adsorption versus Absorption

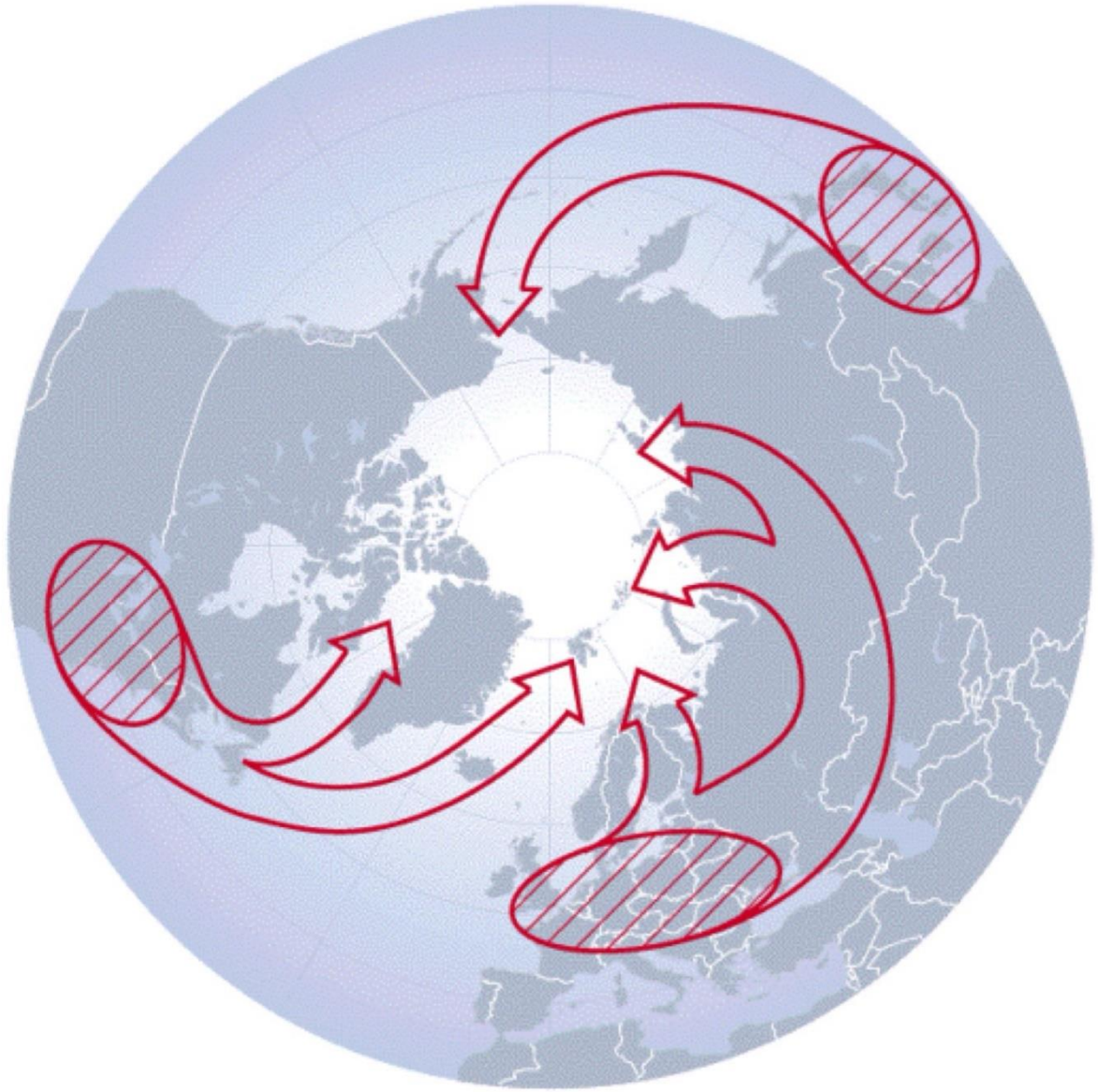


Légszennyező anyagok terjedése

Meghatározza a levegő mozgása

- Szél: levegőmolekulák rendezetlen hőmozgása
- Vertikális szélstruktúrát kialakító tényezők:
 - ↳ Légnomás különbségek (gradiens erő)
 - ↳ A mozgás folyamán keletkező súrlódási erő
 - ↳ Coriolis-erő
 - ↳ A mozgás pályagörbülete miatt keletkező centrifugális erő
- Turbulencia: áramláson belüli rendezetlen mozgás (termikus és dinamikus lehet)





Főbb ipari területek

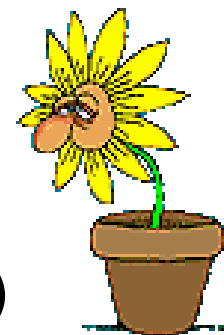
Levegőszennyezés hatása a környezetre

Alakító – alkalmazkodó szerep



■ Növényzet

- ✿ Indikátor szervezetek (pl. zuzmók)
- ✿ Szennyező anyag típusonként eltérő hatás
- ✿ Típustól, koncentrációtól függő elváltozás
- ✿ Növényfajok közötti különbség (mezőgazdaság)
- ✿ Kedvező levegőszűrő, -tisztító hatás



■ Állatvilág

- ✿ Tipikus kórképek (fluorózis, kanári próba)
- ✿ Mezőgazdasági, ipari, városi területek jellemző problémái
- ✿ Kísérleti állatok

■ Táj-, tájkép



Levegőtisztosítók. hatása az anyagi javakra






„Pénzben jól kifejezhető”



■ Műszaki károk




Közvetlen károk:

-  Fémkorrózió, oldódás, rozsdásodás
-  Építőanyag mállás, kőszobrok
-  Ipari gépek, berendezések, gépjárművek, ipari-, köz-, és lakóépületek, vonalas létesítmények

Közvetett károk:

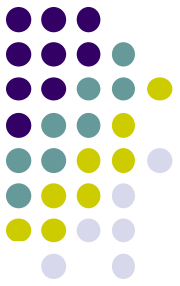
-  Veszteségek
-  Ellenőrzés, mérés költségek

■ Gazdasági károk

-  Anyagi javak
-  Vegetációs kár
-  Egészségügy plusz kiadás

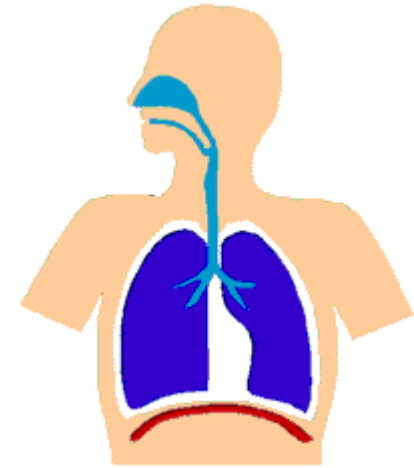
Levegőtisztaság. hatása az egészségre

12 m³ levegő naponta



■ Légzőszervek részei

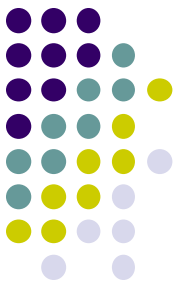
- 🧠 Felső légutak (csillószőrös hengerhám, nyálka)
- 🧠 Mellkas
- 🧠 Tüdő
- 🧠 Alsó légutak (aktív légcseré)
(Reticuloendothelialis rszr., makrofágok)



■ Légszennyezés hatásai az emberre:

- 👤 Légszerveken át
- 👤 Bőrfelület szennyezése
- 👤 Szem- és nyálkahártya irritáció
- 👤 Kellemetlen szag
- 👤 Napfény és UV csökkentő
- 👤 Tisztálkodási szükséglet nagyobb, közérzetzavaró

Levegőszennyezés hatása az egészségre



■ **Hatások lehetnek:**

Kellemetlen hatások, káros hatások, élettani folyamatok megváltozásai, krónikus betegség, akut megbetegedés, halál

■ **Légszennyezés élettani hatásai függenek**

↳ **Külső tényezők**

Koncentráció, toxicitás, szinergista, antagonistista hatás, expozíció időtartama, periódusai, környezeti tényezők

↳ **Belső tényezők**

Az exponált szervezet általános állapota, érzékenysége

■ **Bekövetkezés ideje alapján**

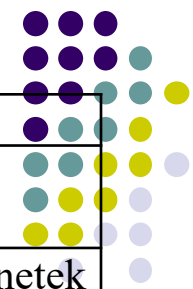
- Short term hatás (rövid időn belül)
- Long term hatás (hosszú idő után)



Levegőhigiénés index



- A Levegőhigiénés Index (LHI) a nemzetközi és a hazai szakirodalom, valamint a vonatkozó jogszabályok alapján definiált mutatószám
- Az elmúlt 24 óra légszennyezettségi szintjét jellemzi az alapszennyező anyagok, így a kén-dioxid (SO₂), nitrogén-dioxid (NO₂), szén-monoxid (CO), ózon (O₃), valamint a szálló por (PM₁₀) tekintetében.
- Kiszámítása a legnagyobb 1 órás koncentráció (SO₂, NO₂, CO), a 8 órás mozgó átlagértékek maximuma (O₃) és a 24 órás átlagkoncentráció (PM₁₀) alapján történik.



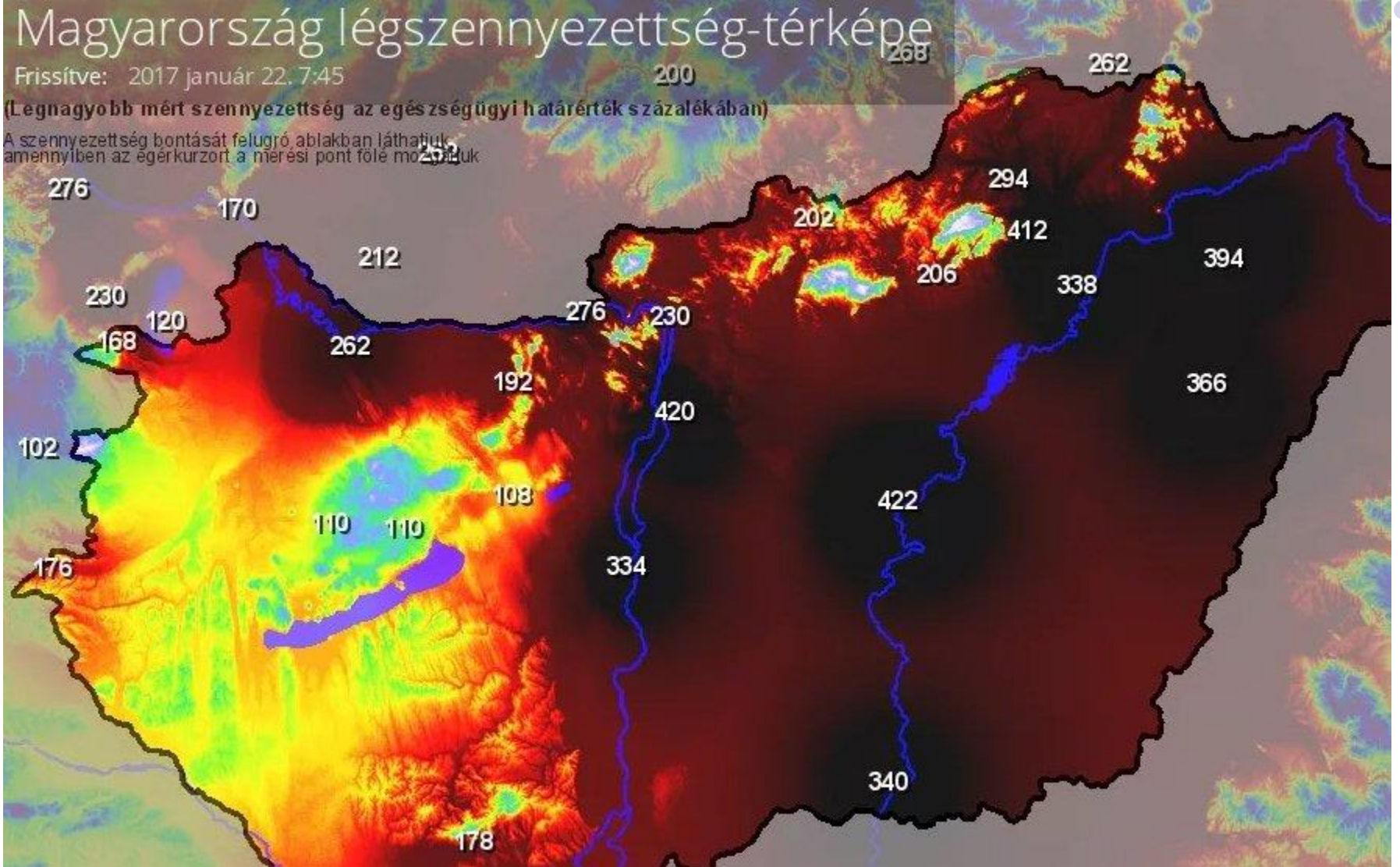
Levegőminőségi Index (LHI)	Akut egészségi hatás
1 megfelelő	Megfelelő levegőminőség, elfogadható kockázat
2 kifogásolt	A potenciálisan veszélyeztetett lakosság körében enyhe tünetek jelentkezhetnek
3 egészségtelen	A tünetek erősödésével számolhatnak a potenciálisan veszélyeztetett lakosságcsoporthoz tartozók, ezért számukra szükség lehet az egyéni védekezésre a hatások elkerülése, illetve mérséklése érdekében
4 veszélyes	A potenciálisan veszélyeztetett személyeknél fokozottabb egészségkárosító hatás várható, de a nagy levegőterheltség miatt bárkinél jelentkezhetnek egészségi panaszok

Az LHI kiszámításához szükséges légszennyezettségi adatokat az

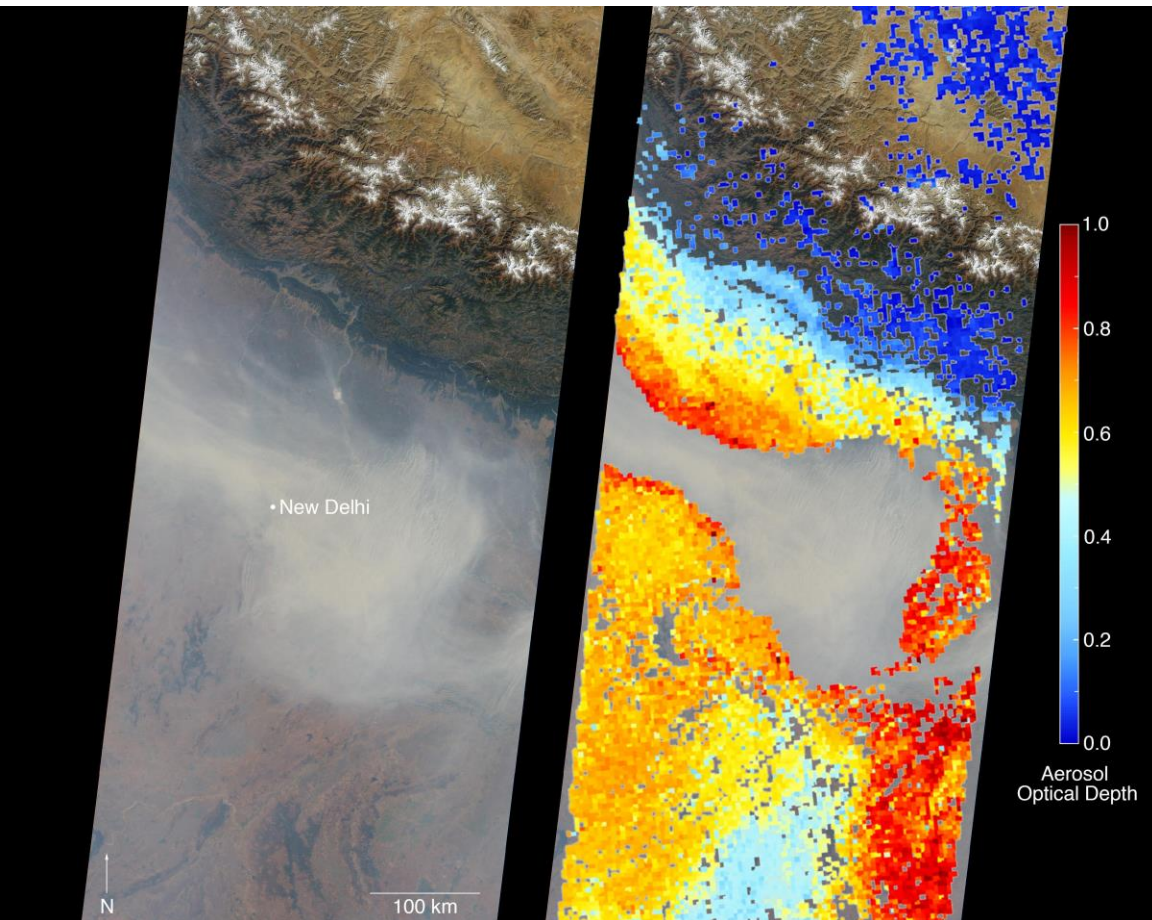
Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat automata mérőállomásainak adatbázisa (<http://www.kvvm.hu/olm>) szolgáltatja

Az egészségi hatások becslése a nemzetközi és a hazai szakirodalom alapján történik.

Egy (nem) átlagos téli nap Magyarországon



Nemzetközi példa - Új Delhi



- 2017 novemberében készült felvétel az aeroszolk sűrűségéről (optikai mélység elve alapján mérve)
- Delhi felett az algoritmus nem tudta megmérni az aeroszolk mennyiségét, ezért felhőnek jelölte a területet.
- A legközelebbi mérési pontokon az optikai mélység 1.0 (piros szín) – a közvetlen napsugárzás 37%-a éri el ennél a szintnél a felszínt.

Levegőszennyezés hatásának regisztrálása



■ **Élettani kísérletek**

Laboratóriumi állatok

Élettani határértékek meghatározása:

- 1.) napi egyszeri max. koncentráció (30 perc),
 - 2.) napi átlagos koncentráció (24 óra)
- Jellegzetes küszöbérték: szagküszöb

Kiegészülnek szövettani és patomorfológiai leletekkel

Regisztrált hatások lehetnek:

- Közvetlenül észlelhető,
- Halmozott,
- Késleltetett;

Általános; Meghatározott szervekre, szervrendszerekre irányuló; Biokémiai; Teratogén; Karcinogén; Mutagén

Levegőszennyező hatásának regisztrálása



■ **Epidemiológiai vizsgálatok**

Vizsgálatok célja: Van-e összefüggés a morbiditási mortalitási viszonyok és a légszennyezés között?

Legalább két populáció vizsgálata lényegesen eltérő immissziós viszonyok között

Zavaró hatások kiszűrése nehéz

Diagnózisok, amelyeket figyelembe kell venni:

Légcső-, hörgő- és tüdő daganat; bronchitis; asztma; szív- és vérkeringési rszr. betegségei, nyálkahártya irritáció; kötőhártya- és szemgyulladás; egyes idegrendszeri károsodások



Hazai és külföldi eredmények alapján az alábbi becslést adhatjuk:

- ☠ a légzőszervi megbetegedések és halálozások 20 %-át
 - ☠ a légzőszervi daganatos megbetegedések és halálozások 20 %-át
 - ☠ a szív- és keringési megbetegedések és halálozások 10 %-át
- a légköri levegő szennyezettsége okozza



DEATH BY BAD AIR



Figures for deaths every day, source: Greenpeace

A levegő, mint gyógytényező



- A tiszta levegő kedvező hatású az egészségre

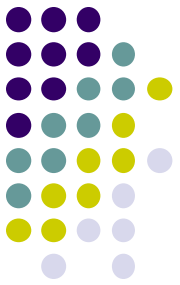
Az ember regenerálódása, felüdülése csak tiszta levegőjű környezetben lehetséges. A szennyezett levegőben felületessé, szaporává válik a légzés, tiszta levegőn mélyül, a légzésszám csökken. Az oxigénben gazdag levegő belégzése tehermentesíti a keringési szerveket, a szív munkája könnyebbé válik.

- Ingerklíma (magashegyi, tengerparti, tóparti)
- Barlangi klíma: asztma kezelés
- Inhaláció



Köszönöm a figyelmet!

- Folytatás: vízhygiéna





LEVEGŐHIGIÉNE

Dr. Kaszab Edit, egyetemi docens

A LEVEGŐHIGIÉNE FOGALMA



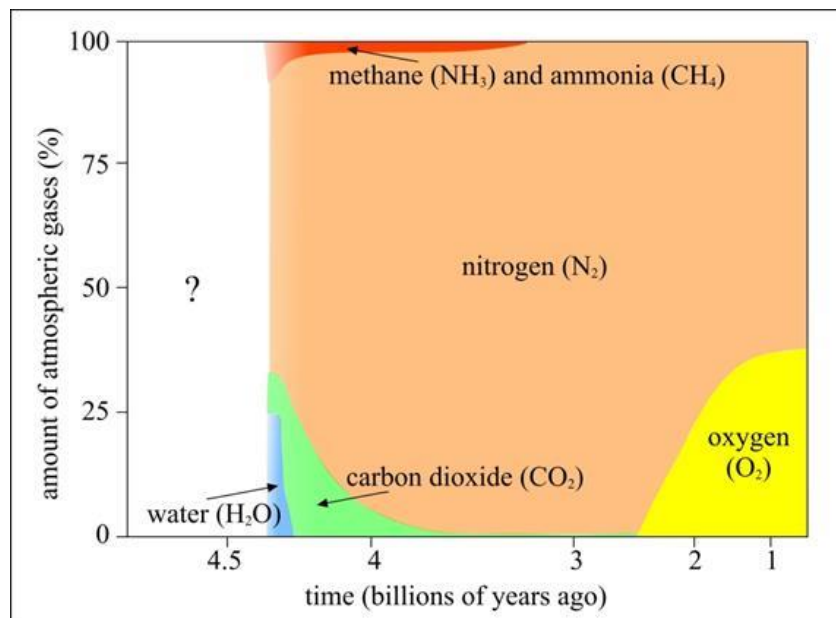
- Az a tudományág, amely egészségünk megvédésének, a betegségek elkerülésének a levegővel kapcsolatos kérdéseit tanulmányozza
- Levegőhigiénés tevékenységek:
 - A levegő minőségének vizsgálata
 - A levegőminőség hatásának vizsgálata
 - Alkalmazott levegőhigiéne

A levegő összetétele



- Állandó összetevők: nitrogén (78%), oxigén (21%), argon (0,93%), széndioxid (0,03%)
- Nyomanyagok:
nyomgázok és aeroszolok
csekély mennyiség, fontos szerep
Mennyiségük jellemző lehet az adott területre,
magasságra, légtömegek eredetére stb.
- Aerodiszperz rendszer
- Névleges molekulatömeg: 28,973 g/mol

A levegő összetétele



Chemical species		Concentration	Residence time	Sources					
Name	Formula			Biospheric	Anthropogenic	Photochemical	Volcanic	Radiogenic	Other
Nitrogen	N ₂	78.084%	1.6×10 ⁷ years	✓			✓		
Oxygen	O ₂	20.946%	3×10 ³ –10 ⁴ years	✓					
Argon	Ar	0.934%						✓	
Water vapour*	H ₂ O	0–4% (0–40 000 ppm)	10 days	✓	✓	✓	✓		(1)
Carbon dioxide	CO ₂	3.94×10 ⁻² % (394 ppm)	20–150 years	✓	✓	✓	✓		
Neon	Ne	1.818×10 ⁻³ % (18.18 ppm)					✓?		
Helium	He	5.24×10 ⁻⁴ % (5.24 ppm)	10 ⁷ years					✓	
Methane	CH ₄	1.79×10 ⁻⁴ % (1.79 ppm)	10 years	✓	✓				
Krypton	Kr	1.14×10 ⁻⁴ % (1.14 ppm)						✓	
Hydrogen	H ₂	5.3×10 ⁻⁵ % (0.53 ppm)	2 years	✓	✓				(2)
Nitrous oxide	N ₂ O	3.25×10 ⁻⁵ % (0.325 ppm)	150 years	✓	✓				
Carbon-monoxide	CO	5–25×10 ⁻⁶ % (0.05–0.25 ppm)	0.2–0.5 year	✓	✓				
Xenon	Xe	8.7×10 ⁻⁶ % (0.087 ppm)							
Ozone	O ₃	1–5×10 ⁻⁶ % (0.01–0.05 ppm)	weeks - months				✓		
Nitrogen-dioxide	NO ₂	0.1–5×10 ⁻⁷ % (0.001–0.05 ppm)	8–10 days	✓	✓	✓			
Ammonia	NH ₃	0.01–1×10 ⁻⁷ % (0.0001–0.01 ppm)	~5 days	✓	✓				
Sulphur-dioxide	SO ₂	0.003–3×10 ⁻⁷ % (0.03–30×10 ⁻³ ppm)	~2 days	✓	✓	✓			
Hydrogen-sulphide	H ₂ S	0.01–6×10 ⁻⁸ % (0.01–0.6×10 ⁻³ ppm)	~0.5 day	✓	✓		✓		

A levegő összetétele



Fontosabb vegyületek:

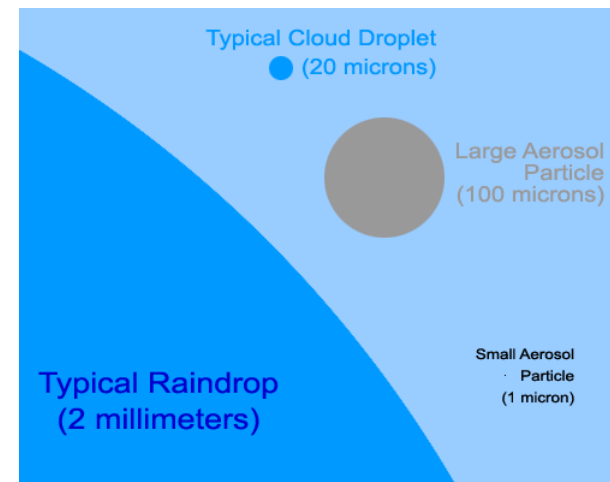
- **Szén-dioxid:** 0.03 v%, üvegház hatás
- **Víz:** mennyisége tág határok között
- **Ózon:** légköri, föld közeli
- **Nitrogénvegyületek:** 1500×10^6 t/év
- **Kénvegyületek:** 180×10^6 t/év (50×10^6 t/év emberi)
- Tartózkodási idő (egy molekula átlagosan mennyi időt tölt a légkörben (pl. szén-dioxid 20-150 év)

Az aeroszol jellemzői:



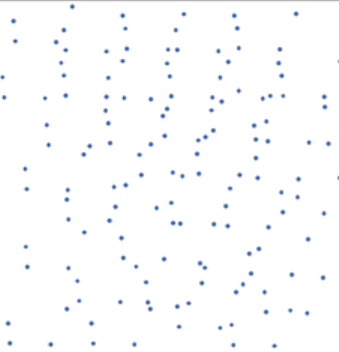
Három csoport: durva ($d > 2,5 \mu\text{m}$), finom ($d < 2,5 \mu\text{m}$) és ultrafinom ($d < 100 \text{ nm}$)

Tömegkoncentráció: az aeroszol egységnyi térfogatában mért részecskeanyag (szilárd és folyadékcsepp) tömege (tengeri levegőben pl. 1 m^3 levegőben $1 \mu\text{g}$)

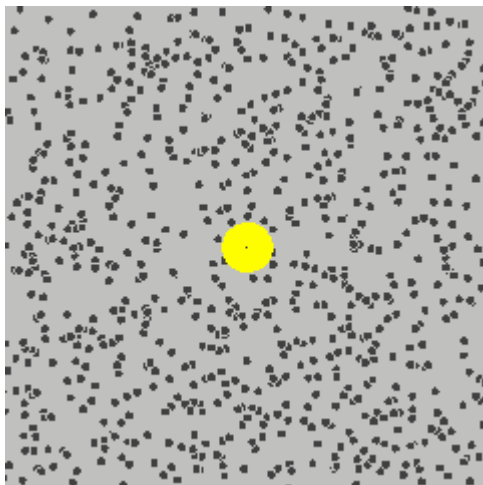
Részecskék száma



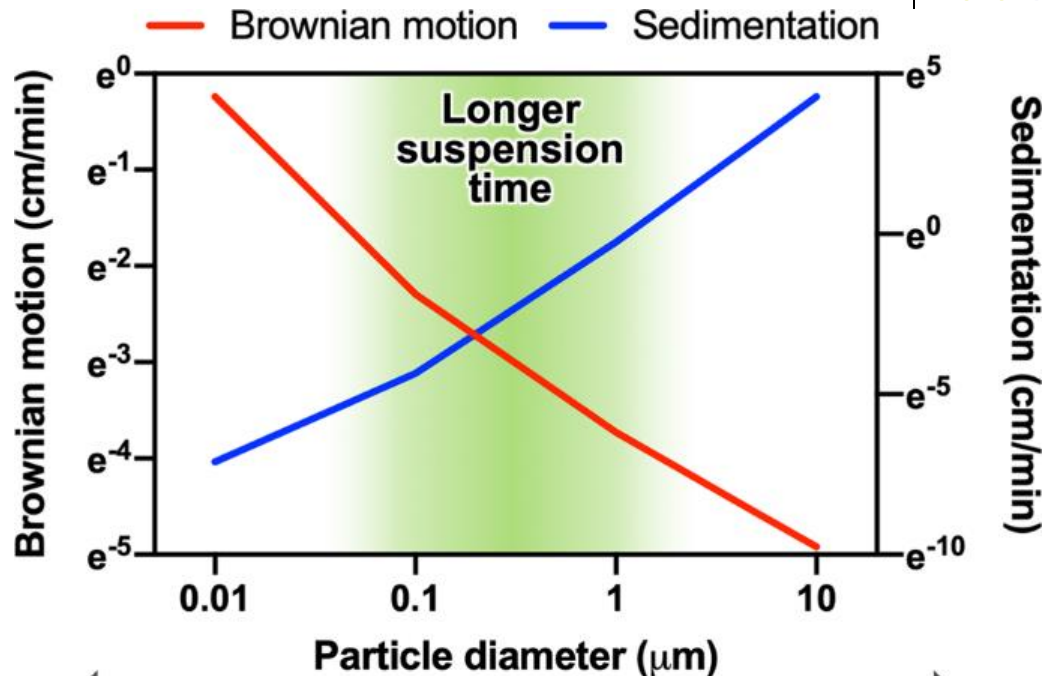


	10 μm (Coarse)	2.5 μm (Fine)	0.1 μm (Ultrafine)
			
Total mass	1	1	1
Particle number	1	64	1,000,000
Surface area per particle	1	0.0625	0.0001
Total surface area per mass	1	4	100
	<ul style="list-style-type: none"> • Filtered in proximal airway • May irritate skin, mucosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Reaches peripheral airway • Cannot enter systemic circulation 	<ul style="list-style-type: none"> • Higher adsorbed toxic material on surface • May enter systemic circulation

Méret és sors



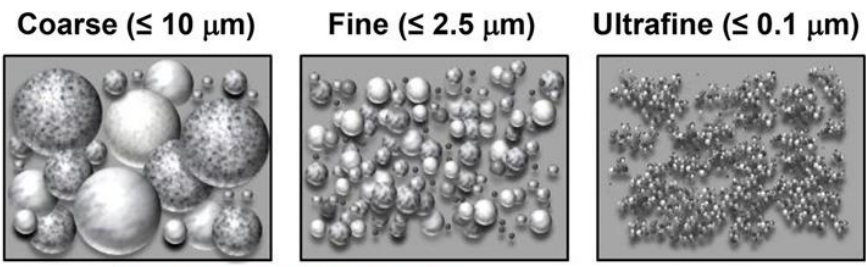
Az ultrafinom részecskék gyorsan kiülepednek a Brown mozgás következtében, különösen a <20 nm mérettartományban. A durva aeroszol szemcsék szedimentációval, tehetetlenségük következtében és intercepció (elfogás) révén ülepednek ki. 30 nm és 1 μm mérettartományban tapasztalható a leghosszabb légköri tartózkodási idő, mert itt a legkisebba kiülepedésre való hajlam. Ezek a részecskék hosszú ideig akumulálódnak a légkörben.



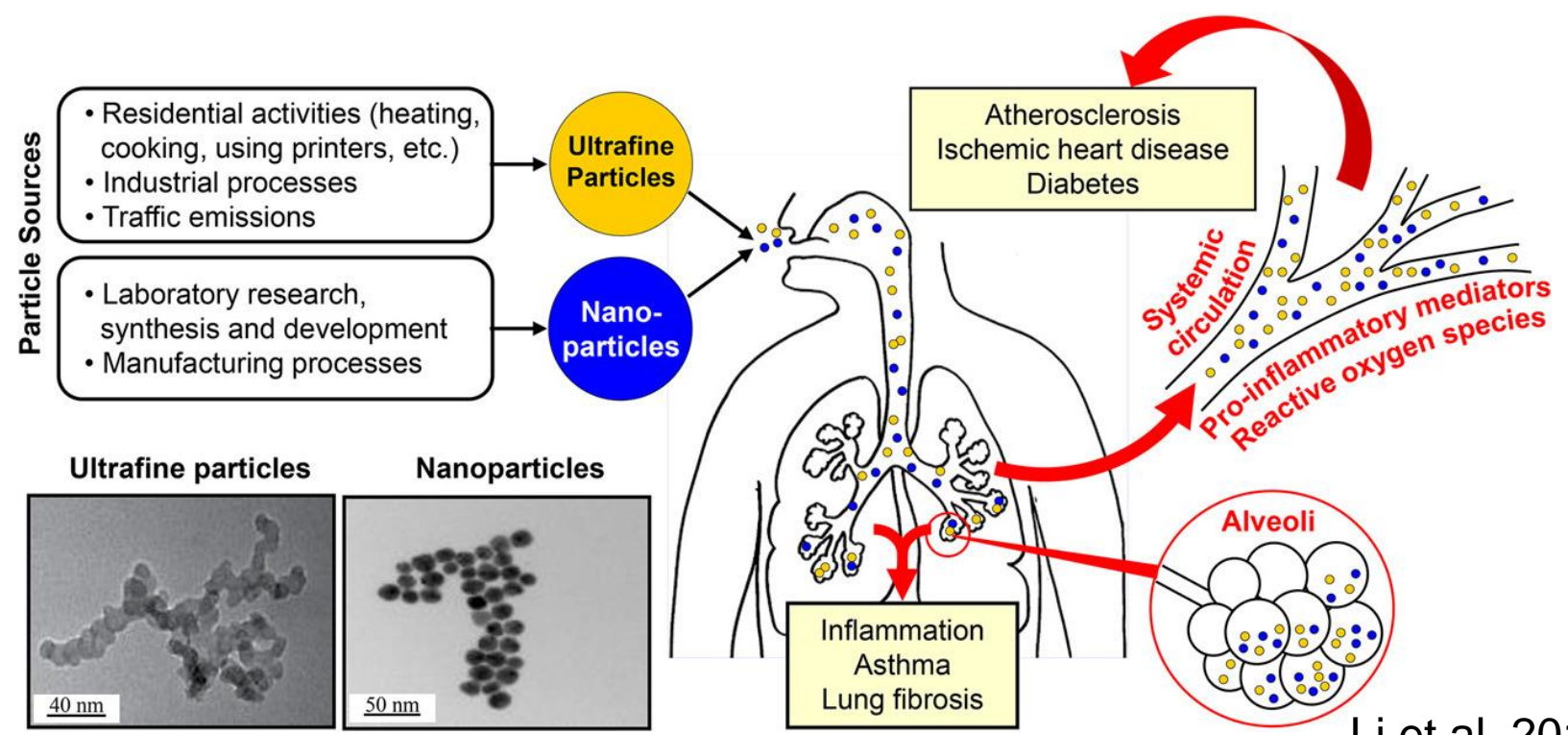
• Brownian diffusion

- Sedimentation
- Impact by inertia
- Interception

Kwon et al. 2020



Upper Airway  Lower Airway



Li et al. 2016

Aeroszol részecskék száma a levegőben



- 1 cm³ levegőben, normál hőmérsékleten lévő aeroszol részecskék száma.

Jellemző	Nagyváros	Vidéki levegő	Magasság (3000 m)
Szám (cm ⁻³)	100 000	10 000	100

Forrás: www.tankonyvtar.hu

- Az aeroszol részecskék
 - Szórják és elnyelik a napsugárzást (éghajlatváltozás!)
 - Szabályozzák a látótávolságot
 - Kondenzációs magvak - közreműködnek a felhőképződésben (csapadékképződés!)

A légkör szerkezete

Homoszféra és heteroszféra (1500 km)

Homoszféra (kb.85 km):

A légkör relatív összetétele állandó

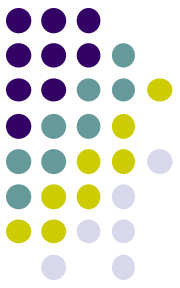
- Troposzféra (8-15 km-ig, időjárás, légköri levegő 90%-a, hőm. magassággal csökken)
- Sztratoszféra (50 km-ig, hőm. magassággal nő)
- Mezoszféra (hőm. magassággal csökken)

Heteroszféra

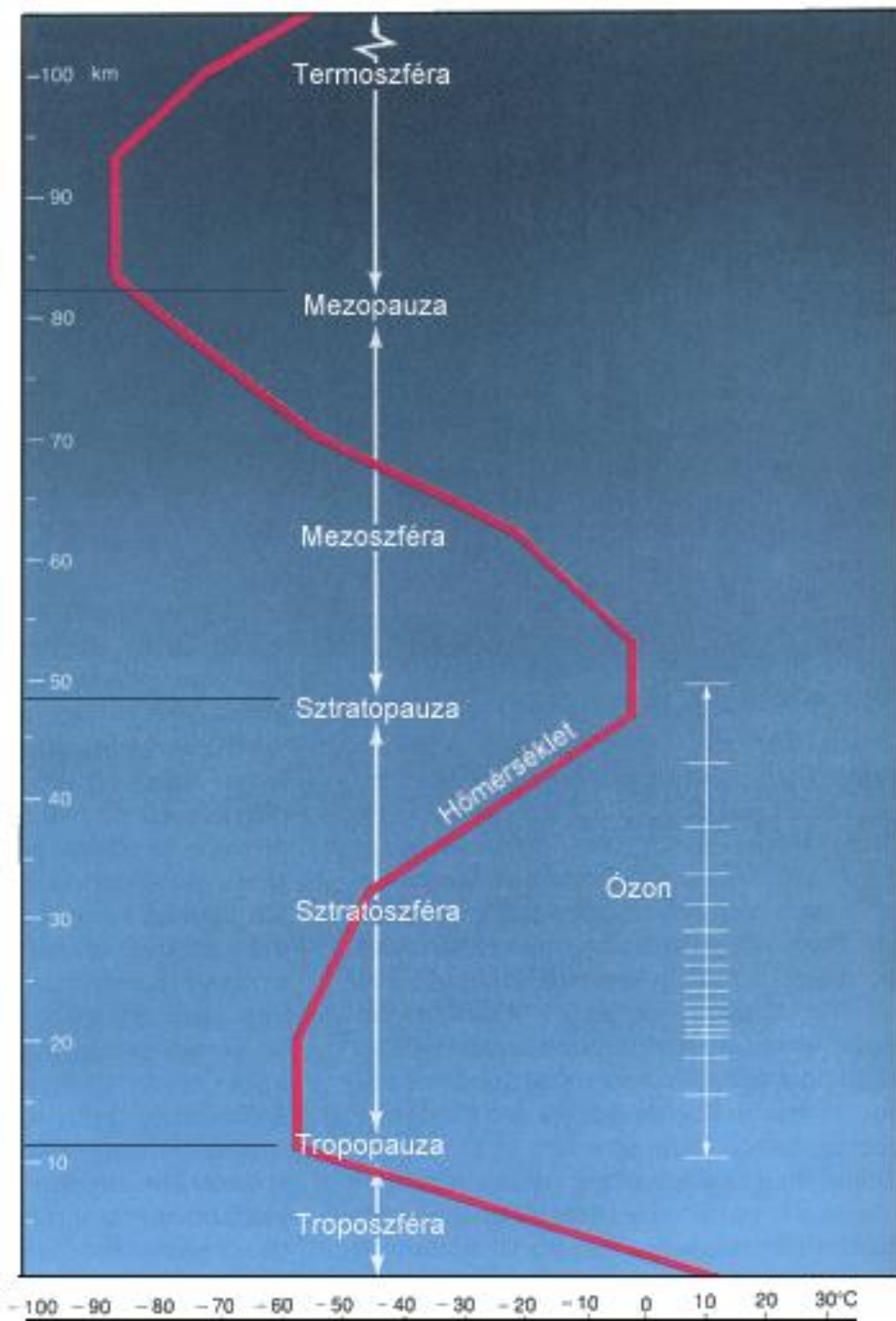
- Mezopauza (kb.85 km, -80°C , a leghidegebb réteg)
- Termoszféra (hőmérséklet nő)

Ionoszféra (60-400 km)

Napsugárzás ionizáló hatására jön létre

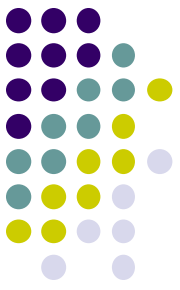


A légkör szerkezete

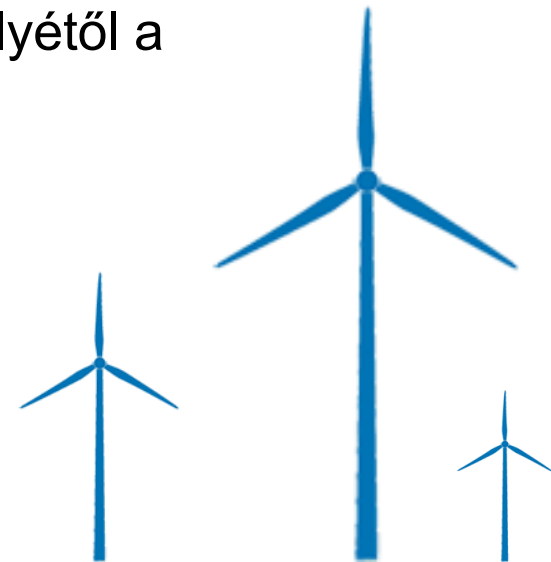


(Forrás: Környezetünk
magazin
www.kornyezetunk.hu)

A légkör fizikai jellemzői



- Szél (napsugárzás): légtömegek talajszint feletti áramlása: lehet turbulens v. lamináris
- Hőmérséklet (napsugárzás, földsugárzás, vegyi reakciók, légáramlások)
- Nedvességtartalom (páratartalom): abszolút és relatív páratartalom, harmatpont
- A levegő nyomása:
A földfelszín v. légkör egy helyén a vonatkoztatás helyétől a határáig terjedő légoszlop súlya
- Ciklonok
- Légköri elektromosság

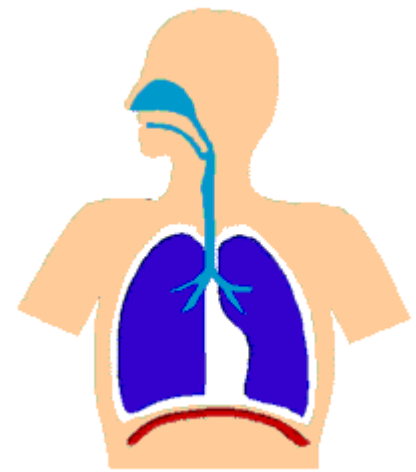


A levegő élettani vonatkozásai



- A légkör mint biotóp
- A légkör kialakulása
 - Élet megjelenésekor redukáló jellegű atmoszféra
 - Szabad oxigén nem volt
 - Oxigén forrása: víz fotodisszociációja (UV)
 - Önszabályozó rendszer
 - Urey-szint: az a maximális oxigénszint, melyet fotodisszociáció révén el lehet érni (kb. ezred része a mai koncentrációnak (0,001 PAL) Ezen a szinten a fotodisszociáció leáll, ennél magasabb oxigénkoncentráció csak biológiai úton érhető el.
 - Fotoszintézis (növények)
 - Nagyjából 1 milliárd éve a légköri oxigénmennyiség elérte a mai szint 1%-át (Pasteur-szint) --> fermentáció helyett légzés

A légzés



- A légzés élettana
- A légzés három fő szakasza:
 - Külső légzés (a külső légtér és a vér közötti gázcsere a tüdőben)
 - Belső légzés (a sejtek, szövetek oxigénfelvétele)
 - Sejtlégzés (biológiai oxidáció)
- 16-18-szor 0,5 liter levegő (12 m³/nap)
- Az oxigénfelvételt befolyásoló tényezők
 - Oxigén részaránya
 - Parciális nyomása
 - Összes légnyomás
 - Tüdőfelszín nagysága

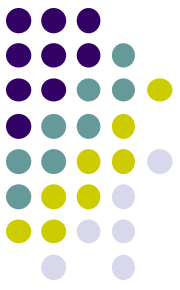
A levegő élettani hatásai



- Az oxigén koncentráció hatása (7%, halál!)
- A széndioxid koncentráció hatása
- A levegő nyomásának hatása (barotrauma, keszon kór)
- A levegő hőmérsékletének hatása (15-25°C)
- A levegő nedvességtartalmának hatása
- Légmozgás hatása (0,3 m/s alatt)
- Légköri elektromosság hatása



A légkör levegőhigiénés szempontból fontos fizikai jellemzői



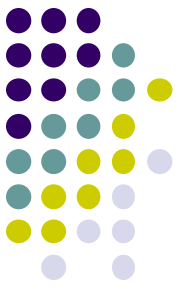
- Az időjárás

Az időjárást a levegő hőmérséklete, páratartalma, nyomása, a légmozgások ereje és iránya, a felhőzet és a csapadék, valamint a napsugárzás és a légköri elektromosság együttesen alakítják ki. Az időjárás a légkör fizikai tényezőinek állapota, adott időben, adott helyen. Az időjárás befolyásolja a lakosság egészségi állapotát.

Klíma vagy éghajlat alatt egyes területekre korszakosan jellemző meteorológiai viszonyokat értjük.



A légkör levegőhigiénés szempontból fontos fizikai jellemzői



Emberközpontú csoportosítás

- Makroklíma (további felosztás)
- Mezo-klíma
- Mikroklíma

Kiterjedés szerint

- Természetes
- Mesterséges

● **Makroklímák:**

- Sarki klíma
- Mérsékelt égövi klíma
- Forró klíma
- Tengeri klíma
- Szárazföldi (kontinentális) klíma
- Magaslatti klíma

● **Városklíma (mezo), lakásklíma (mikro)**

● **Akklimatizációs képesség**

A légkör levegőtisztaság szempontból fontos fizikai jellemzői



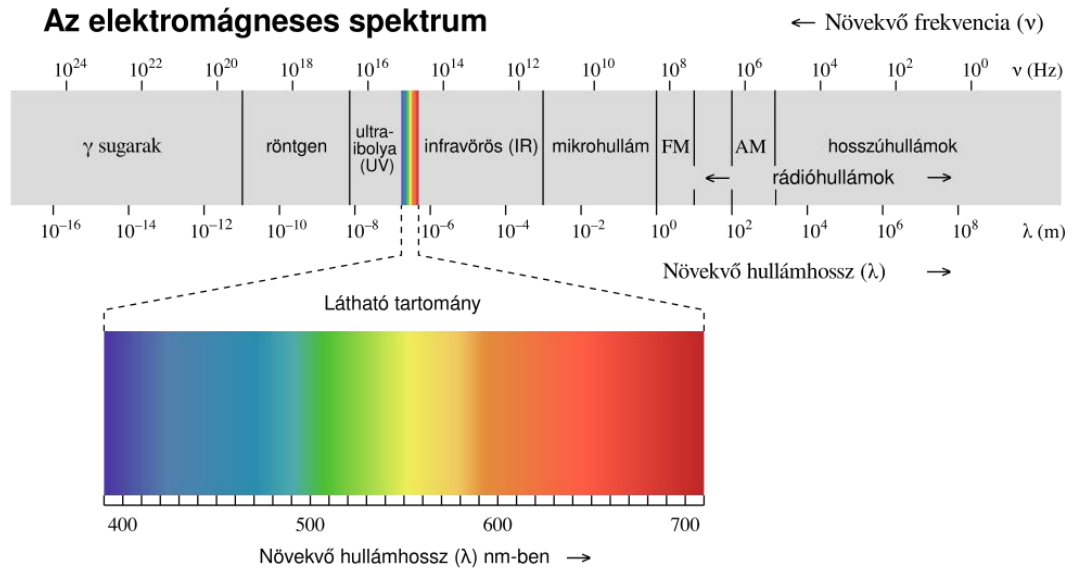
• A napsugárzás

- Biológiai hatást befolyásolja: hullámhossz, energia
- Nem egyenletes (napfoltok)
- Hő-, fény- és ibolyántúli sugarak
- Hő, vagy infravörös: hosszabb: 510000-2300 nm
2300-780 nm, (Nap teljes spektrumának 60%-a)



- Látható fény: 780-600 nm vörös, 600-580 nm sárga, 580-500 nm zöld, 500-430 nm kék, 430-360 nm ibolya

- UV: 360-289 nm (1%)
- (UV-A, UV-B, UV-C)
- Élettani hatások



Témafelvetés



A légköri levegő szennyezettsége

- A szennyeződés folyamata, forrásai
- A leggyakoribb légszennyező anyagok bemutatása (forrásai, jellemzői)
- A szennyezések mozgása, terjedése, mintázása
- Légszennyező anyagok hatásai (környezet, anyagi javak, egészség)
- A levegő, mint gyógytényező

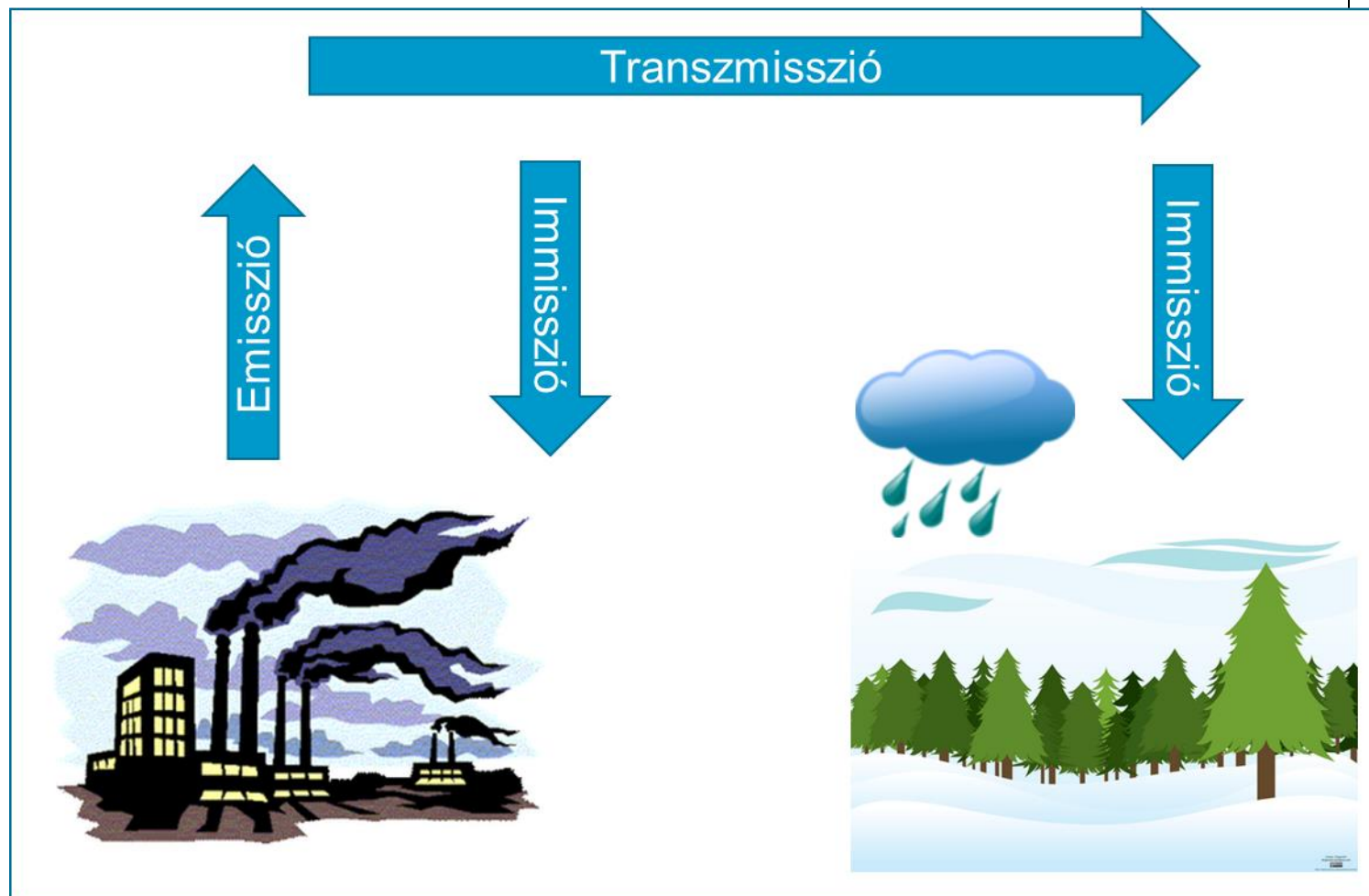
Definíció

Emissziónak nevezzük a szennyező-forrásokból történő elsődleges (primer) szennyezőanyag kibocsátást.

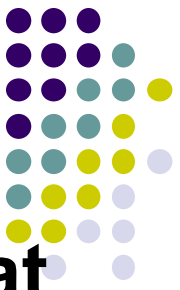


Transzmissziónak nevezzük a szennyezőanyag útját, terjedését a környezetben. Transzmisszió során az eredeti (primer) szennyezőanyag átalakulásokon mehet keresztül.

Immissziónak a környezeti elemekben, a szennyezés eredményeként létrejövő, mérhető szennyezőanyag koncentrációkat értjük, szűkebb értelemben a szennyezőanyag kibocsátás során a környezeti levegőbe került gázok és aeroszol részecskék koncentrációját vagyis a légszennyezettség mértékét nevezzük immissziónak.



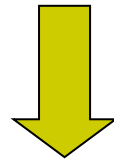
Az elszennyeződés folyamata



- **Energiafelhasználás növekedésével mutat összefüggést**
- **Két világháború (VH) között első füstköd-katasztrófák**
- **II. VH után két tényező:**



Gépjármű közlekedés növekedése
Vegyipar fejlődése



Szennyezett régiók, globális szennyezés





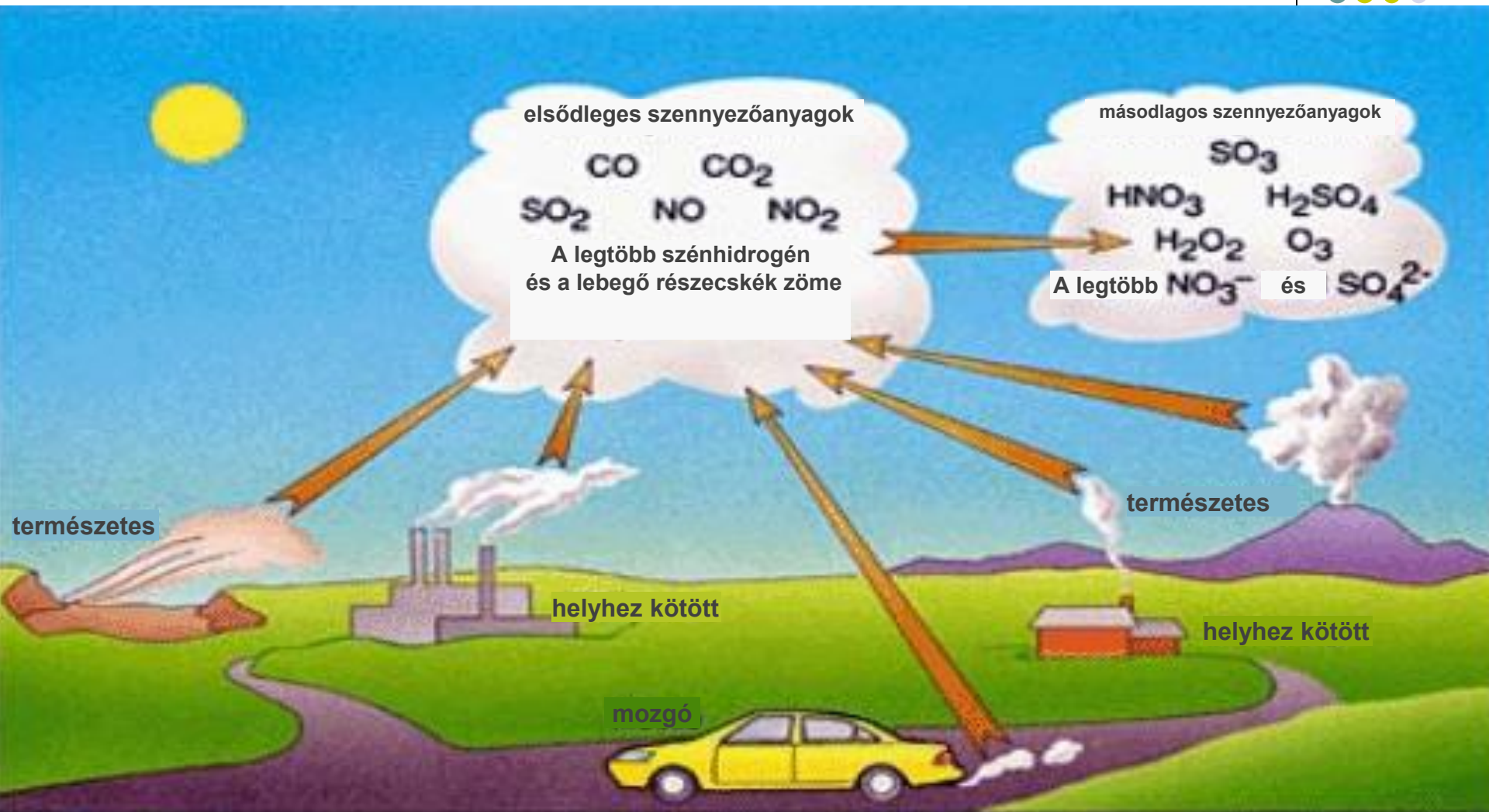
A szennyezés forrásai

- **Természetes eredetű (hullámverés, tengeri élőlények, litoszféra, vulkáni tevékenység, növényzet, állatvilág)**
- **Mezőgazdasági tevékenység (természetes anyagok; kemizáció)**
- **Mesterséges eredetű:**

Definíció:

Primer-; szekunder szennyező források, anyagok

A szennyezés forrásai



A légszennyező anyagok típusai és forrásai

Az egyes szennyezőanyagok, melyekre határérték került megállapításra (A-Z)



- Aceton
- Akrolein
- Amil-acetát
- Ammónia
- Benzin
- Benzol
- Biol. aktív anyagok
- Bűzanyagok
- Ciklohexanon
- Fémporok és gőzök
- Fenol
- Fertőző anyagok
- Fluoridok
- Formaldehid
- Füstgáz, pernye
- Hidrogén-szulfid
- Hígany
- Kén-dioxid (SO₂)
- Kénsav
- Klór



Az egyes szennyezőanyagok, melyekre határérték került megállapításra (A-Z)



- Korom
- Metil-alkohol
- Nitro-benzol
- Nitrogén-dioxid
- Nitrogén-oxidok
- Ólom
- Ózon
- Policiklusos CH-k
- Szállópor
- Ülepedő por
- Salétromsav
- Sósav
- Szén-dioxid
- Szén-monoxid
- Sztírol
- Toluol
- Triklór-etilén
- Xilol

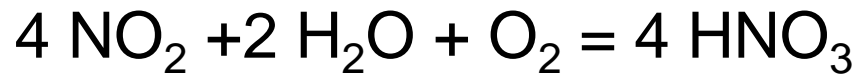


A leggyakoribb szennyezőanyagok



- **Kéndioxid (SO₂)**

Színtelen, jellegzetesen szúrós szagú, köhögésre ingerlő gáz. Vízben nagyon jól oldódik, azzal kénessavvá egyesül. A levegőnél nehezebb. Oxigénnel csak katalizátorok jelenlétében vegyül. Erélyes redukálószer, a szerves festékek egy részét elszínteleníti. Élő szervezetre mérgező hatású. Tisztán belélegezve fulladásos halált, néhány század százaléknyi mennyisége légzési nehézséggel járó mérgezési tüneteket okoz. Különösen érzékeny rá a növényzet.



A leggyakoribb szennyezőanyagok

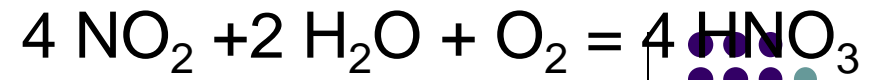
- **Nitrózus gázok NO, NO₂, NO_x**

NO_x elemeiből természetes úton pl. villámláskor, vagy aerob talajbaktériumok tevékenysége során képződik. Jellemző emisszió: fosszilis tüzelés, energiatermelés, közlekedés.

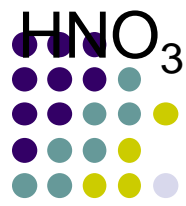
A nitrogén-monoxid színtelen, vízben kevésbé oldódó gáz. Nehezebb a levegőnél. A nitrogén-monoxidot ingerület-átvivő anyag, részt vesz számos fiziológiai folyamatban. A vér haemoglobinja megköti. Igen reakcióképes: a levegő oxigénjével azonnal nitrogén-dioxiddá alakul.

A nitrogén-dioxid vörösbarna színű gáz, a levegőnél nehezebb. Ugyancsak nagyon reakcióképes, vízben oldódik. Víz jelenlétében salétromsavvá oxidálódik.

A légköri folyamatokban fontos szerepet játszik (ózon-képződés, nyári szmog, nitrát vegyületek prekursora)



A leggyakoribb szennyezőanyagok



A leggyakoribb szennyezőanyagok



- **Fluoridok F, HF**

Az elemi fluor sárgászöld, szúrós szagú, a levegőnél sűrűbb gáz. Valamennyi elem közül a legreakcióképesebb. Hidrogénnel hevesen egyesül, a vizet is bontja. A hidrogénfluorid szobahőmérsékleten forr. Vízzel minden arányban elegyedik. Az üveget oldja. A fluor és a hidrogénfluorid az élő szervezetre igen veszélyes, nagyon agresszív mérég. A fluoridok közül levegőszennyezőként főleg a vízben oldható alkálifluoridok jöhetnek számításba.

A leggyakoribb szennyezőanyagok



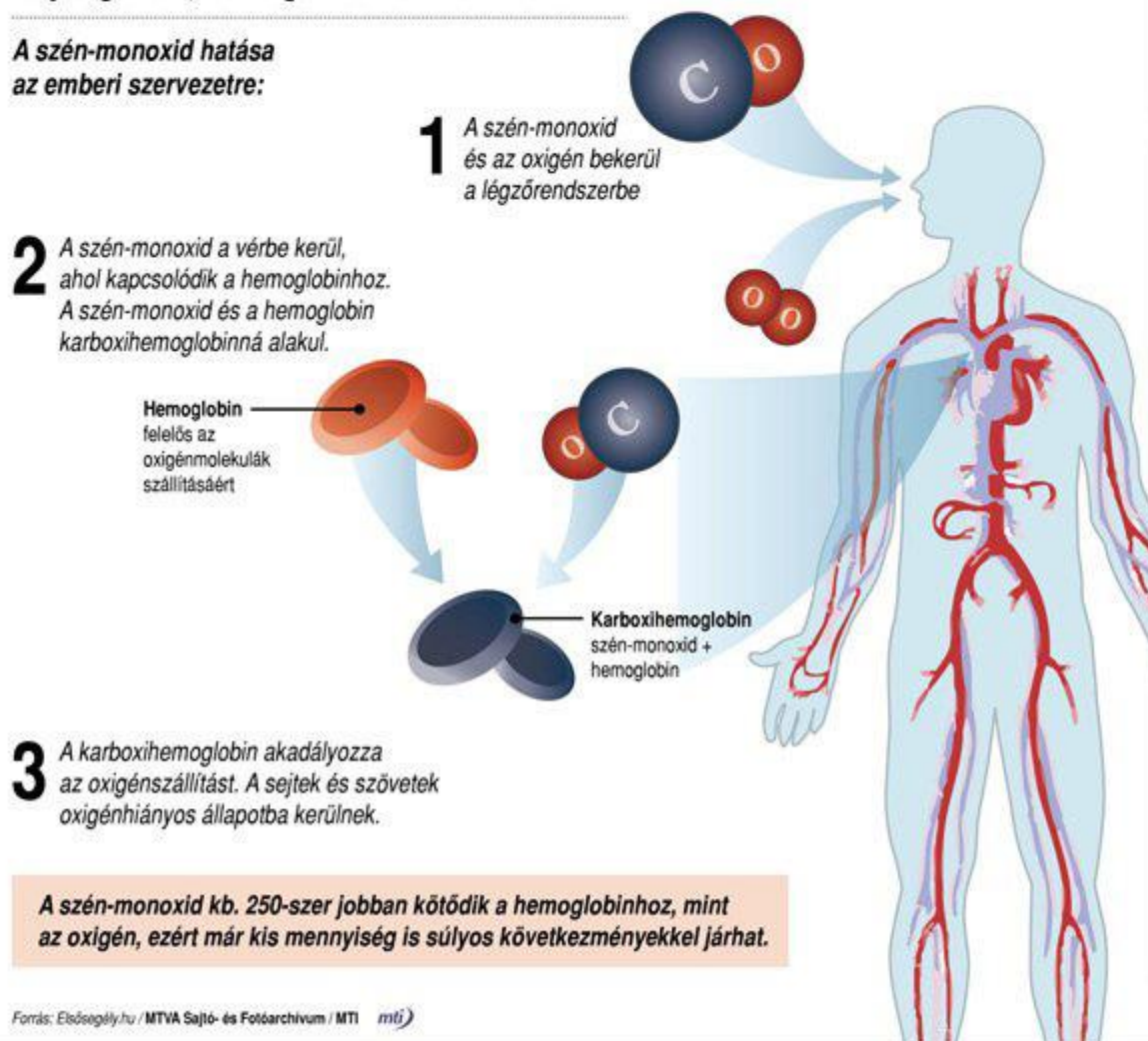
• Szén-monoxid (CO)

Színtelen, szagtalan, vízben kevésbé oldódó, szobahőmérsékleten nehezen oxidálható gáz. A levegőnél kissé könnyebb. Rendkívül mérgező emberre és állatra egyaránt. A vérben igen stabil szénoxidhaemoglobin alakjában halmozódik fel. Tökéletlen égés során keletkeznek.

Szén-monoxid-mérgezés

A szén-monoxid színtelen, szagtalan, a levegőnél valamivel könnyebb gáz. Szén-monoxid mérgezés leggyakrabban tüzelőberendezésekkel ellátott helyiségekben, illetve garázsokban fordul elő.

A szén-monoxid hatása az emberi szervezetre:



A szén-monoxid kb. 250-szer jobban kötődik a hemoglobinhoz, mint az oxigén, ezért már kis mennyiség is súlyos következményekkel járhat.

A leggyakoribb szennyezőanyagok



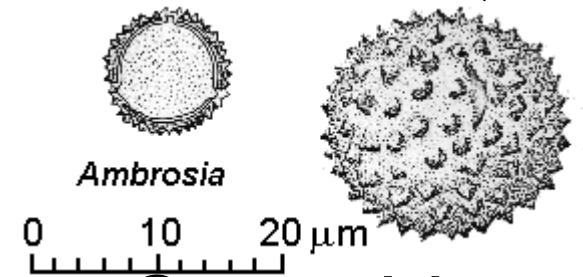
• Szilárd szennyezések

- *Ülepedő por* (szedimentum, vagy aeroszeszton). Az ülepedő port vízben oldódó és vízben oldhatatlan, valamint szerves és szervetlen frakciókra szokás osztani; *szálló por* (hosszabb ideig lebegve maradó, kb. 10 μm -nél kisebb átmérőjű részecskék)
- Aeroplankton
- A szilárd szennyeződések fő alkotói a pernye és korom, a talajfelszínről, közlekedésből, iparból származó por, amelyeknek összetétele igen változó.
- Megkülönböztetünk toxikus és közömbös porokat (toxikus porokra szigorúbb előírások érvényesek). Toxikusnak minősülnek a biológiailag aktív mezőgazdasági szerek porai, mint a peszticidek, fungicidek, herbicidek, illetve a régebben jórészt közlekedési eredetű ólom is, valamint a különféle rákkeltő vegyületek.

Aerobiológia



- Az aerobiológia a levegőben élő növényi és állati szervezetekkel és azok társulásaival foglalkozik.
- A higiéné szempontjából ezek közül az aeroplankton bír jelentőséggel. (aeroplankton: a levegőben lebegő mikroorganizmusok: a vírusok, baktériumok, algák; spórák és a pollen.)
- Levegőben lebegő mikróbák
- Allergizáló pollen (*Ambrosia*, *Cannabis*, *Poaceae*, *Artemisia*, *Betula*, *Urticaria*)



A leggyakoribb szennyezőanyagok



- **Fotokémiai oxidánsok**

A levegőt szennyező különféle szerves vegyületek valamint a nitrogén-oxidok a napfény, különösen az UV sugárzás hatására kémiai reakciókba lépnek egymással és fotokémiai oxidánsok keletkeznek.

Ózon, valamint a peroxi-acetil-nitrátok /PAN/.

Indikátorként az ózon mennyiségét szokták tekinteni, mely könnyen mérhető. Az ózon igen agresszív anyag az O_3 molekula bomlása következtében létrejövő nascens oxigén miatt. Növényzetnél szövetelhalást, az embernél nyálkahártya irritációt okoz. A PAN anyagok között rákkeltők is vannak.

A leggyakoribb szennyezőanyagok

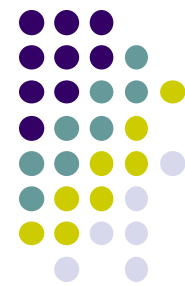


- **Nehézfémek**

A gépjármű-üzemanyag /benzin/ kompressziótűrésének növelésére ólom-tetraetilt adalékoltak hozzá. Az ólom huzamosan belélegezve idegrendszeri károsodást okozhat, gyermekeknél a szellemi képességekre gyakorolt kedvezőtlen hatását figyelték meg.

A nehézfémek /ólom, vanádium, kadmium/ a csontokban akkumulálódnak, és akadályozzák azok fiziológiás fejlődését főként gyermekek esetében. Egyesek (pl. króm VI, kadmium) rákkeltőek!

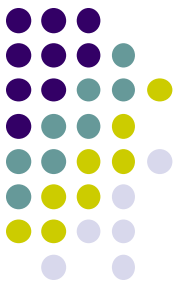
A leggyakoribb szennyezőanyagok



- **Policiklusos aromás szénhidrogének**

A levegőben előforduló leggyakoribb policiklusos aromás szénhidrogének /PAH/ benz-(a)-pirén, az 1,1,2-benzperilén, az 1,2-benzanthracén és a krizén. Fentiek, és még számos más PAH bizonyítottan humán rákkeltő hatású. Tökéletlen égés során, koromhoz kötődve kerülnek a levegőbe: tüzelés, kipufogógáz, dohányzás során.

Levegő mintavétel



- Mintavételi hely kiválasztása
- A **környezeti levegő** nem azonos a zárt terek levegőjével és a munkahelyi levegővel, melyekre külön jogi szabályozás érvényes!
 - Emissziós levegőminta: a technológiai berendezés (kémény, kürtő) olyan pontjáról, mely a technológiai folyamat adott részének működését jellemzi és az üzemmenet változását gyorsan követi.
 - Immissziós levegőminta: légszennyezettség megállapítására

Levegő mintavétel

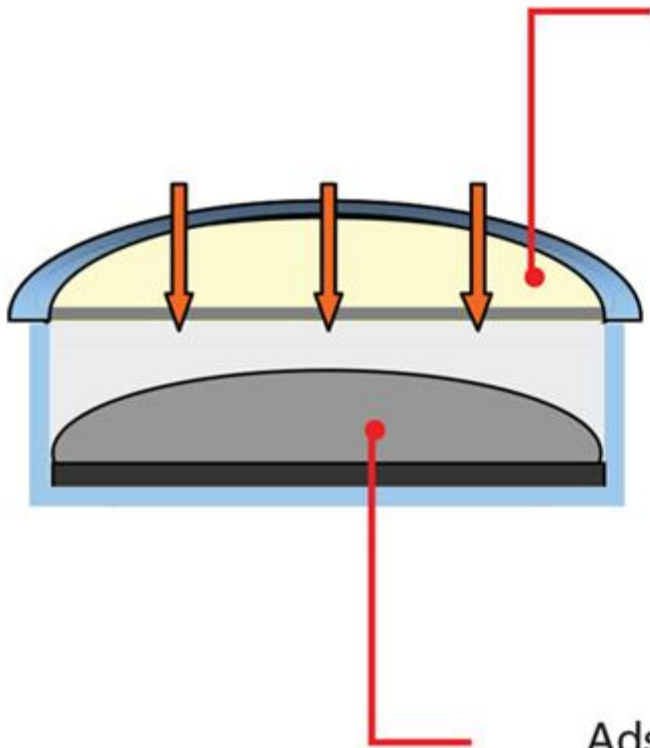


Aktív és passzív (diffúz) mintavételi mód

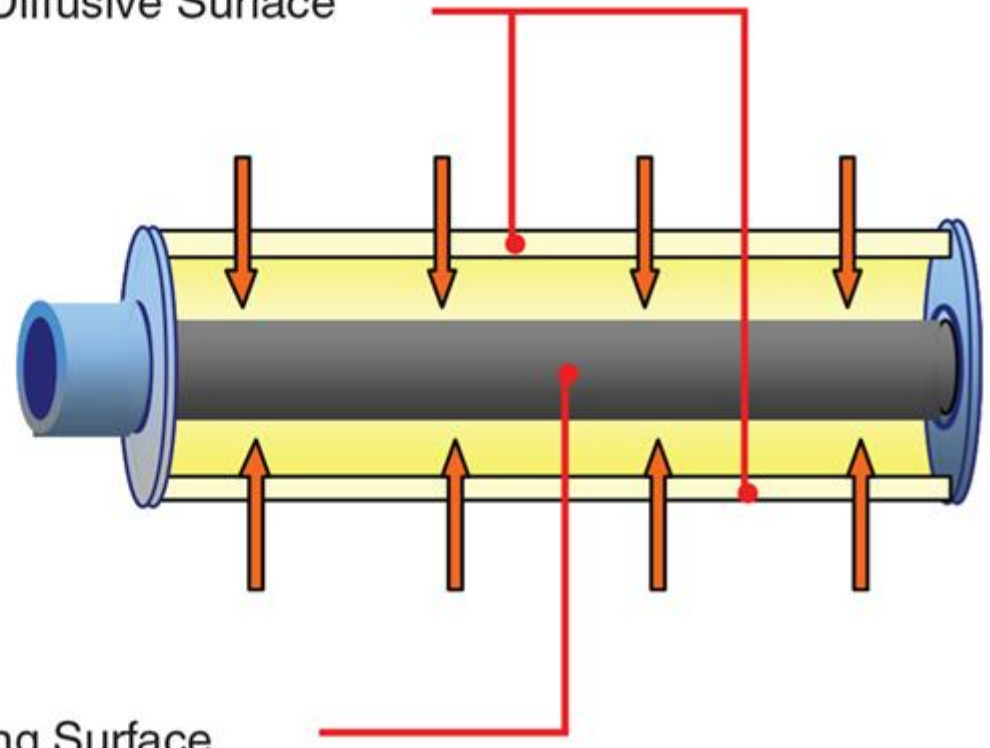
- Aktív: kalibrált pumpa (aktívan áramoltatjuk a levegőt)
PI. Tedlar-zsák
- Passzív: káros anyagok szorbensen való megkötődése
 - axiális mintavételi csövek: Nagy diffúziós felület, a levegőnek kis távolságot kell megtennie a csövön keresztül a szorbensig (5 mm). Rövid mintavételi idő, gyors mintavételi sebesség.
 - Radiális mintavételi csövek: kicsi a diffúziós felület, a levegőnek hosszú utat kell megtennie a csövön keresztül a szorbensig (15 cm). Hosszú mintavételi idő (nagy koncentrációnál 1-8 óra, kis koncentrációnál 3 nap-4 hét).



Diffusive Surface



Axial Sampler



Radial Sampler

Talajlevegő mintavétel



Tedlar zsák



Automata meteorológiai mérőállomás

Levegő mintavétel mikrobiológiai vizsgálathoz. Beltéri levegő mintavevő. Agarral szilárdított táptalaj felületére történik a levegőminta érkeztetése, ahol a levegőeredetű részecskék impakcióval tapadnak ki. A Petri-csészét mintavételt követően az előírt hőmérsékleten inkubáljuk.

A Gastec gázdetektorok vékonyfalú, skálával ellátott üvegcsövek, amelyekről közvetlenül leolvasható a mérendő komponens (gáz vagy gőz) koncentrációja. Minden cső a célvegyületre specifikus reagenst tartalmaz, ami a gázzal vagy gőzzel a légköri koncentrációra jellemző töltet-hosszra (töltetmennyiségre) kiterjedő gyors színreakciót ad.



Füstködök (szmogok)



- Kedvezőtlen időjárási körülmények között kialakuló szennyeződés-halmazódások.
- Két típus:

Los Angeles típusú:

Napos szélcsendes időben, nyáron
Oxidáló hatású komponensek (NO_x ,
 O_3 , szénhidrogének)

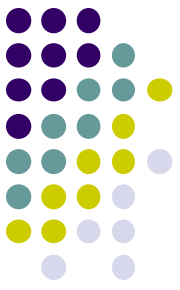
London típusú:

Borús, párás hideg időben

Redukáló hatású komponensek (SO_2 ,
korom, CO)



Légköri folyamatok



- Szennyezőanyagok körforgása
- Sok tényező hat rájuk:

Kapcsolat a levegővel, más szennyezőanyagokkal

Kozmikus hatások: hő, fény, UV, radioaktív sug.

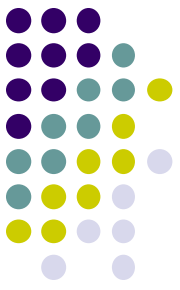
Fémionok (katalizátorok)

Légköri víz

Oxidáló-redukáló anyagok

- Reakciók energiaszükséglete (fény, hő, UV)
- Bomlások (inkább) és szintézisek
- Természetes öntisztulás

A természetes öntisztulás folyamatai



Három csoport

- Szennyezőanyag eltávozik a légkörből
 - Szedimentáció (kiülepedés, kihullás)
 - Impakció és precipitáció
 - Ad- és abszorpció
 - Rain out
 - Wash out
- Szennyezőanyag átalakul (kémiai lebomlás)
- Szennyezőanyag konc. csökken (felhígul)
 - Szelek, turbulenciák
 - Helyrajzi viszonyok

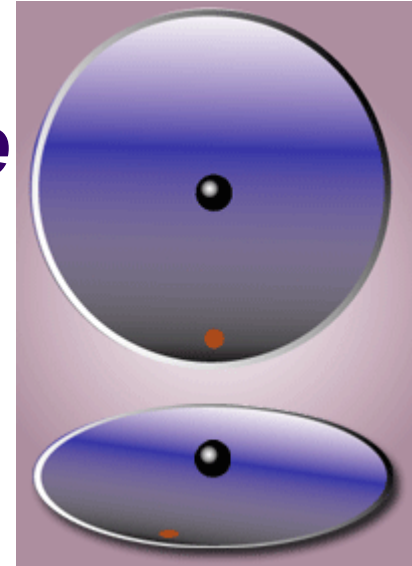
Adsorption versus Absorption

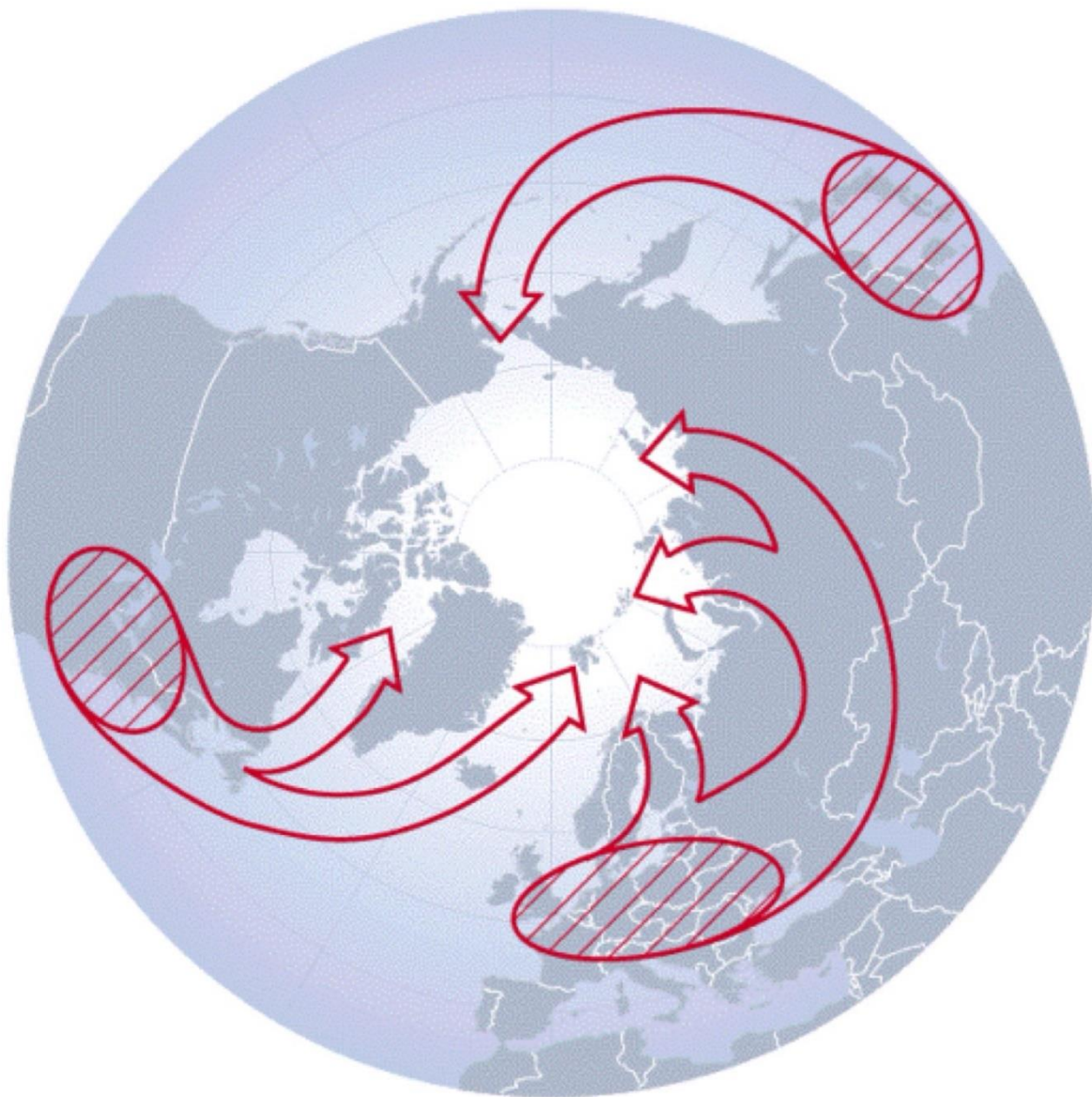


Légszennyező anyagok terjedése

Meghatározza a levegő mozgása

- Szél: levegőmolekulák rendezetlen hőmozgása
- Vertikális szélstruktúrát kialakító tényezők:
 - ↳ Légnyomás különbségek (gradiens erő)
 - ↳ A mozgás folyamán keletkező súrlódási erő
 - ↳ Coriolis-erő
 - ↳ A mozgás pályagörbülete miatt keletkező centrifugális erő
- Turbulencia: áramláson belüli rendezetlen mozgás (termikus és dinamikus lehet)





Főbb ipari területek

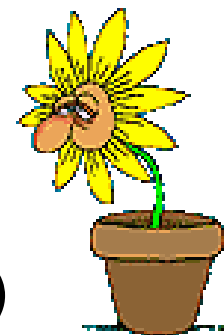
Levegőtisztosítás hatása a környezetre

Alakító – alkalmazkodó szerep



■ Növényzet

- ✿ Indikátor szervezetek (pl. zuzmók)
- ✿ Szennyező anyag típusonként eltérő hatás
- ✿ Típustól, koncentrációtól függő elváltozás
- ✿ Növényfajok közötti különbség (mezőgazdaság)
- ✿ Kedvező levegőtisztító, -tisztító hatás



■ Állatvilág

- ✿ Tipikus kórképek (fluorózis, kanári próba)
- ✿ Mezőgazdasági, ipari, városi területek jellemző problémái
- ✿ Kísérleti állatok

■ Táj-, tájkép



Levegőtisztosítók. hatása az anyagi javakra






„Pénzben jól kifejezhető”



■ Műszaki károk




Közvetlen károk:

-  Fémkorrózió, oldódás, rozsdásodás
-  Építőanyag mállás, kőszobrok
-  Ipari gépek, berendezések, gépjárművek, ipari-, köz-, és lakóépületek, vonalas létesítmények

Közvetett károk:

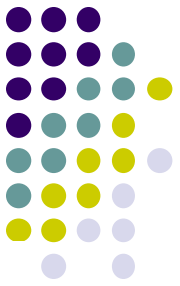
-  Veszteségek
-  Ellenőrzés, mérés költségek

■ Gazdasági károk

-  Anyagi javak
-  Vegetációs kár
-  Egészségügy plusz kiadás

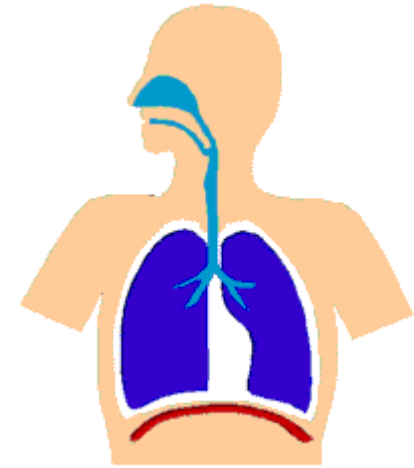
Levegőtisztaság. hatása az egészségre

12 m³ levegő naponta



■ Légzőszervek részei

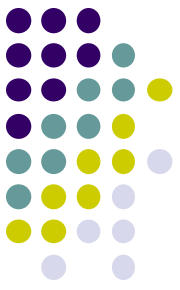
- 🧠 Felső légutak (csillószőrös hengerhám, nyálka)
- 🧠 Mellkas
- 🧠 Tüdő
- 🧠 Alsó légutak (aktív légcseré)
(Reticuloendothelialis rszr., makrofágok)



■ Légszennyezés hatásai az emberre:

- 👤 Légzőszerveken át
- 👤 Bőrfelület szennyezése
- 👤 Szem- és nyálkahártya irritáció
- 👤 Kellemetlen szag
- 👤 Napfény és UV csökkentő
- 👤 Tisztálkodási szükséglet nagyobb, közérzetzavaró

Levegőszennyezés hatása az egészségre



■ Hatások lehetnek:

Kellemetlen hatások, káros hatások, élettani folyamatok megváltozásai, krónikus betegség, akut megbetegedés, halál

■ Légszennyezés élettani hatásai függenek

↳ Külső tényezők

Koncentráció, toxicitás, szinergista, antagonistista hatás, expozíció időtartama, periódusai, környezeti tényezők

↳ Belső tényezők

Az exponált szervezet általános állapota, érzékenysége

■ Bekövetkezés ideje alapján

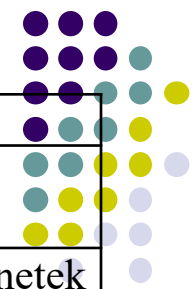
- Short term hatás (rövid időn belül)
- Long term hatás (hosszú idő után)



Levegőhigiénés index



- A Levegőhigiénés Index (LHI) a nemzetközi és a hazai szakirodalom, valamint a vonatkozó jogszabályok alapján definiált mutatószám
- Az elmúlt 24 óra légszennyezettségi szintjét jellemzi az alapszennyező anyagok, így a kén-dioxid (SO₂), nitrogén-dioxid (NO₂), szén-monoxid (CO), ózon (O₃), valamint a szálló por (PM₁₀) tekintetében.
- Kiszámítása a legnagyobb 1 órás koncentráció (SO₂, NO₂, CO), a 8 órás mozgó átlagértékek maximuma (O₃) és a 24 órás átlagkoncentráció (PM₁₀) alapján történik.



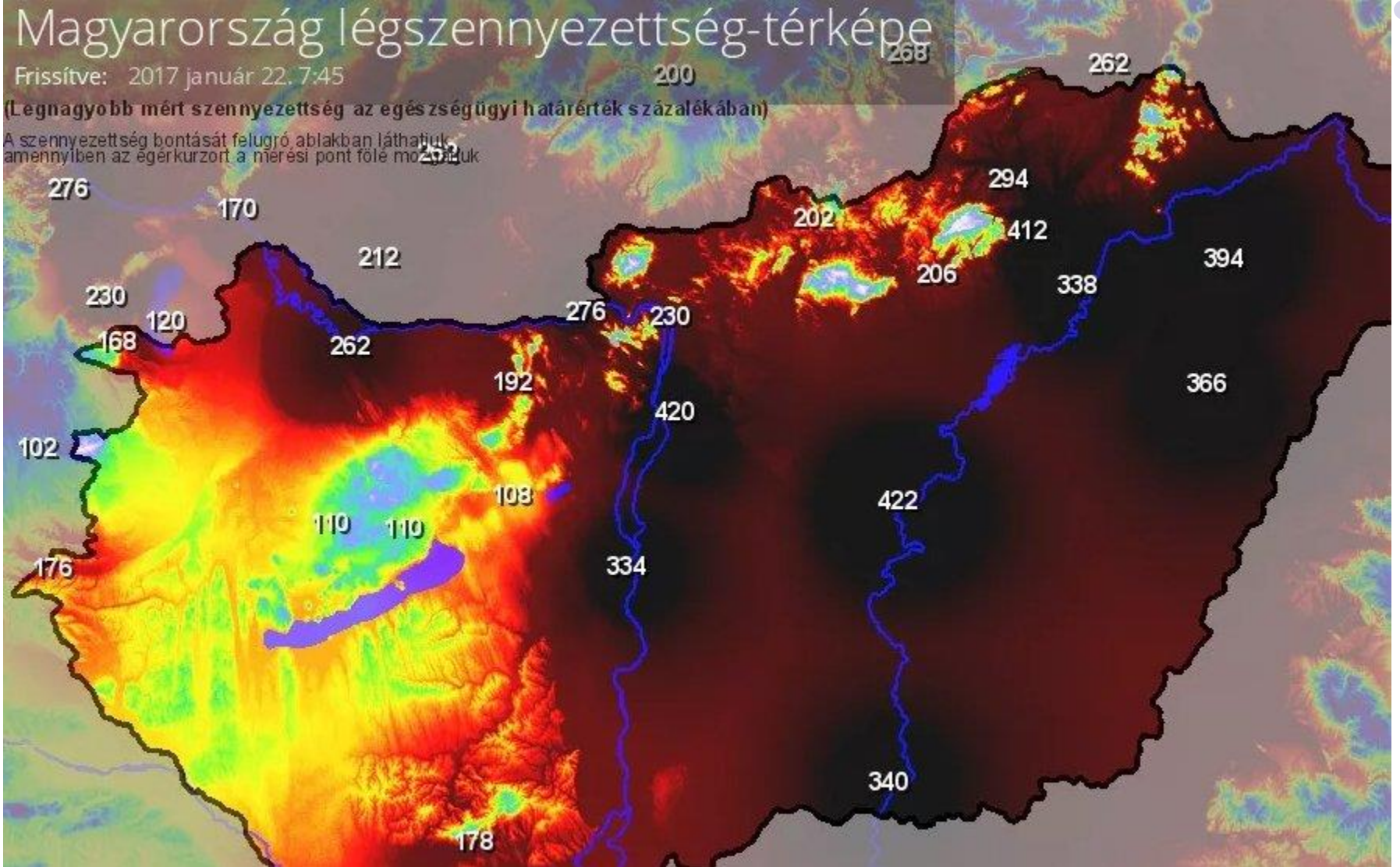
Levegőminőségi Index (LHI)	Akut egészségi hatás
1 megfelelő	Megfelelő levegőminőség, elfogadható kockázat
2 kifogásolt	A potenciálisan veszélyeztetett lakosság körében enyhe tünetek jelentkezhetnek
3 egészségtelen	A tünetek erősödésével számolhatnak a potenciálisan veszélyeztetett lakosságcsoporthoz tartozók, ezért számukra szükség lehet az egyéni védekezésre a hatások elkerülése, illetve mérséklése érdekében
4 veszélyes	A potenciálisan veszélyeztetett személyeknél fokozottabb egészségkárosító hatás várható, de a nagy levegőterheltség miatt bárkinél jelentkezhetnek egészségi panaszok

Az LHI kiszámításához szükséges légszennyezettségi adatokat az

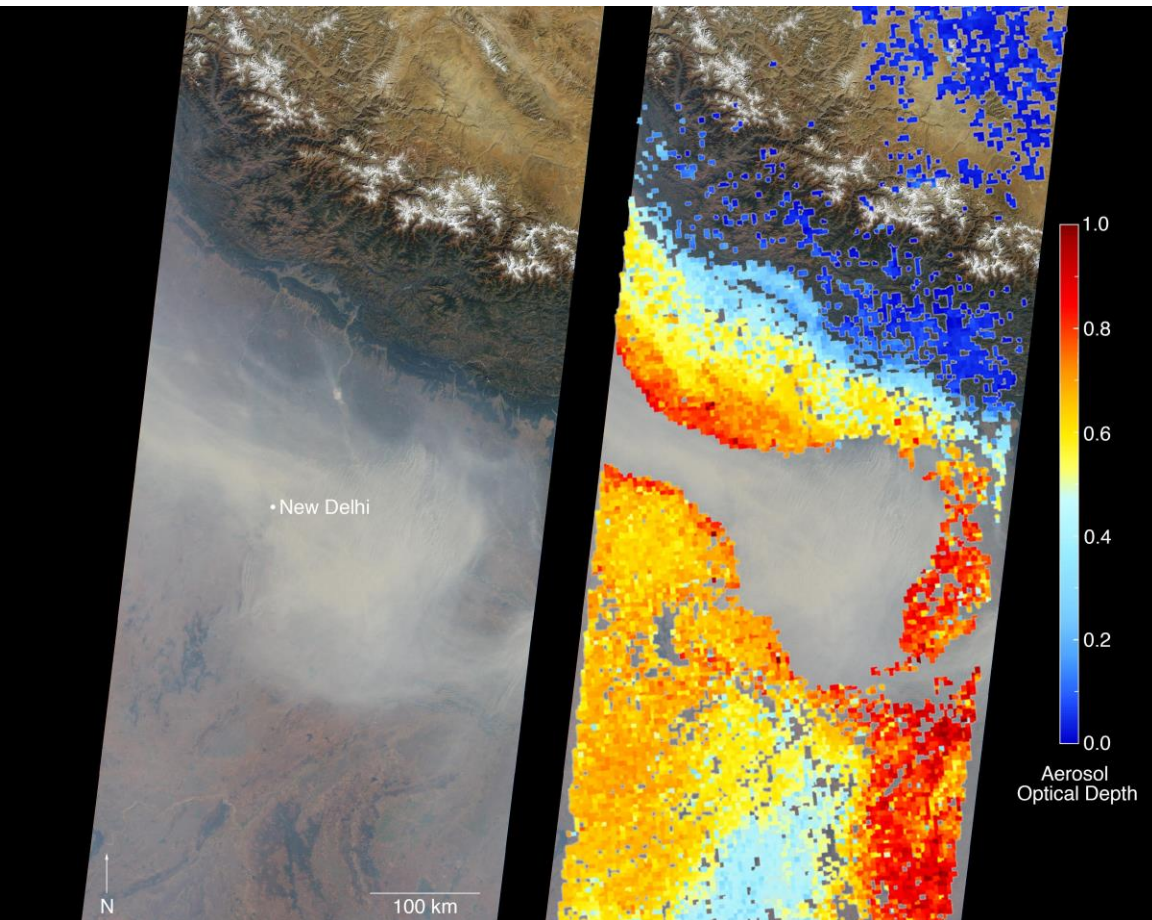
Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat automata mérőállomásainak adatbázisa (<http://www.kvvm.hu/olm>) szolgáltatja

Az egészségi hatások becslése a nemzetközi és a hazai szakirodalom alapján történik.

Egy (nem) átlagos téli nap Magyarországon



Nemzetközi példa - Új Delhi



- 2017 novemberében készült felvétel az aeroszolk sűrűségéről (optikai mélység elve alapján mérve)
- Delhi felett az algoritmus nem tudta megmérni az aeroszolk mennyiségét, ezért felhőnek jelölte a területet.
- A legközelebbi mérési pontokon az optikai mélység 1.0 (piros szín) – a közvetlen napsugárzás 37%-a éri el ennél a szintnél a felszínt.

Levegőszennyezés hatásának regisztrálása



■ **Élettani kísérletek**

Laboratóriumi állatok

Élettani határértékek meghatározása:

- 1.) napi egyszeri max. koncentráció (30 perc),
 - 2.) napi átlagos koncentráció (24 óra)
- Jellegzetes küszöbérték: szagküszöb

Kiegészülnek szövettani és patomorfológiai leletekkel

Regisztrált hatások lehetnek:

- Közvetlenül észlelhető,
- Halmozott,
- Késleltetett;

Általános; Meghatározott szervekre, szervrendszerekre irányuló; Biokémiai; Teratogén; Karcinogén; Mutagén

Levegőszennyezés hatásának regisztrálása



■ **Epidemiológiai vizsgálatok**

Vizsgálatok célja: Van-e összefüggés a morbiditási mortalitási viszonyok és a légszennyezés között?

Legalább két populáció vizsgálata lényegesen eltérő immissziós viszonyok között

Zavaró hatások kiszűrése nehéz

Diagnózisok, amelyeket figyelembe kell venni:

Légcső-, hörgő- és tüdő daganat; bronchitis; asztma; szív- és vérkeringési rszr. betegségei, nyálkahártya irritáció; kötőhártya- és szemgyulladás; egyes idegrendszeri károsodások



Hazai és külföldi eredmények alapján az alábbi becslést adhatjuk:

- ☠ a légzőszervi megbetegedések és halálozások 20 %-át
 - ☠ a légzőszervi daganatos megbetegedések és halálozások 20 %-át
 - ☠ a szív- és keringési megbetegedések és halálozások 10 %-át
- a légköri levegő szennyezettsége okozza



A levegő, mint gyógytényező



- A tiszta levegő kedvező hatású az egészségre

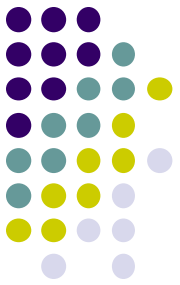
Az ember regenerálódása, felüdülése csak tiszta levegőjű környezetben lehetséges. A szennyezett levegőben felületessé, szaporává válik a légzés, tiszta levegőn mélyül, a légzésszám csökken. Az oxigénben gazdag levegő belégzése tehermentesíti a keringési szerveket, a szív munkája könnyebbé válik.

- Ingerklíma (magashegyi, tengerparti, tóparti)
- Barlangi klíma: asztma kezelés
- Inhaláció



Köszönöm a figyelmet!

- Folytatás: vízhygiéna



Környezethigiénia Vízhigiéne

Dr. Kaszab Edit

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Környezetbiztonsági Tanszék

kaszab.edit@uni-mate.hu

Vízhygiéne



- Definíció: a különböző víz-féleségek egészségügyi hatásával foglalkozó tudományág, továbbá az ezzel kapcsolatos gyakorlati közegészségügyi tevékenység
- Célkitűzés: A víz nem megfelelő voltából adódó egészségkárosodás megelőzése
 - A szennyeződések megelőzése
 - Bejutott szennyezés eltávolítása
 - Közvetett: esztétikailag megfelelő állapot fenntartása
 - Nem csak ivóvízre érvényes, hanem fürdő- mosakodó, mosogató-, sportolásra stb. használt vízre is!

Az ivóvízminőség szabályozása

A biztonságos ivóvízellátás az ENSZ Közgyűlése által deklarált és a magyar alaptörvényben rögzített emberi alapjog.

- Európai Tanács 98/83/EK irányelve (1998.XI.3.) az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről
- a 47/2005. (III. 11.) Korm. rendelettel módosított
5/2023. (I. 12.) Korm. Rendelet az ivóvíz
minőségi követelményeiről és az ellenőrzés
rendjéről**

Fontosabb jogszabályi változások

Az ivóvíz minőségét szabályozó, új rendelkezések a korábbinál is nagyobb hangsúlyt helyeznek az ivóvízzel összefüggő kockázatok csökkentésére. Az új európai uniós szabályozás révén további lehetséges szennyezőkre terjed ki az ivóvízminőség ellenőrzése.

6/2023. (I. 12.) Korm. rendelet egyes ivóvízhasználattal összefüggő kormányrendeletek módosításáról
Módosul:

1. A vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízilétesítmények védelméről szóló 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet
2. A vízgyűjtő-gazdálkodás egyes szabályairól szóló 221/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet
3. A vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet
4. Az egyes közérdeken alapuló kényszerítő indok alapján eljáró szakhatóságok kijelöléséről szóló 531/2017. (XII. 29.) Korm. rendelet

5/2023. (I. 12.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről

1/2023. (I. 12.) BM rendelet egyes ivóvíz-használattal összefüggő miniszteri rendeletek módosításáról
Módosul:

1. A felszíni vizek megfigyelésének és állapotértékelésének egyes szabályairól szóló 31/2004. (XII. 30.) KvVM rendelet
2. A Legionella által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó közegészségügyi előírásokról szóló 49/2015. (XI. 6.) EMMI rendelet
3. A közcélú ivóvízművek, valamint a közcélú szennyvízelvezető és -tisztító művek üzemeltetése során teljesítendő vízügyi és vízvédelmi szakmai követelményekről, vizsgálatok köréről, valamint adatszolgáltatás tartalmáról szóló 16/2016. (V. 12.) BM rendelet 5
4. A vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges dokumentáció tartalmáról szóló 41/2017. (XII. 29.) BM rendelet

Az ivóvíznyerés forrásai

■ Vízellátásra használható: felszíni és felszín alatti víz

■ Felszíni víz: 6%

- tavak vagy folyók
- minden esetben tisztítani kell

■ Parti szűrésű vizek: 36%

- átmenet a felszíni és felszín alatti víznyerés között
- folyó (80%) + szivárgó talajvíz (20%) – a homok szűri.

■ Talajvíz (=felszín közeli): 1-2%

- a legegyszerűbb módszerekkel kitermelhető
- sok magánkút ma is használja
- a talajvíz könnyen elszennyeződik
- hazánkban minősége nem megfelelő általában (mezőgazdasági kemizáció, csatornázatlanság)

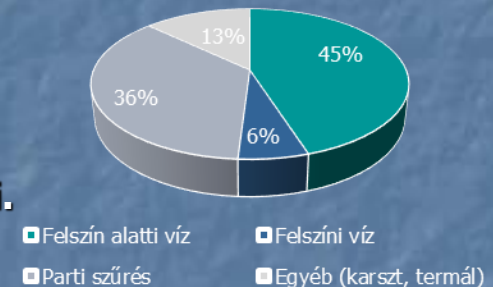
■ Rétegvizek: 45%

- a kőzetek pórusaiban helyezkedik el két vízzáró réteg között,
- kevésbé tud elszennyeződni,
- utánpótlása lassú
- igen jó minőségűek, azonban helyenként olyan természetes eredetű ásványi anyagokat tartalmaznak (pl. vas, arzén), amely a felhasználást nehezíti

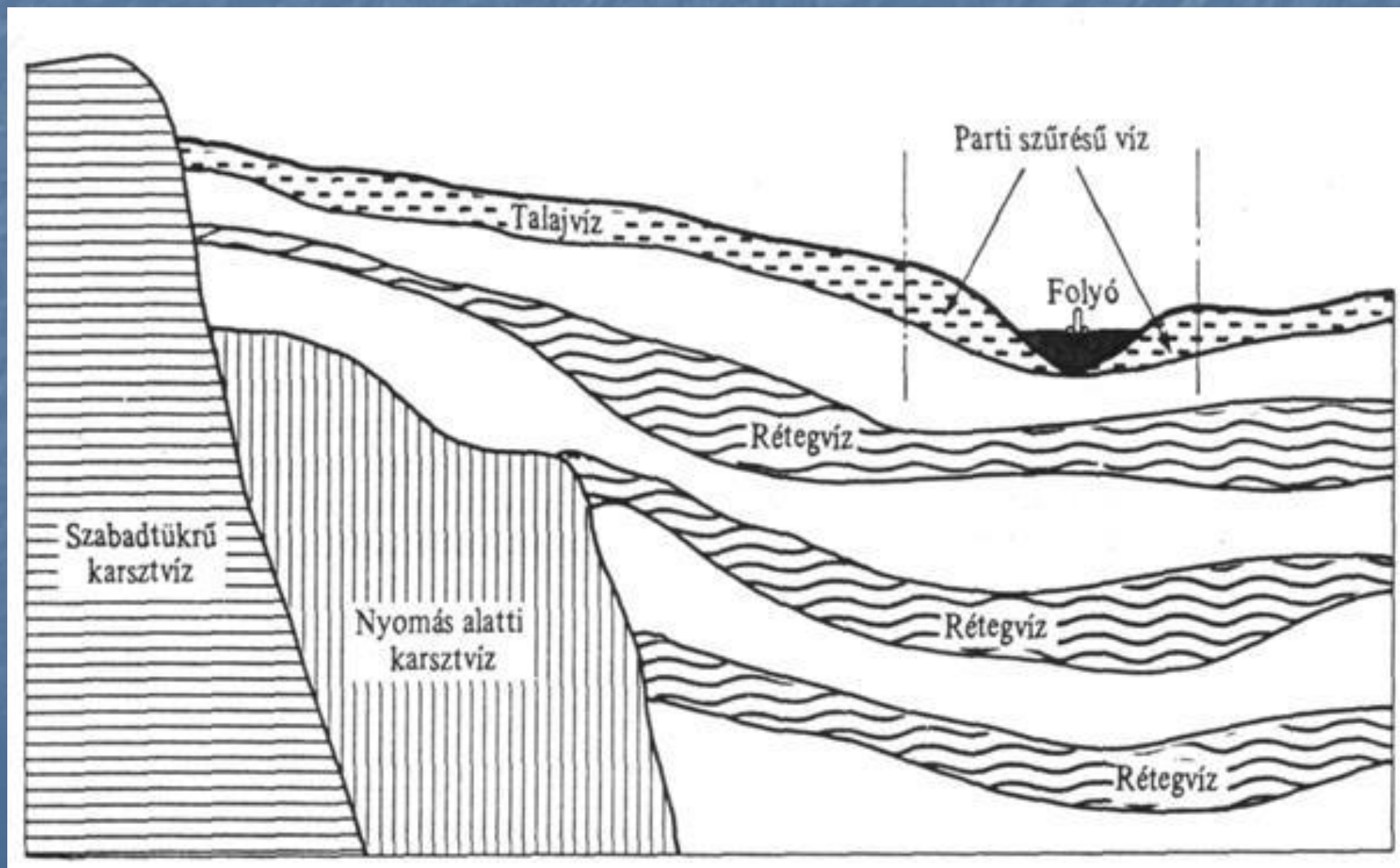
■ Karsztvizek és hasadékvizek: 10%

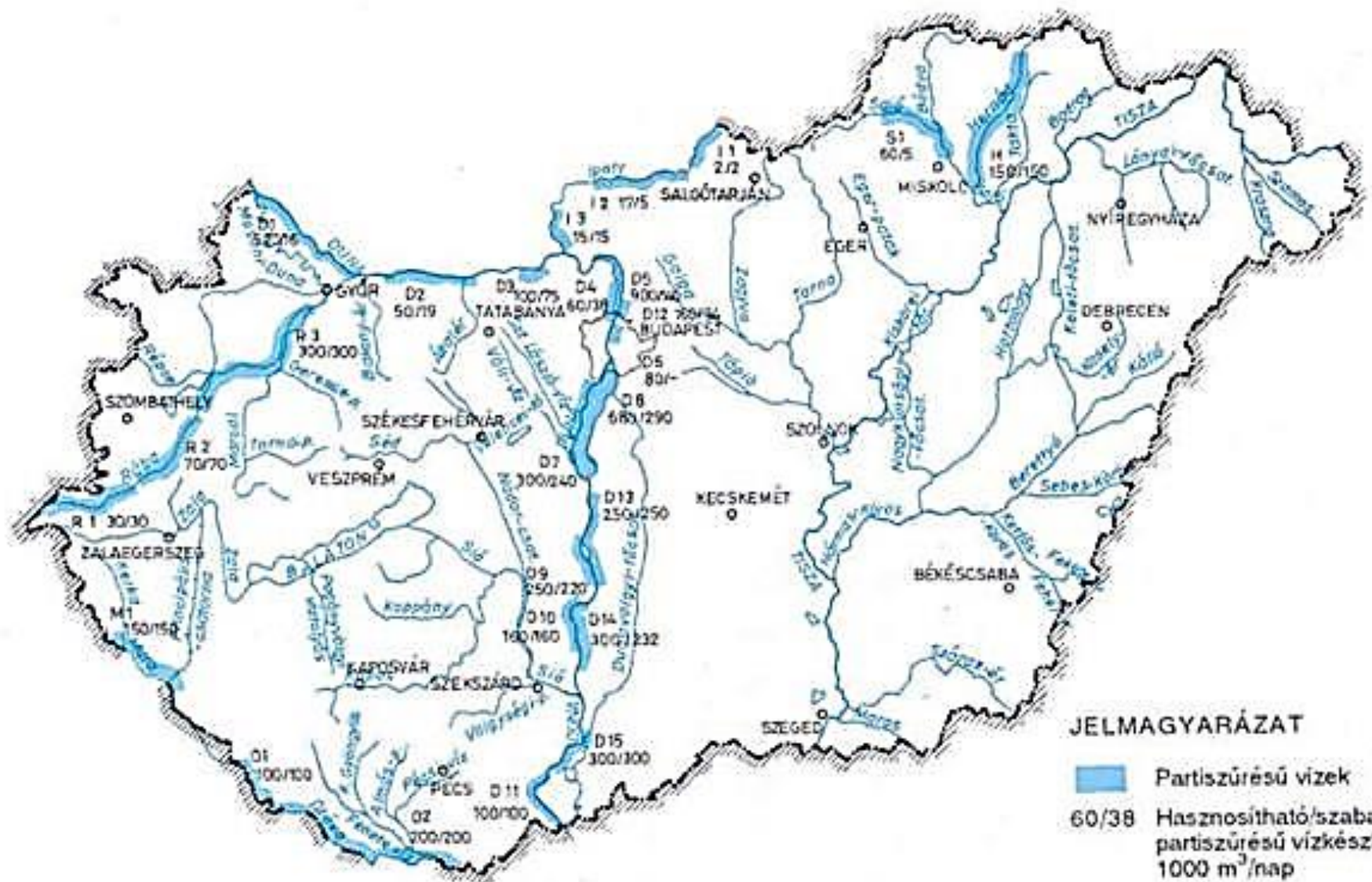
- egyszerű eszközökkel kitermelhető
- közvetlen fogyasztásra alkalmas
- szennyezésre hajlamos

A hazai közműves ivóvízellátás megoszlása a nyersvíz eredet szerint (forrás: ÁNTSZ, 2017)



Felszín alatti vizek





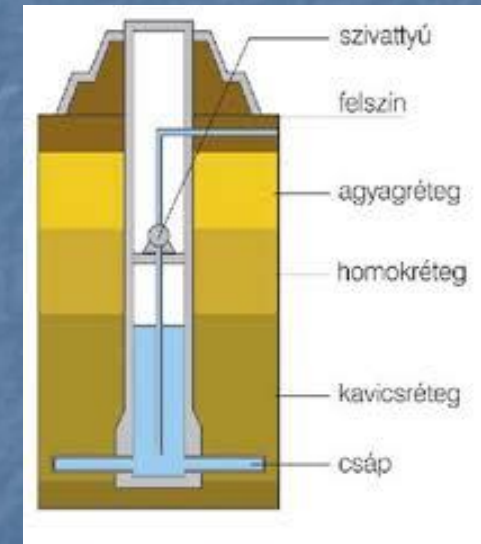
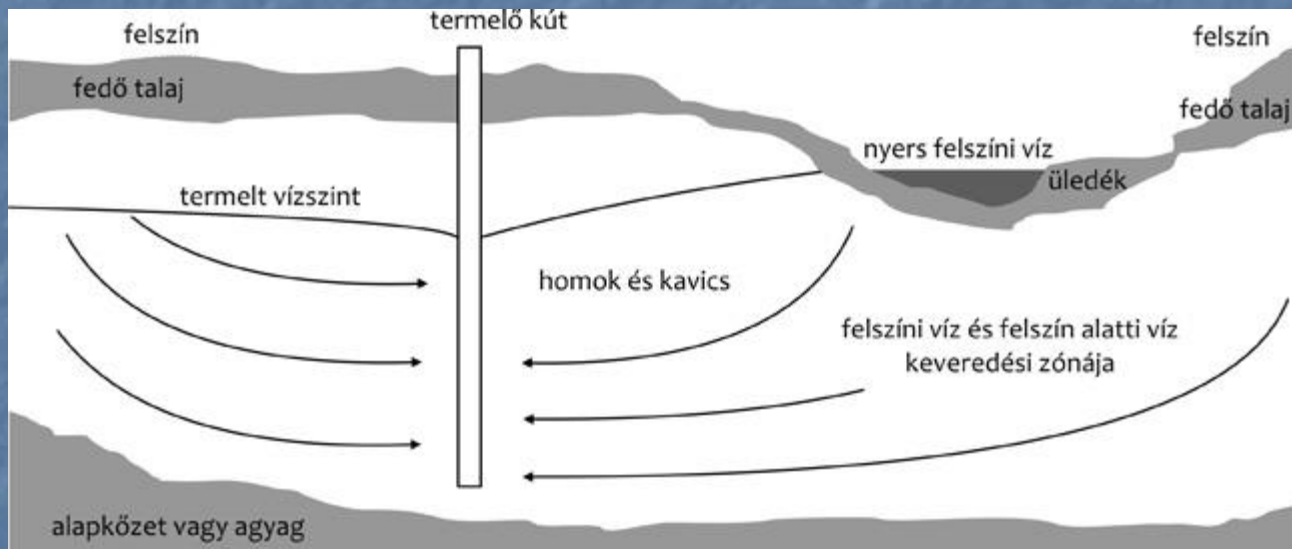
JELMAGYARÁZAT

- Partiszűrészű vizek
- 60/38 Hasznosítható/szabad partiszűrészű vízkészlet, 1000 m³/nap

A kitermelés eszközei

- Egyszerű aknakutak
 - Vízzáró betongyűrű, fenekén kavicsréteggel
 - talajvíz
- Csáposkutak
 - Talajvízszint alatt, vízszintesen
 - Perforált cső
 - Rétegvíz
- Fúrt kutak = csőkutak
- Karsztkutak/karsztaknák
- Vízkiemelő műtárgy

Parti szűrészű kút



A vízbázisok védelme

- A környezetvédelem egyik legfontosabb feladata
- Cél: A vízminőség ne romoljon és feleljen meg a felhasználás igényeinek
- **Felszín alatti víznyerők háromzónás védőterületei**
 - **Belső védőterület** ($R=10$ m körben elkerítve, a víztermelést közvetlenül szolgáló létesítmények, pl. kutak; illetékteleneknek belépni is tilos)
 - **Külső védőterület** (100x100 méteres terület, feladata: a vízutánpótlási terület legközelebbi részének védelme; a víztermelést közvetve szolgáló létesítmények; korlátozott mezőgazdasági művelés lehet (trágyázni tilos), ipari tevékenység tilos)
 - **Hidrogeológiai védőterület** ($R= 1 - 2$ km; Vízgyűjtő terület; itt már csak a fokozott szennyezésveszéllyel járó tevékenységek tilosak (pl. nagyüzemi állattartótelep, mérgező anyagokkal dolgozó vegyi üzem)

Vízbázisok védelme II.

- **Felszíni víznyerők**
 - Elsősorban ipari szennyvizek veszélyeztetik, mert a kommunális szennyvíz a folyóban hamar elbomlik
 - **Szükséges óvintézkedések:**
 - Tisztítatlan szennyvíz bevezetés tilalma
 - Mg-i tevékenység (trágyázás) korlátozása a vízgyűjtő területen

27/2006. (II. 7.) Korm. rendelet A VIZEK MEZŐGAZDASÁGI EREDETŰ NITRÁTSZENNYEZÉSSSEL SZEMBENI VÉDELMEÉRŐL

- **A trágyázás szabályai a vizek környezetében**
- A trágyázás során a tápanyagok közvetlenül vagy közvetve, beszivárgás vagy erózió útján sem juthatnak a felszíni vizekbe. Ennek érdekében nem juttatható ki:
 - *a)* műtrágya felszíni vizek partvonalának 2 méteres sávjában;
 - *b)* szerves trágya:
 - *ba)* tavak partvonalától mért 20 méteres sávban,
 - *bb)* egyéb felszíni vizektől mért 5 méteres sávban; a védőtávolság 3 m-re csökkenthető, ha a mezőgazdasági művelés alatt álló tábla 50 m-nél nem szélesebb és 1 ha-nál kisebb területű,
 - *bc)* forrástól, emberi fogyasztásra, illetve állatok itatására szolgáló kúttól mért 25 méteres körzetben.

A víz természetes anyagai

- Kémiaailag tiszta H_2O a természetben gyakorlatilag nem fordul elő és a jelenlegi ismereteink szerint nem is állítható elő.
- A tiszta természetes víz tartalmazhat:
 - oldott szerves és szervetlen vegyületeket
 - élő szervezeteket

Vízszennyezők

Eredetük

- Nyers vízből, illetve a vízbázisból
- Vízkezelési technológiából
- Ivóvízhálózat és a szerelvények anyagaiból

Vizsgálati paraméterek

- Kémia
 - egészségügyi kockázatot jelentők / indikátor paraméterek
- Organoleptikus
- Mikrobiológiai
- Mikroszkópos biológiai

Egészségügyi kockázatot jelentők kémiai szennyezők

ARZÉN

- Határérték 2013-tól egységesen 10 µg/l
- (ideiglenes határértéke 2009. december 25-ig 50 µg/l volt, átmeneti engedéllyel 343 település térhetett el a határértéktől 2012. végéig)
- Antropogén eredet: bányászat, hulladékégetés, növényvédő szerek
- Természetes (geológiai) eredet
 - > az ország déli, keleti részén a határérték többszöröse

-Hosszútávú fogyasztása:

- bőr-, tüdő-, hólyagrák kockázatát növeli,
- vetélés, fejlődési rendellenességek

-Eltávolítási módszerek:

- szorpció**s (ioncsere, aktív alumíniumoxid, granulált vashidroxid),
- kémiai **kicsapatás** (vas és mangán alkalmazásával, oxidáció, szűrés, koagulálás+szűrés, vagy meszes lágyítás)
- **membrán szűrés** (reverz ozmózis, mikroszűrés...)

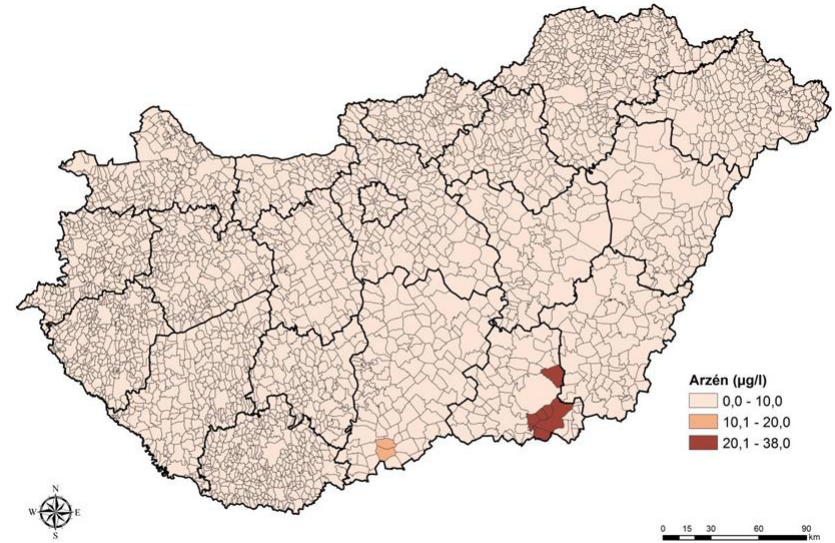
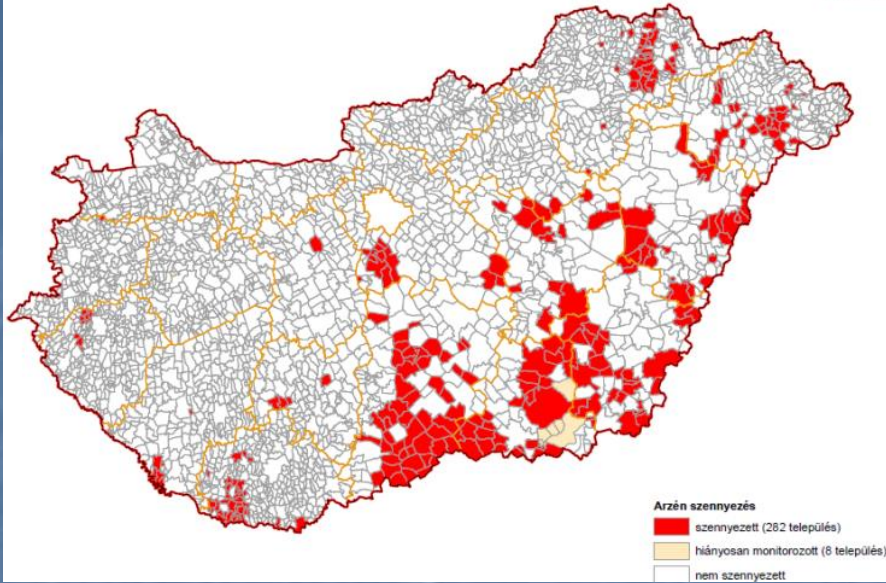
Egészségügyi kockázatot jelentők szennyezők

BÓR

- Határérték: 1 mg/l
- Geológiai eredetű
- Reprodukciós és fejlődési rendellenességek
- Eltávolítása: csak ioncserével vagy reverz ozmózissal

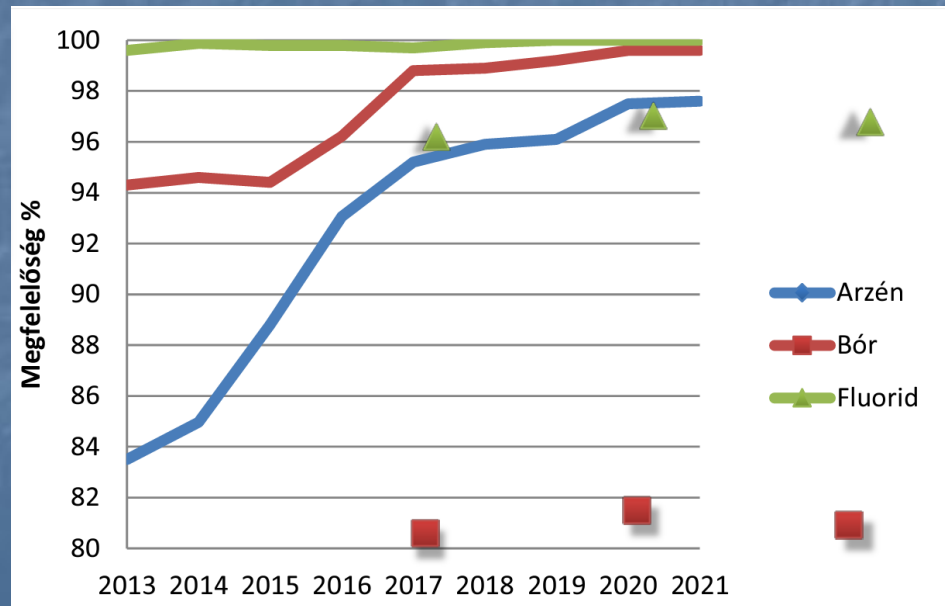
FLUORID

- Határérték: 1 mg/l
- kalcium anyagcsere, csontok és fogazat fejlődése
- Kevés: fogszuvasodás
- Sok: <2 mg/l: fogzománc elszíneződése,
<4 mg/l: csontrendszer károsodása



7. ábra. Arzén érintettségű települések földrajzi elhelyezkedése, 2021.

- 2021 végén 10 olyan település volt mely arzén, bór, vagy fluorid kifogásoltsággal érintett (forrás: nnk.gov.hu)



Egészségügyi kockázatot jelentők kémiai szennyezők

■ **Nitrogénvegyületek**

„természetes” szennyezőanyagnak tekinthetők (nitrogén körforgásból erednek)

csatornázatlanság és a műtrágya felhasználás együttesen növelte jelenlétét a talajvízben

■ **Nitrát**

- A gyomorban nitritté alakulhat

■ **Nitrit**

- a vér haemoglobinjánaak egy részét methaemoglobinná alakítja, ami alkalmatlan az oxigén szállítására -> 3 hónaposnál fiatalabb csecsemőket veszélyeztet (methaemoglobinaemia)
- Mutagén

Egészségügyi kockázatot jelentők kémiai szennyezők

NEHÉZFÉMEK

- Ipari eredet: Cd, Hg, Cr(VI)
- Vízvezetékéből, csaptelepekből: Cr(III), Ni, Cu, Pb, Cd
- Cr(III), Se, Cu – esszenciális
- Hg, Cd – vesét károsítja
- Cr(VI) – emésztőszervi rák,
ekcéma (bőrkontaktus esetén)
- Pb – nyomelemek, vitaminok hasznosulását csökkenti,
vesekárosodást okoz,
magzati károsodás,
gyermek mentális fejlődésére és az
intelligenciaszintjére kedvezőtlen hatással van
- Eltávolításuk: adszorpciós vagy kicsapatásos módszerrel

Vízminőségi jellemző	Határérték
Kadmium	5 µg/l
Króm	50 µg/l
Réz	2 mg/l
Ólom	10 µg/l
Higany	1 µg/l
Nikkel	20 µg/l
Szelén	10 µg/l

Indikátor paraméterek

■ SZERVESANYAG TARTALOM

- tápanyagul szolgálhat az ivóvízhálózatban elszaporodó mikroorganizmusoknak

■ KEMÉNYSÉG

- ideális: 100-150 mg/l CaO

- Lágy: szív-és érrendszeri megbetegedések

- (Kemény: vesekőképződés)

■ NÁTRIUM

- Biológiai membránok működése

- -> idegrendszer, hormonrendszer működése

- Túl sok: magas vérnyomás

Organoleptikus paraméterek

Érzékszervi jellemzők – fogyasztói elfogadhatóság

Íz, szag

túlzott klórozás,

mikroorganizmusok anyagcseretermékei

(földes, dohos íz),

egyres ionok nem megfelelő koncentrációja

(sok Fe, Mn, Na vagy túl alacsony keménység)

Szín

nagy vastartalom

Zavarosság

vízbázis szennyeződése,

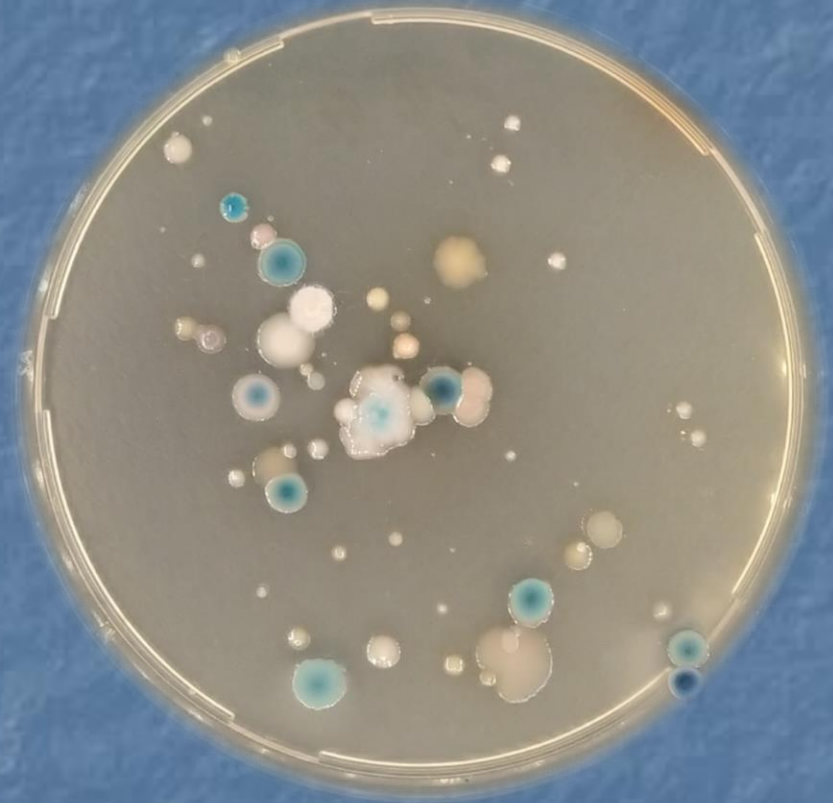
tisztítási technológia hatásfokának csökkenése

Ivóvíz mikrobiológiai vizsgálata

- Indikátor vízminőség jellemzők
 - Telepszám (összcsíraszám) 22 és 37 °C-on, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, coliformok, *Clostridium perfringens* (beleértve a spórákat is)
 - Parametrikus mikrobiológiai vízminőségi jellemzők: *Enterococcus* bélbaktériumok, *E. coli* (ivóvízhálózat és palackozott víz), *Coliform* baktériumok, *P. aeruginosa*, telepszám 22 és 37°C-on (palackozott víz)
- **Mikroszkópos vizsgálat**
 - **Mikroszkóposan felismerhető ártalmas, vagy a víz szennyezettségére utaló szervezeteket nem tartalmazhat!**

Összcsíraszám (telepszám)

- Élő és szaporodni képes összes baktériumok száma.
- Nagy részük ártalmatlan, ám jelzik a víztisztítási eljárások hatékonyságát.
- Palackozott, vagy más zárt edényzetben forgalmazott víz parametrikus értékei:
 - Telepszám 22°C: 100/ml
 - Telepszám 37°C: 20/ml
- Indikátor vízminőség jellemzők:
 - Telepszám 22°C: nincs szokatlan változás
 - Telepszám 37°C: nincs szokatlan változás



Lemezöntés

Elv:

Eredeti minta

Obligát aerob, kevésbé hőérzékeny mikroba tenyésztésére

Hígítások

Különböző hígítási fokú minta egyenletes elkeverése agarral szilárdított, 40-45°C-os tápközeggel

Lemezöntés

Leolvasás telepszámlálással

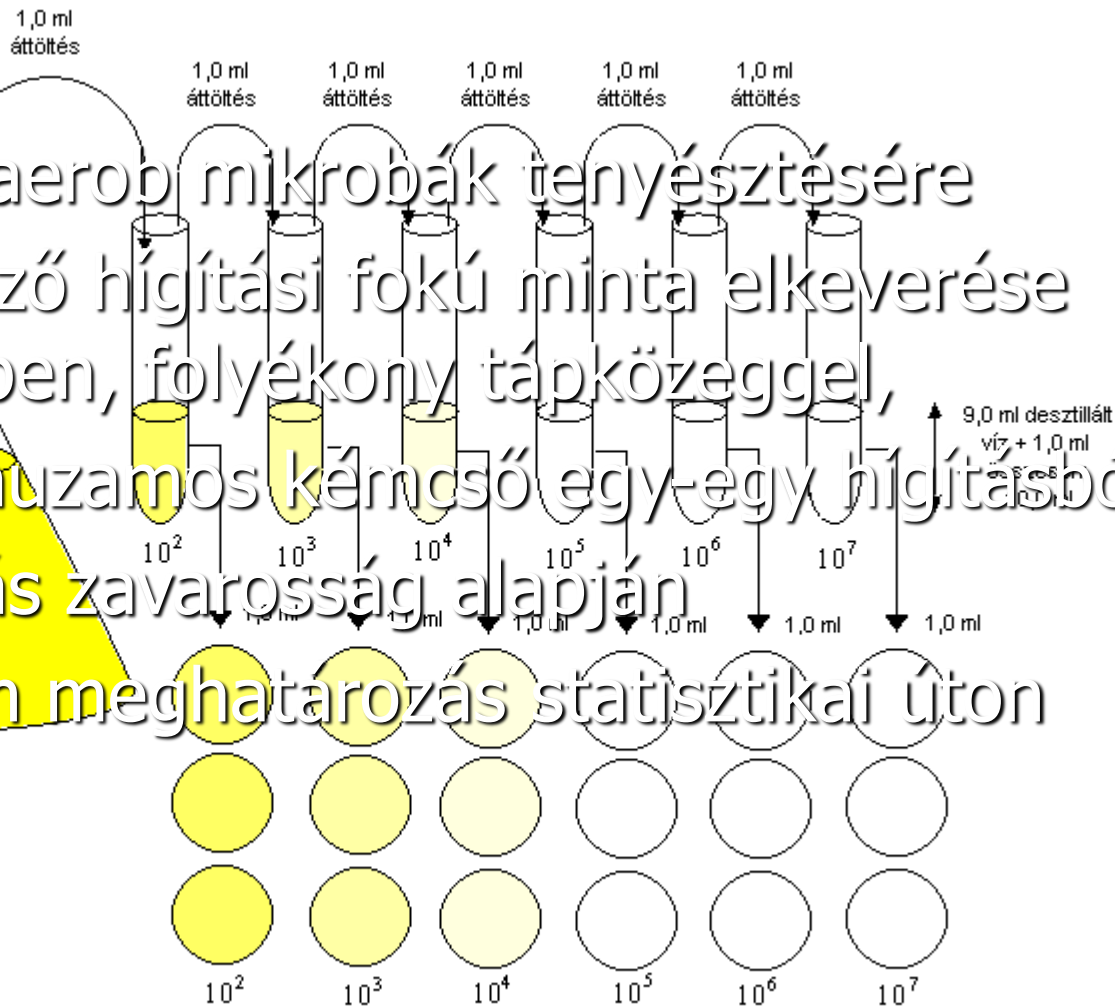


Számítás: Telepek száma a lemezen x a minta hígítás reciprokával = baktériumszám / ml (pl. ha 32 telep van az 1/10.000 hígítású lemezen, akkor a sejtszám $32 \times 10.000 = 320.000$ / ml)

MPN módszer

■ Elve:

- Obligát aerob mikroba tenyésztésére
- Különböző hígítási fokú minta elkeverése kémcsőben, folyékony tápközeggel,
- 3-5 párhuzamos kémcső egy-egy hígításból
- Leolvasás zavarosság alapján
- Sejtszám meghatározás statisztikai úton



Mikrobiológiai paraméterek

Fekális indikátorok előfordulása

-> szennyvíz eredetű szennyeződés

-> emberi kórokozók jelenléte

Escherichia coli – 0/100 ml*

Enterococcus – 0/100 ml*

Pseudomonas aeruginosa

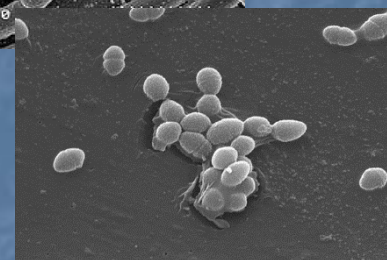
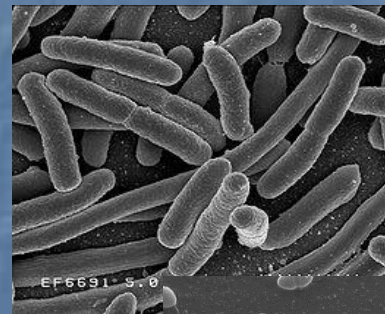
– határérték: 0/100 ml*

– biofilm – kórházak vízrendszere -> opportunista patogén

Clostridium perfringens

– spórákkal együtt; határérték: 0/100 mL

– vízkezelő technológia megfelelő működésének indikátora



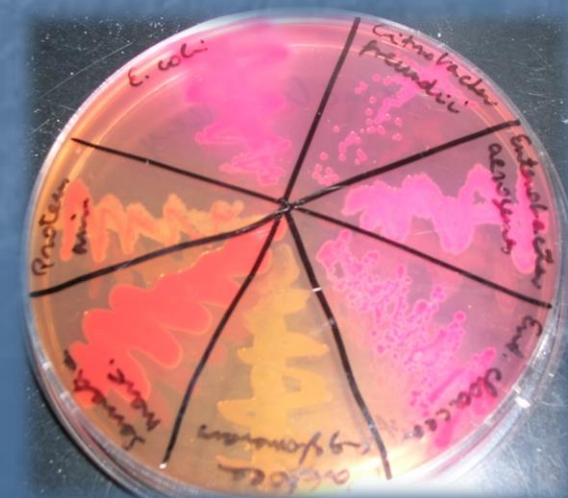
*tartályban forgalmazott víz: 0/250ml

E. coli és coliformok

- Az emberi széklet legjellegzetesebb baktériuma
- Vastagbélben él
- 150 típus → csupán néhány okoz megbetegedést
- Ivóvíz széklet eredetű szennyezettségét jelzi
- *E. coli*-hoz hasonlóak a coliformok – nem egyértelmű indikátorok

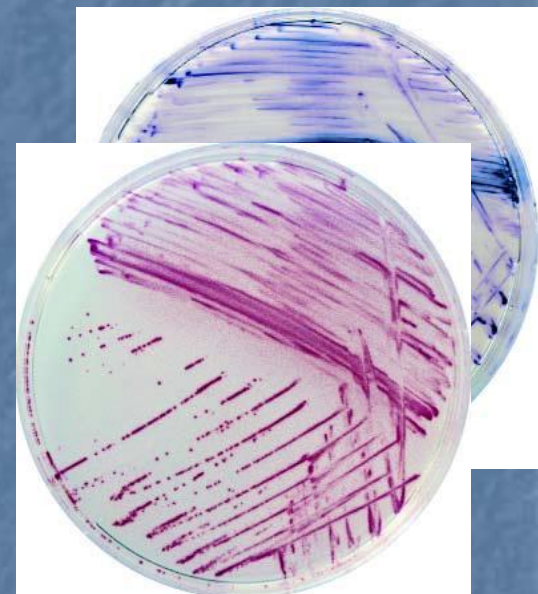


Endo agar
GCS-1 10°
2006. 10. 15.

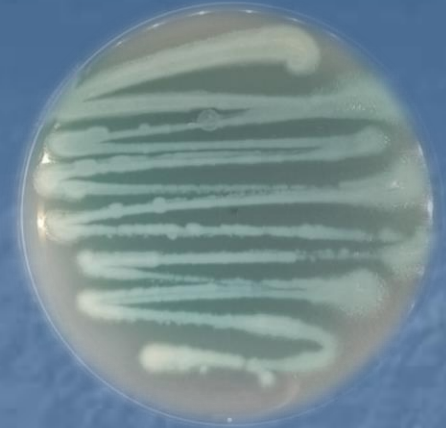


Fekális *Enterococcus*ok

- Régebbi fekális szennyezést jelez, mert igen ellenálló
- *Enterococcus faecalis*
- A bél normális lakója

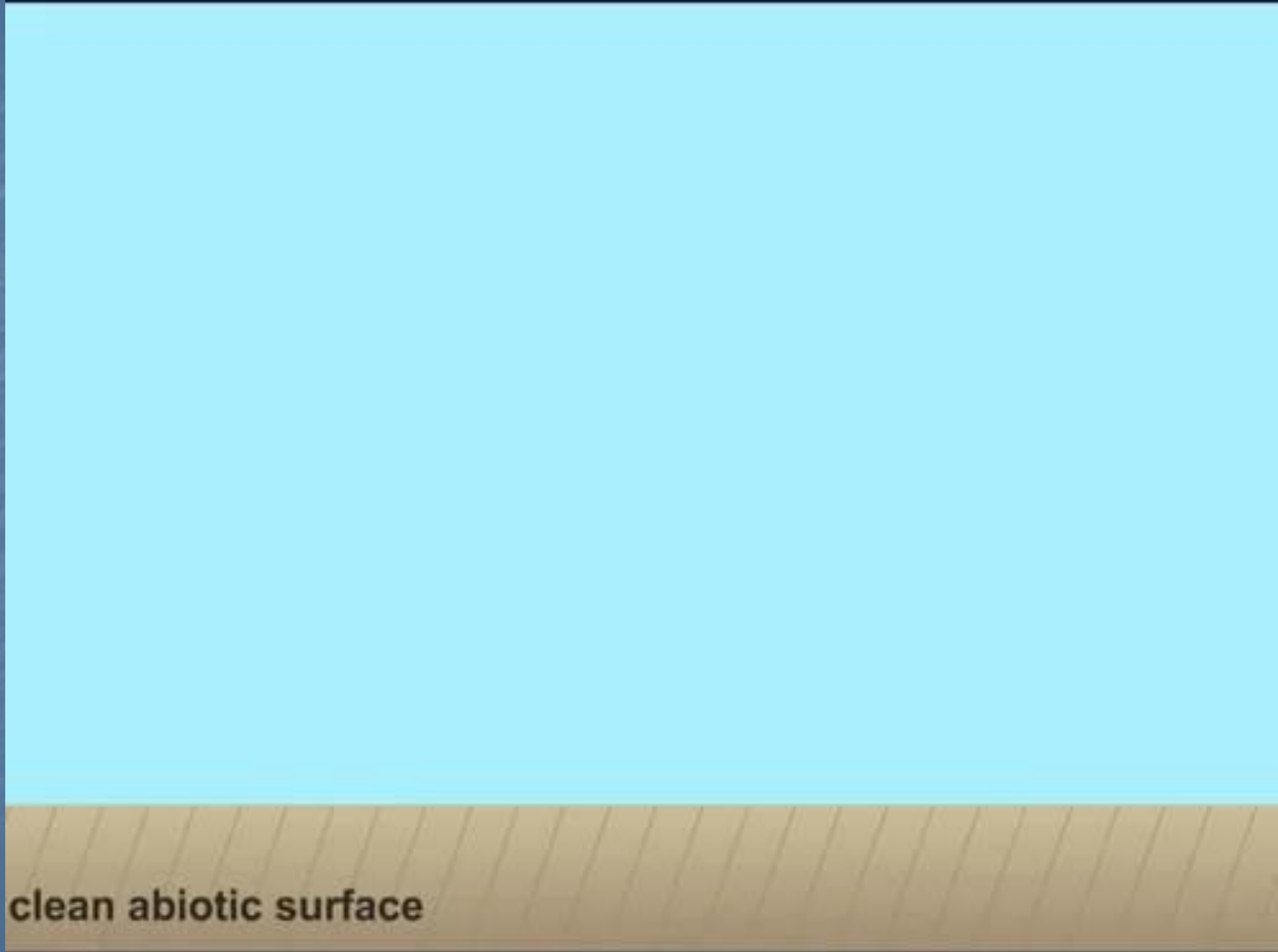


P. aeruginosa



- Gram-negatív, nem fermentáló, fakultatív aerob baktérium
- Sejtjei $0,5-0,6 \times 1,5 \mu\text{m}$ méretűek, pálca alakúak; egyesével, párosával, vagy rövid láncokká összekapcsolódva fordulnak elő
- 7,0-8,5 pH érték mellett széles hőmérsékleti tartományban (5-42°C) szaporodik, hőoptimuma: 37°C
- Agaron nagy, szabálytalan lapos, sima felszínű, lágy, kékesszürke telepeket képez sötétebb középpel, áttetsző szélekkel. A telepek nem pigmentáltak, de a baktériumokból a táptalajba bediffundáló pigmentek hatására a kolóniák környéke sárgászölden diffúzan elszíneződik
- Poláris flagellumokkal mozognak
- Egyenes, vagy enyhén görbült alakúak
- Változatos anyagcsereutak és széles spektrumú katabolitikus potenciál
- Törzsek több mint fele által termelt piocianin nevű pigment

Biofilm



The diagram illustrates the initial stage of biofilm formation. It features a dark blue background. At the top, the word "Biofilm" is written in white. Below this, a large light blue rectangular area represents the liquid phase. At the bottom, a brown rectangular area with diagonal hatching represents the substrate. The text "clean abiotic surface" is written in black at the bottom left of this substrate area.

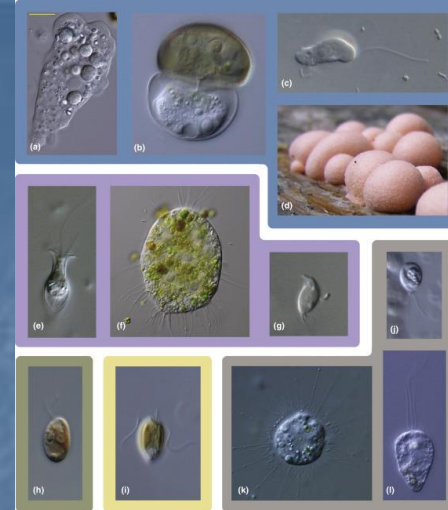
clean abiotic surface

Clostridiumok

- Spóráképző anaerob baktériumok → ellenállóak
- Talajban is megtalálhatóak, szerves anyag lebontásban jelentősek
- Több faj normál bélflóra tagja
- Ritkán okoz megbetegedést, de jelenléte a bélbaktériumoknál ellenállóbb fajok sorsáról ad tájékoztatást



Mikroszkópos biológiai paraméterek



4. Mikroszkópos biológiai vízminőségi jellemzők

	A. Vízminőségi jellemzők	B. Parametrikus érték	C. Egység
1.	Üledék	0,1	ml/l
2.	Vas- és mangánbaktériumok	2×10^4	szám/l
3.	Kénbaktériumok	2×10^4	szám/l
4.	Szennyezettséget jelző baktériumok	0	szám/l
5.	Cianobaktériumok és algák	5×10^3	szám/l
6.	Gombák	0	szám/l
7.	Házas amőbák	nincs szokatlan változás	szám/l
8.	Egyéb véglények	0	szám/l
9.	Nematoda	nincs szokatlan változás	szám/l
10.	Egyéb férgek	0	szám/l
11.	Egyéb (gerinctelen) szervezetek	0	szám/l

*** Megjegyzés:

1. Legalább 1 liter vízmintából 0,45 µm-es membránszűrőn kiszűrt, lemosott, majd centrifugálva tömörített anyagként mérve. Ez az üledék nem tartalmazhat

Vonatkozó szabványok

- Tenyésztendő mikroorganizmusok számlálása
 - telepszám 22 °C-on (MSZ EN ISO 6222)
 - telepszám 37 °C-on (MSZ EN ISO 6222)
- Az összes kórokozó nem mutatható ki egyidejűleg → indikátor fajok
- *Escherichia coli* (*E. coli*) és coliform baktériumok (MSZ EN ISO 9308-1 vagy MSZ EN ISO 9308-2)
- *Enterococcusok* (MSZ EN ISO 7899-2)
- *Pseudomonas aeruginosa* (MSZ EN ISO 16266)
- Szulfitredukáló anaerob spórások - *Clostridium perfringens* (beleértve a spórákat is) (MSZ EN ISO 14189)

Az ivóvízzel szemben támasztott követelmények

- **Ne tartalmazzon olyan anyagokat, vagy élőlényeket, amelyek az emberi szervezetet károsíthatják**
- **Tartalmazza a szükséges kémiai anyagokat**
- **Esztétikailag megfelelő, fogyasztható**
(színtelen, idegen ízeztől mentes, szemmel látható részecskéktől mentes)
- **Egyes egészségre ártalmatlan mikroszervezetekből is határérték alatt**

Vízisztítás módszerei

■ Durva leválasztó eszközök

- Gereb-, dob és szalagszűrők segítségével a legdurvább szennyezések eltávolítása (>1,5-30 mm részecskék)

■ Homokfogás

- 0,1 mm-nél nagyobb szemcsék (kvarc, salak) kiülepítése
- áramlási sebesség viszonylag nagy, tartózkodási idő kicsi

■ Ülepítés

- pelyhek (10^{-1} - 10^{-4} mm részecskék) kiülepítése
- alacsony áramlási sebesség, hosszú tartózkodási idő az ülepítő medencében

Víztisztítás módszerei

■ **Derítés**

- Vegyszeres kezelés a kolloid részecskék eltávolítására, utána pelyhek ülepedése

■ **Szűrés**

- Kisméretű, derített pelyhek eltávolítása
- Szűrőrendszer egy idő után telítődik

■ **Aktívszenes kezelés**

- Kiegészítésként alkalmazható, ha szükséges
- Adszorbeálja a szerves szennyezőket

A víz fertőtlenítése

- Fertőtlenítés (dezinfekció): A környezetben lévő kórokozók elpusztítására, illetve fertőzőképességük megszüntetésére irányuló beavatkozás
- Csíráatlanítás (sterilizáció): minden élő szervezet és abiotikus formáinak teljes elpusztítása
- Széles spektrumú fertőtlenítés szükséges (baktériumok, vírusok, gombák, paraziták, stb. ellen)
- A kórokozó mikrobák elpusztítását el kell érni, de a teljes csíramentesség nem követelmény

A fertőtlenítőszerekkel szemben támasztott igények

- Kis mennyiségben, nagyon hatékonyan legyen képes a mikroorganizmusok elpusztítására.
- A hatása hosszú távon érvényesüljön (amíg a víz eljut a fogyasztó csapjáig).
- Lehetőleg ne képződjön olyan melléktermék, amely kellemetlen módon befolyásolja a víz minőségét.
- Ne lépjen kémiai reakcióba a mikroorganizmusokon kívül semmilyen más anyaggal.

A víz fertőtlenítése

■ Fizikai módszer

- forralás
- UV

■ Kémiai módszer

■ klórozás

- Mo-n az ivóvízkezelés során leggyakrabban használt fertőtlenítőszer
- Használata során klórozási melléktermékek keletkezhetnek (trihalometánok (THM), haloecetsavak, klorát), melyek íz szagrontó hatásúak és hosszútávon az egészségre is ártalmasak lehetnek → monitorozásuk az új ivóvíz irányelv alapján kötelező!
- Keletkezésük mérsékelhető az ivóvíztisztító technológia optimalizálásával

■ ózon

- erőteljesebb, gyorsabb fertőtlenítő, de az ózonmaradék gyorsan elbomlik

Vízminőség ellenőrzése 1.

- **Cél: a víz nem megfelelő minősége által okozott egészségkárosodás megelőzése**
 - Minden közfogyasztásra kerülő ivóvízre kiterjed
- **Módja: helyszíni szemle mintavételezéssel és -vizsgálattal**
 - Évente több alkalommal
 - A védőterületek megfelelőségének ellenőrzése
 - Műszaki berendezések szemrevételezése
 - A szokásos mintavizsgálati irányokon kívül egyéb komponensre is kérhető vizsgálat, ha szükséges (a helyszíni vizsgálatot végző hatósági személyzet megítélésére van bízva)

Vízminőség ellenőrzése 2.

■ Mintavételezés

- A minta szokványos állapotra jellemző legyen (5 percig folytatják általában, átl. 1 liter minta)
- A fogyasztói hálózatba táplált víz és a fogyasztott ivóvíz mintázása
- A labor csak a kiválasztott mintavizsgálati irány (komponens) jelenlétét és koncentrációját tudja megállapítani!
- Helyszíni vizsgálat: aktív klór tartalom és oldott gázok
- Laboratóriumi feldolgozás: 4-5 órán belül hűtetlen, 24 órán belül hűtött
- Bakteriológiai vizsgálat esetén steril üveg

Néhány szó a vízjárványokról

- Betegség kialakítására képes mikroszervezetek természetes és mesterséges úton juthatnak az ivóvízbe
- A víz által okozott megbetegedések hasmenéssel, hányással, magas lázzal járnak
- Vízjárványok ismérvei:
 - Egyszerre hirtelen több ember betegszik meg hasonló tünetekkel, azonos vízellátási területen
 - Az ivóvíz fertőzöttsége megállapítható
 - A vízforrás lezárása után a tömeges megbetegedés már nem fordul elő

Campylobacter



Sertés beleiben élő baktériumtól lettek betegek Domoszlón

Az első vizsgálati eredmények alapján *Campylobacter* nevű baktérium okozta a hányással, hasmenéssel, magas lázzal járó **tömeges megbetegedéseket** Domoszlón és Kisnánán - közölte a Heves Megyei Kormányhivatal hétfőn az MTI-vel.

- Enterális kórokozók, hasmenést okoznak
- *C. jejuni*, *C. coli*
- A hasmenéses betegségek kb. negyedét okozza *Campylobacter* faj (Mo-on kb. 10 ezer eset/év)
- Háziállatokról közvetlenül terjedhet emberre, forrása lehet az elégtelenül megfőzött/sütött hús, vagy pasztörizálatlan tej
- Széklettel a külvilágba jutva vízbázist is elszennyezhet kisebb-nagyobb vízjárványokat eredményezve

Esettanulmány (forrás: semmelweis.hu)

- 2006-os miskolci vízjárvány
- Június 2-3. intenzív esőzések a térségben → karsztárvíz (a telített karsztra és a telített talajtakaróra június 2-án 49-82 mm nagycsapadék, majd 3 nap alatt további 32-51 mm csapadék érkezett).
- A járvány Miskolc 43 ezer fő lakosú részét érintette, melyet a miskolctapolcai vízmű látott el ivóvízzel
- Hatósági intézkedések: Gastroenteritises betegek jelentési kötelezettségének elrendelése, víz fogyasztás előtti forralásának javaslata, lajtos kocsi, zacskós víz
- 3914 jelentett megbetegedés, 179 fő szorult kórházi ellátásra
- 20 esetben Calici vírus, 75 esetben *Campylobacter* sp. volt kimutatható a vízben

A mikrobiológiai laboratórium feladata

- Segíteni a fertőzés diagnózisának megállapításában
- Azonosítani a kórokozót
- Az infekció kezelésére a legjobb antibiotikum kiválasztásában tanácsot szolgálni

Kik végzik?

- A népegészségügyi feladatkörben eljáró fővárosi és megyei kormányhivatal ill. bizonyos esetekben a NÉBIH, vagy hatáskörében eljáró járási hivatal
- NNGYK – Környezetegészségügyi Laboratóriumi Főosztály
 - Vízhigiénés laboratórium
 - + Járványügyi és Infekciókontroll Főosztály

Vízminőség ellenőrzése

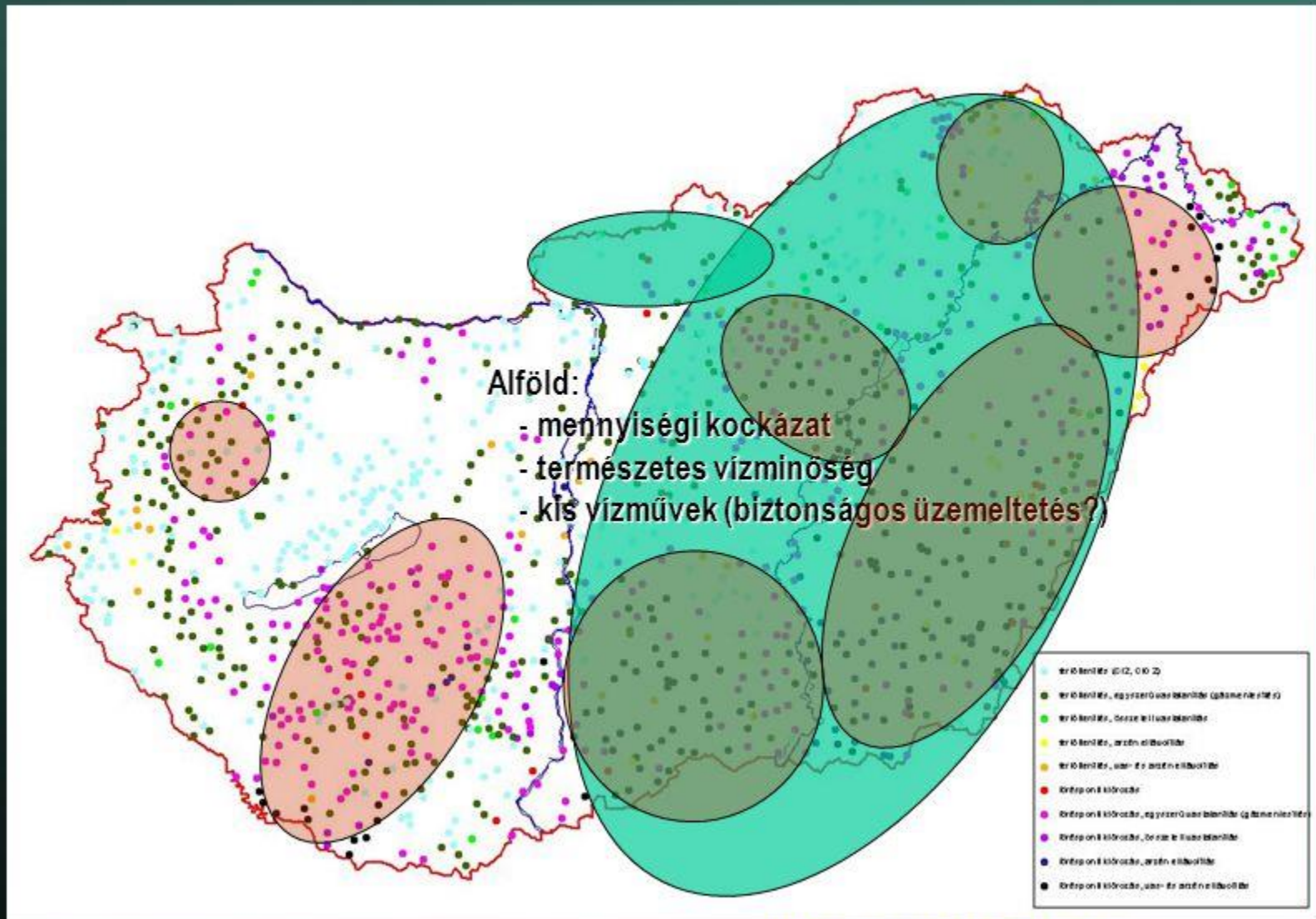
- A vizsgálati eredmények folyamatos nyilvántartása!
- Az emberi egészségre veszélyt jelentő ivóvíz fogyasztását és felhasználását a népegészségügyi szerv haladéktalanul megtilthatja vagy korlátozhatja
- Minősítés a vizsgálatok alapján:
 - „Megfelelő”,
 - „tűrhető”,
 - „kifogásolt”,
 - „ivóvizül nem fogadható el”

Az ivóvízellátás biztonsága

- Ivóvíz: hosszú távon rendelkezésre álló mennyiség, egészséges, jó minőség
- Kockázatok:
 - Vízhiány
 - Természetes vízminőségi problémák
 - Szennyezések
 - Az éghajlatváltozás hatásai

- Évente több milliárd, elsősorban hasmenéses megbetegedés fordul elő szennyezett víz következtében.
- Átlagosan 2,5 millióan halnak meg évente a nem megfelelően tisztított ivóvíz miatt, többségük 5 év alatti gyermek.
- Jelenleg a Föld lakosságának egyharmada nem jut biztonságos ivóvízhez és a globális felmelegedés miatt ez az arány növekedni fog.

Mennyiségi és vízminőségi problémákkal érintett területek



Kék: mennyiségi probléma

Piros: természetes vízminőségi probléma

Mit tehetünk? - UNICEF

- A hasmenéses megbetegedések 88%-a megelőzhető lenne a tiszta ivóvíz megteremtésével és a közegészségügyi rendszerek kiépítésével, a szappanos kézmosással. A kézmosás rendszeressé válása több életet menthet meg, mint bármely oltóanyag vagy orvosi beavatkozás, ez a leghatékonyabb módja annak, hogy gyermekek millióinak életét mentjük meg. Egyes becslések szerint, ha mindenki hozzájuthatna tiszta vízhez és javulnának a higiéniai viszonyok, az emberiséget sújtó betegségek tizede, évente 1,4 millió gyermek halála lenne megelőzhető.

UNICEF – WASH projekt

A víz az egyik legjobb humanitárius befektetés:

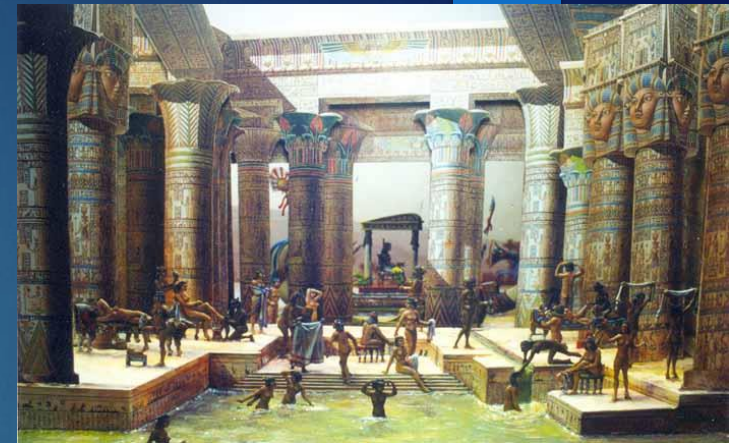
- **WASH:** WASH elnevezés a Water, Sanitation és Hygiene, vagyis a Víz, Közegészségügy, és Higiénia szavak kezdőbetűjéből tevődik össze. Mivel ezek a tényezők függenek egymástól, így az UNICEF egy mozaikszóban hívja fel a figyelmet három globális égető problémára. WC nélkül a vízforrások szennyezettek lesznek, tiszta víz nélkül az alapvető higiéniai szükségletek ellátása sem lehetséges.

Fürdővizek higiéniéje

Természetes fürdővizek
Medencés fürdővizek

Fürdővizek higiéniéje

- ▶ A víz általános transzportközeg, számos kórokozó terjedését és egyben fennmaradását biztosítja.
- ▶ Az ivóvíz mellett a fürdővíz szennyeződése is súlyos közegészségügyi problémát jelent nemcsak a fejlődő országokban, hanem a fejlett államokban is.
- ▶ **A közös víztérben való fürdés minden esetben közegészségügyi kockázattal jár.**
- ▶ Az ivóvízhez hasonlóan problémát jelentenek a patogén baktériumok, állati egysejtűek, egyes férgek lárvái, vírusok.
- ▶ A lakosság megfertőződhet fürdőzéskor, vagy más vízi rekreációs tevékenységek alkalmával.



• **Természetes fürdővizek**

- Folyóvíz (folyó, állandó és időszakos vízfolyás, holtág)
- Állóvíz (természetes és mesterséges tó, tározó)
- Vízi létesítmény (csatorna)

vize, illetve ezek része, amelyet fürdőhelyként kijelöltek, illetve amelyben a fürdés nem esik tiltó rendelkezés hatálya alá, és ahol a fürdőzők napi átlaga a fürdési időszakban meghaladja a 100 főt.

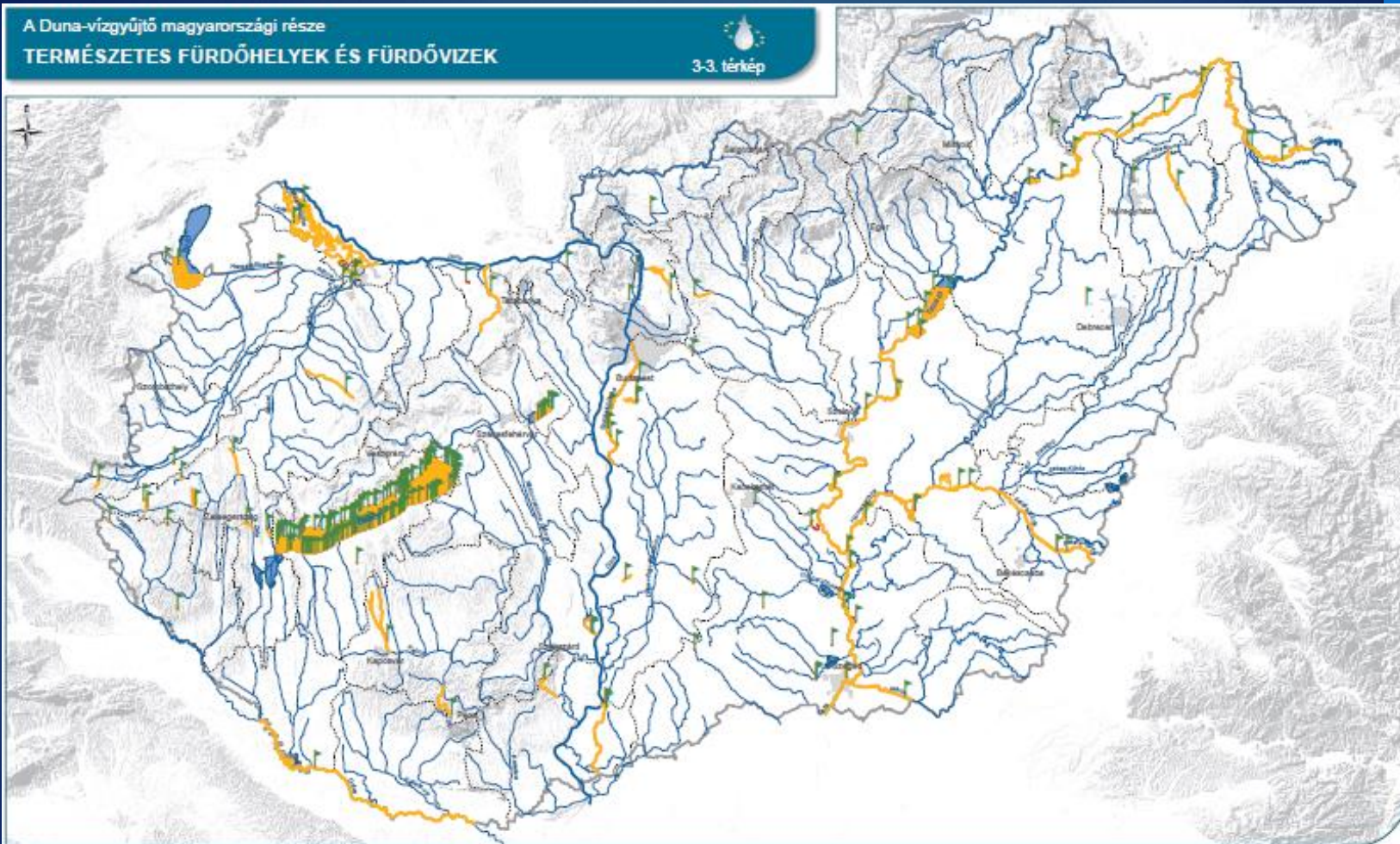
• **Medencés fürdővizek**

- Közfürdők (zárt területen épített, épületen belül, vagy kívül elhelyezett nyilvános fürdési lehetőség (medence, kád, zuhany).
- Gyógyászati szolgáltatásokat nyújtó fürdő

A Duna-vízgyűjtő magyarországi része

TERMÉSZETES FÜRDŐHELYEK ÉS FÜRDŐVIZEK

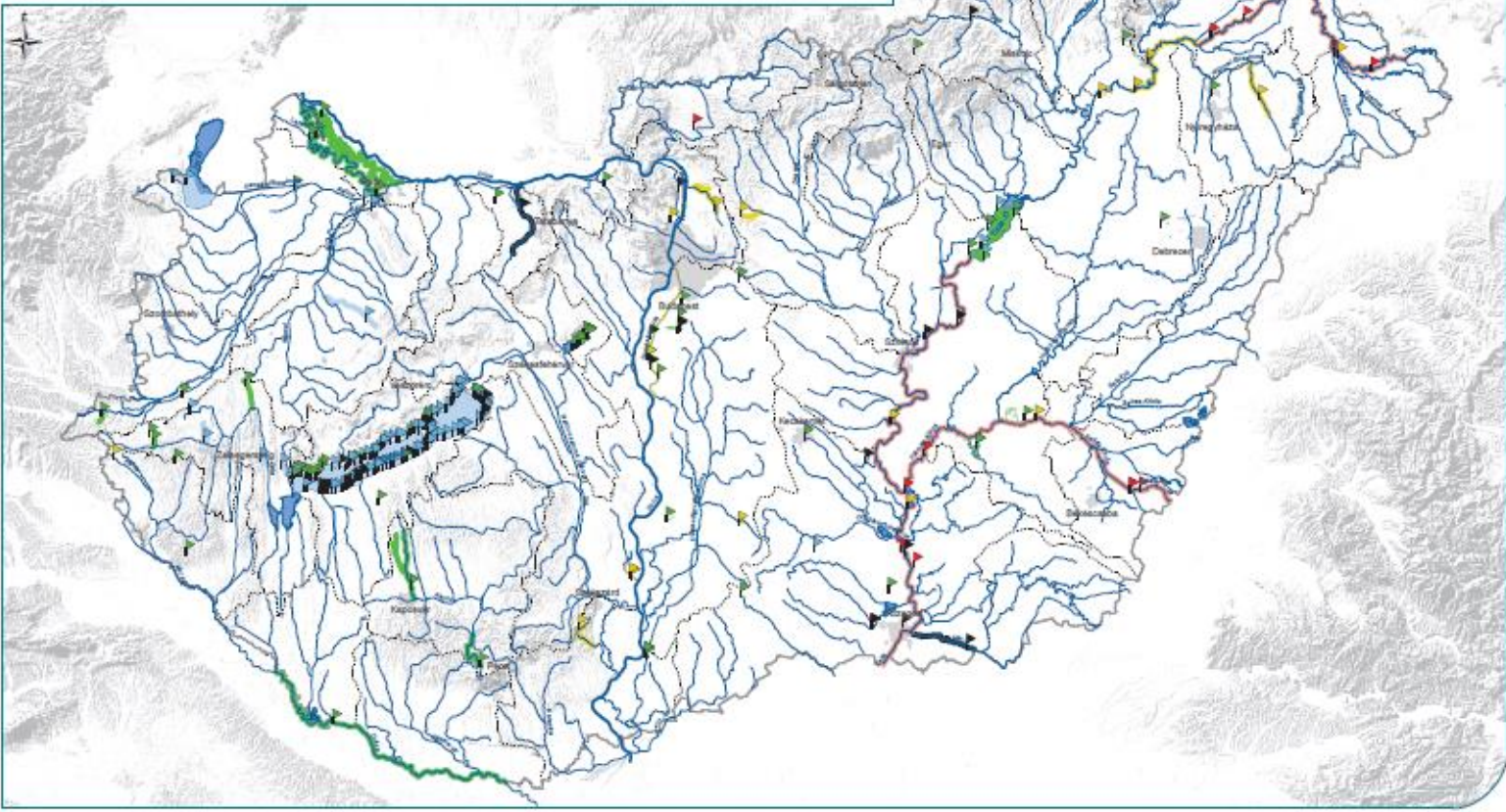
3-3. térkép



Jejmagyarázat

- | | | | |
|-----------------|----------------------------------|---------------------|---|
| — alegységhatár | — legnagyobb vízfolyás víztestek | Kijelölt fürdővizek | Fürdőhelyei érintett víztestek és állóvizek |
| — országhatár | — legnagyobb állóvíz víztestek | — fürdőhely | — vízfolyás víztest |
| | | | — állóvíz víztest |
| | | | — egyéb állóvíz |





Jelmagyarázat

--- alegységhatár	Kijelölt fürdőhely	Állóvíz	Vízfolyás	Avizminőség esetenként nem megfelelő	Nincs elegendő adat a minősítéshez
--- országhatár	A vízminőség a kötelező határértékeknek megfelelő	A vízminőség többnyire kiváló	A vízminőség rendszeresen kifogásolt		
legnagyobb vízfolyás víztestek					
legnagyobb állóvíz víztestek					

0 20 40 60 80 km



Természetes fürdővizek

- ▶ Rendszeresen nagy számban fürdenek vagy sporttevékenységet végeznek – közvetlen kontaktus a vízzel
- ▶ Hivatalos természetes fürdővizet a járási népegészségügyi intézet jelölhet ki
- ▶ Szabályozása
 - 2006/7/EK tanácsi irányelv „A fürdővizek minőségéről”
 - 78/2008 (IV.3.) Korm. rend. „a természetes fürdővizek kijelöléséről és az ellenőrzés rendjéről”

Természetes fürdővizek vizsgálata

- ▶ Fürdőhely üzemeltetője vagy a járási intézet által megbízott laboratórium végzi
- ▶ Mintavétel: a szennyezés lehetséges helyén vagy ott, hol a legtöbben fürdenek
- ▶ Fekális indikátorok
- ▶ Helyszíni megfigyelés
 - úszó szennyezés
 - olajfolt
 - idegen szag
 - hínárosodás
 - cianobaktérium burjánzás



Medencés fürdővizek szabályozása

- ▶ Nincs egységes európai szabályozás
- ▶ Hazai:
 - 510/2023. (XI.20.) Korm. Rend. „a közhasználatú fürdők létesítéséről és üzemeltetéséről”
 - 37/1996 (X.18) népjóléti minisztériumi rend. „a közfürdők létesítésének és üzemeltetésének közegészségügyi feltételeiről”
 - A közfürdők igénybevételét úgy kell alakítani, hogy a fürdőzők egészségét ésszerű mértéket meghaladóan ne veszélyeztessük!

Medencés fürdővizek higiénés követelményei

- ▶ Két típus: töltő-ürítő medencék és vízforgatással üzemelő
 - ▶ 1996-tól csak vízforgatással létesülhet közfürdő
 - ▶ A töltő-ürítőket át kell alakítani
 - ▶ Kivéve egyes gyógymedencék esetén, ahol a biológiailag aktív komponenseket a vízforgatás károsítja (ezek többsége fertőtlenítés nélkül üzemel)
- ▶ Az indikátor mikroszervezetek mennyiségének határérték alatt kell lenniük
- ▶ Ivóvíz minőségű vizet adó kútból kell lennie
- ▶ Megfelelő kémiai összetétel



Medencés fürdők ellenőrzésének szempontjai

- ▶ **Hatósági helyszíni szemle (NNK)**
 - ▶ Általában szezonnyitás előtt alapos ellenőrzés
 - ▶ Általános higiéniai állapot ellenőrzése a fürdő egész területén. A kiegészítő és szociális helyiségek rendjének ellenőrzése
 - ▶ Üzemnapló ellenőrzése
 - ▶ Vízmintavétel és vizsgálat
 - ▶ Célszerű összekötni a helyszíni szemlével, de lehet egyéb időpontokban is
 - ▶ Helyszíni szemle naponta, laboratóriumi ellenőrzés hetente, vagy havonta
 - ▶ Mikrobiológiai ellenőrzés általában havonta

Medencés fürdővízminőség

Kémiai vizsgálat

Leggyakoribb a fertőtlenítőszer maradék

- Szabad aktív klór
 - fertőtlenítési határfokot jelzi
 - hat. ért.: 1 mg/l
- Köttött aktív klór
 - fertőtlenítési melléktermékek keletkezésére utal

Mikrobiológiai vizsgálat

Indikátor baktériumok

- *E. coli*, *Micrococcus*, *Enterococcus* – fekális indikátorok
 - *Staphylococcus aureus* – bőr eredetű baktérium
 - a medence túlterheltségét vagy a pótvíz elégtelen mennyiségét jelzi
 - *Pseudomonas aeruginosa* – biofilmképző baktérium
 - mikroorganizmusokkal erősen szennyezett a víz
 - fakultatív kórokozó – sebfertőzést, tüdőgyulladást, kiütéseket is okozhat
- ▶ Vízforgatásos, aeroszol képző medencéknél (pl. pezsgőfürdő) javasolt a *Legionella* vizsgálat is.

Vírusok szerepe a fürdővizekben

- ▶ A vírusok száma nincs összefüggésben a bakteriológiai állapottal!
- ▶ A vízzel terjedő humán patogén vírusok - gyűjtőnéven enterális vírusok - széklet-száj úton fertőznek. Ezek elsősorban a következő víruscsaládok képviselői:
 - ▶ Adenoviridae (adenovírus 40 és 41 típus),
 - ▶ Caliciviridae (Norovírus és Sapovírus nemzetségek),
 - ▶ Picornaviridae (poliovírusok, coxsackievírusok, echovírusok, enterovírusok, hepatitis A vírus [HAV])
 - ▶ Reoviridae (rotavírusok)
- ▶ Az enterális vírusok által kiváltott betegségek: gyomor-bélgyulladás, hepatitis, szívizomgyulladás, asepticus meningitis, valamint szemgyulladás és légzőszervi megbetegedések

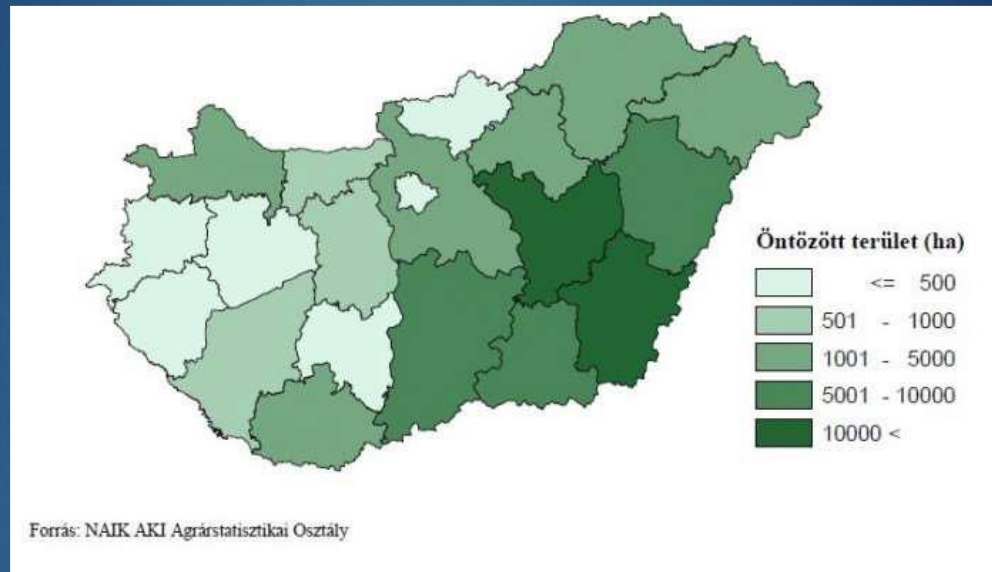
Vírusok kimutatása vízmintából

- ▶ Közvetlen kimutatásuk (sejtkultúrában) lassú, körülményes és alacsony az érzékenysége.
- ▶ A bakteriális és bakteriofág indikátorok nem megfelelőek.
- ▶ A molekuláris diagnosztika (PCR) pontosabb, ám mivel a vírusok titere rendkívül alacsony, akár több száz liter mintára lenne szükség elvégzéséhez (filtráció, vagy flokkuláció).
- ▶ Hatékonyság javítása: Virobathe projekt (a vírusok kapszidfehérjéi pH változásokra bekövetkező töltésváltozásnak köszönhető reaktív felülethez történő reverzibilis kötődésen alapuló módszer – cellulóz-észter membrán).
- ▶ Az eredmények alapján a leggyakoribb az adenovírusok csoportja volt (Kern et al., 2011).

Öntözővíz higiéné

Jogszabályi háttér

- ▶ 2019. évi CXIII. törvény az öntözéses gazdálkodásról
- ▶ Magyarországon a legnagyobb hagyománya a felületi öntözésnek van, ezen belül is az esőszerű öntözésnek.
- ▶ Az 1980-as évek elejétől a csévévelhető, a körbejáró és a lineár berendezések voltak népszerűek, azonban ma már a szántóföldi öntözött területeknek 80 %-a járvaüzemelő berendezésekkel működik.
- ▶ Az elmúlt 10 év átlagában az öntözött területek nagysága hazánkban nem haladta meg a 100 ezer hektárt. A vízjogi engedéllyel rendelkező terület mintegy 200 ezer hektár.
- ▶ Az öntözés közel 90 %-ban szántóterületen történik, csupán 4-5 % oszlik meg a gyümölcs, szőlő- és gyepterületek között.
- ▶ Az öntözött terület aránya Magyarországon alig 1-2 %.



- ▶ 92 %-ban felszíni, 7,5 %-ban felszín alatti és 0,5 %-ban partiszűrészű vízből öntöztek.

Az öntözés folyamata

- ▶ Vízszerezés/vízkiemelés (természetes, vagy mesterséges vízfolyásból, tóból, tározókból, felszín alatti vízből)
- ▶ Vízszállítás (nyílt csatorna, vagy csővezeték)
- ▶ Vízszétosztás
- ▶ Vízkijuttatás

- ▶ Problémák az öntözővízzel:
 - ▶ Kémiai
 - ▶ Mechanikai
 - ▶ Biológiai (baktériumok, vírusok, protozoák)

	Baktériumok (CFU/liter)	Vírusok (PFU/liter)	Protozoák (
Általános állapotú felszíni víz	Min: 1.00e+02, Max: 1.00e+04	Min : 1.00e-02, Max : 1.00e+02	Min : 0.00e+00, Max : 1.00e+03
Szennyezett felszíni víz	Min : 9.00e+01, Max : 2.50e+03	Min : 3.00e+01, Max : 6.00e+01	Min : 2.00e+00, Max : 4.80e+02
Nyers szennyvíz	Min : 1.00e+02, Max : 1.00e+06	Min : 5.00e+01, Max : 5.00e+03	Min : 1.00e+00, Max : 1.00e+04
Talajvíz	Min : 0.00e+00, Max : 1.00e+01	Min : 0.00e+00, Max : 2.00e+00	Min : 0.00e+00, Max : 1.00e+00
Esővíz (tetőről gyűjtött)	Min : 0.00e+00, Max : 2.40e+01	Min : 0.00e+00, Max : 1.00e-02	Min : 0.00e+00, Max : 1.90e-01

CFU – colony forming units (telepképző egységek száma); PFU – plaque forming units (plakk-képző egység)

- ▶ Az öntözővíz eredetű fertőzésekre tipikus példa az E. coli O157: H7 kitörés az Egyesült Államokban, mely aprított saláta fogyasztásával volt kapcsolatban és az öntözésre szánt kútvíz és egy hígtrágya tároló vizének véletlenszerű keveredésére volt visszavezethető (Pachepsky et al., 2011).

Szennyvízhigiéne

Definíciók

- ▶ Szennyvíz: az emberi tevékenység hatására kémiaailag, radiológiailag, illetve mikrobiológiailag elszennyeződött víz, amelyet közüzemi csatornahálózaton (illetve egyedi formában) külön vagy a csapadékvízzel együtt vezetnek el.
- ▶ Eredetük szerint lehetnek:
 - ▶ Kommunális: Lakóterületeken, háztartásokban keletkezik. Szennyezettsége a háztartási használatnak megfelelő. Ilyennek minősül még az ipari üzemek hasonló jellegű szennyvize
 - ▶ Ipari szennyvíz: Különböző gyártástechnológiák során keletkező szennyvíz. Összetétele, koncentrációja ipari tevékenységektől függően igen eltérő lehet
 - ▶ Mezőgazdasági szennyvíz: Agrokémiai állomások szennyvize, kemikáliákat szállító járművek mosóvize, mélyalmos tartás mosóvize. Hígtrágya nem!

Csatornarendszerek csoportosítása

Gyűjtés jellege alapján

Egyesített (csapadékkal együtt)

- + egy csatornarendszer
- + nagy átmérőjű elvezető -> kisebb dugulásveszély
- csapadékvízzel hígul -> több szennyvíz

Ilyen pl. Budapest egész területe

Elválasztó rendszerű

- + a csapadékvíz az csapadékvíz csatornába vezethető (ha van), vagy a telken elszikkasztható
- + kisebb mennyiségű és töményebb szennyvíz -> jobban tisztítható
- eldugulás veszélye nagyobb
- két csatornarendszer -> építési, üzemeltetési, fenntartásai költségek magasabbak



Mi a probléma a csatornahálózatba vezetett esővízzel?

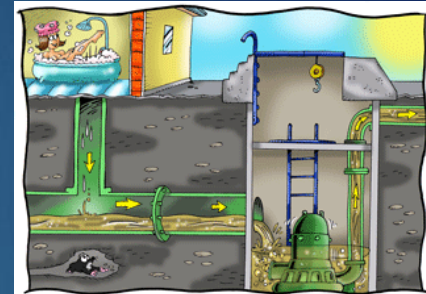
- ▶ A közcsonna-hálózat egyes szakaszainak telítődését, a szennyvízelvezetésben üzemzavart, a keverékvíz (szennyvíz és csapadékvíz) törzshálózatból kifolyását és közterületekre jutását eredményezheti.
- ▶ Az alacsonyabban fekvő területek (alagsorok, pincék, szuterének, mélygarázsok, stb.) elöntése sok esetben jelentős vagyoni károkkal jár, mindamelllett a fertőzésveszély komoly kockázatával is számolni kell.
- ▶ A szennyvíztisztító telepre juttatott keverékvíz kimossa a tisztításhoz használt baktériumokat, így károsítja a szennyvíztelep tisztítási mechanizmusát és technológiáját, ezáltal veszélyezteti a telep hatékonyságát.
- ▶ Ha a szennyvíztelep kapacitását meghaladó mértékű keverékvíz jut a telepre, és annak megfelelő minőségű megtisztítása már nem végezhető el, akkor a telep nem megfelelő minőségű tisztított vizet bocsát ki, amely a környezetbe kerülve a természeti értékeinket, vizeinket szennyezi és károsítja.
- ▶ A szennyvíztelepről kibocsátott víz minőségi határértékének túllépéséért a szolgáltató jelentős – akár több millió forintot meghaladó - hatósági bírság megfizetésére kényszerül.
- ▶ A szabálytalan csapadékvíz-rákötések a szolgáltatónak minden esetben többletkiadást jelentenek, mely kihatással lehet a végzett szolgáltatás minőségére és a szennyvízdíj mértékére, ezáltal közvetett módon a szolgáltatást szabályosan igénybe vevő többi felhasználóra is.

Csatornarendszerek csoportosítása

Áramlási viszonyok alapján

Gravitációs elven működők

- a gravitációs erő hatására az esés irányába mozog a szv.
- átemelő szivattyú: ha a teljes hossz nem biztosítható az egyenletes gravitációs esés



Kényszeráramlásúak (vákuumos vagy nyomás alatti)

- magasabb kivitelezési és üzemeltetési költség
- a szennyvíz gyakran berothadt állapotban jut a szennyvíztisztító telepre
- a nagy nyomás miatt könnyebben reped meg a vezeték -> terheli a talajt, talajvizet, közvetve a felszíni vizeket veszélyeztetheti

Szennyvizek összetétele

Szennyvizek összetétele:

Házi szennyvíz szervesanyag készletének több mint fele fekália:

- ▶ Igen nagy a fehérje- és fehérjebomlástermék tartalom, emellett zsírok és szénhidrátok
 - ▶ Zsírok általában emulgeálva
- ▶ Nagy mennyiségben (fekális) mikrobák
- ▶ Sok szerves anyag is

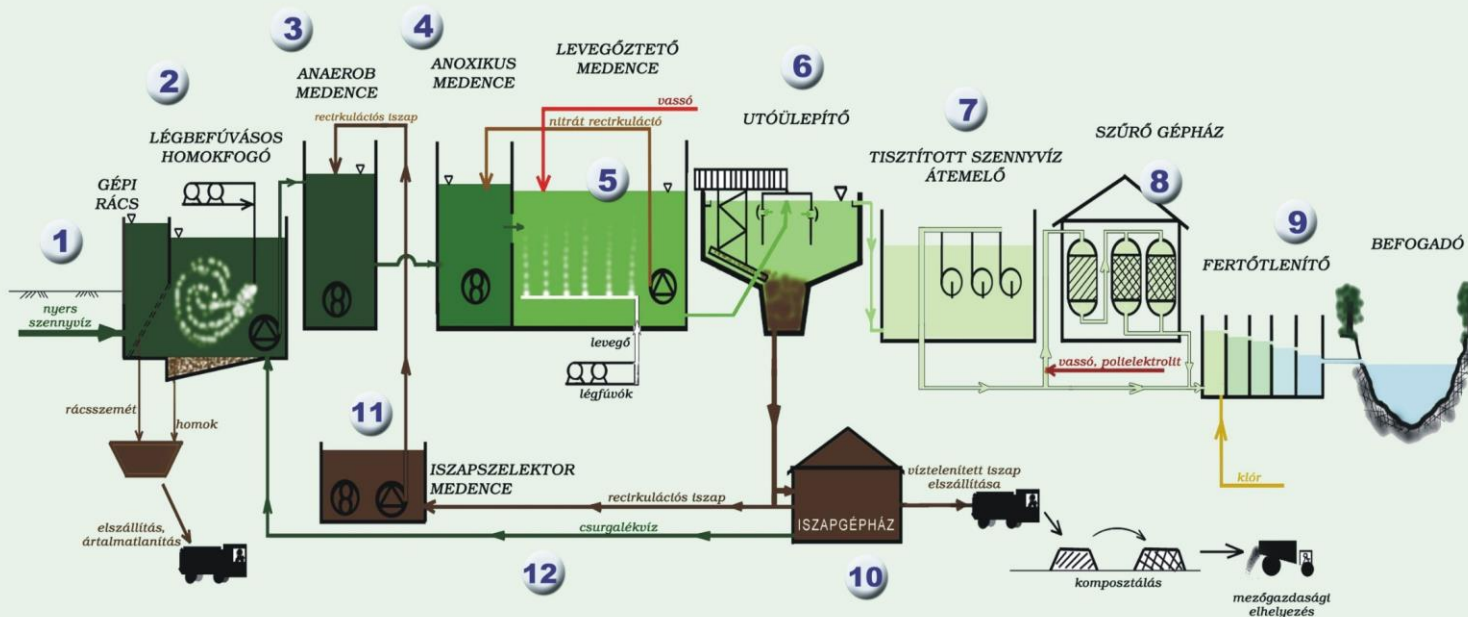
Minden olyan anyag megtalálható benne, ami át tud jutni a vízöblítéses WC lefolyóján!

- ▶ Szennyezőanyagok három formája fizikai-kémiai szempontból:
 - ▶ Lebegőanyag, kolloid állapot, oldat

Kommunális szennyvizek tisztítása 1.

- ▶ **Első fokú - Mechanikai tisztítás**
Fizikailag elválasztható anyagok eltávolítása
- ▶ **Másodfokú - Biológiai tisztítás**
Szerves anyagok elbontása, ásványosítása
- ▶ **Harmadfokú – Vegyszeres tisztítás**
foszfor, nitrogén eltávolítása
fertőtlenítés





- 1. A gépi rácslásnál** történik a szennyvízben található nagyobb méretű szilárd szennyeződések kiszűrése.
- A légbefúvásos homokfogóban** a szennyvízben lévő homokszerű szennyeződésekét távolítjuk el.
- Az anaerob medencében** olyan baktériumok találhatók, melyek oxigén nélkül képesek lebontani a szennyvíz foszfor- és nitrogénvegyület tartalmát.
- Az anoxikus medencében** zajlik az élővízre káros ammónia-tartalom megszüntetése.
- A levegőztető medencében** oxigén, és vasó bevitelével az élőveizekre szintén nagyon káros, biológiailag bontható szerves anyagokat távolítjuk el.
- Az utóülepítő medencében** a szennyvízben lévő, ülelthető szerves iszapot és foszfor-csapadékat, valamint a maradék szerves szennyeződésekét vonjuk ki.

- A tisztított szennyvíz átemelő** biztosítja, hogy a szűrőgépház szűrő berendezésén a víz áthaladjon.
- A szűrő gépházban** a tisztított szennyvízben esetlegesen benmaradt lebegő- és még oldott állapotban lévő anyagokat vasókkal és polielektroittal pelyhesítjük, majd kiszűrjük.
- A fertőtlenítőben** klórt adagolunk a vízhez, de csak olyan mennyiségben, ami a fertőző kórokozókat elpusztítja, de az élővízben található élőlényekre nincs káros hatással.
- Az izapgépházban** történik az iszap víztelenítése. Innen a víztelenített iszapot elszállítják, majd komposztálják és ellenőrzött körülmények között a mezőgazdaságban talajjavításra hasznosítják.
- Az utóülepítőből** az iszapszelektor medencébe érkezik az iszap, és innen pótoljuk a szükséges mennyiségű eleven iszapot az anaerob medencébe.
- A folyamat során keletkező **csurgalékvizet** visszavezetjük a technológia elejére.

Kommunális szennyvizek tisztítása 2.

Mechanikai előtisztítás - Nagyobb darabok eltávolítása

- ▶ **kőfogó zsomp**
 - kövek és nagy sűrűségű anyagok felfogására kialakított akna
- ▶ **rácsos szűrő**
 - a víztől kevéssé eltérő sűrűségű, nagyobb méretű anyagok
 - **rácsszemét** -> erősen fertőző, legtöbbször elföldelik
- ▶ **homokfogó**
 - a gyorsan áramló szv-ben lebegő homok, salak
 - áramlás lecsökkentése -> ülepités
 - **fertőző homok** -> többszöri átmosást követően is fokozott elővigyázatosságot igényel
- ▶ **zsír és olajfogók** – esetenként
 - áramlás lecsökkentése
 - > sűrűségkülönbség miatt a felszínre úsznak

Kommunális szennyvizek tisztítása 3.

Mechanikai tisztítás

- ▶ Áramlás csökkentés segítségével ülepítik a lebegő anyagot
- ▶ Ülepítő berendezésekben (áramlási sebesség 0,5 cm/s)
- ▶ A nyers szv. lebegő anyagai nagyrészt elválnak a folyadékfázistól -> primer iszap
- ▶ A szv. összes szerves anyag tartalmának 30-40%-a kiülepszik



Kommunális szennyvizek tisztítása 4.

Másodfokú - Biológiai tisztítás Az öntisztulás mesterséges felgyorsítása

- ▶ A maradék szerves anyag főként mikroorganizmusok általi lebontása
- ▶ Típusai:
 - ▶ Csepegtetőtestes biológiai tisztítás
 - a lebontást a biológiai hártya (biofilm) végzi
 - helyhez kötött mikroorganizmusok
 - aerob és kis részben anaerob mikroorganizmusok
 - ▶ Eleveniszapos szennyvíztisztítás
 - legelterjedtebben alkalmazott műszaki megoldás
 - a lebontást végző mikrobák szabadon, iszapszuszpenzióként lebegnek a szv-ben
 - levegőztetés, iszap mozgatása
- ▶ Keletkezik: szekunder szennyvíziszap (fölösiszap)

Kommunális szennyvizek tisztítása 5.

▶ Harmadfokú – Vegyszeres tisztítás

- ▶ a legköltségesebb eljárás – csak indokolt esetben
- ▶ feladata a másodfokú tisztítás során létrejött sók, illetve a szv-ben még jelenlevő tápelemek (N, P) eltávolítása és a szv. fertőtlenítése
- ▶ a befogadó eutrofizálódásának indukálása
- ▶ ha toxikus anyagok vannak a szv-ben -> célszerű a biológiai tisztítás előtt elvégezni, hogy ne gátolódjon a mikroorganizmusok működése
- ▶ fertőtlenítés – a kórokozók fertőzőképességének megszüntetése
- klór, ózon, UV

Szennyvíziszapok 1.

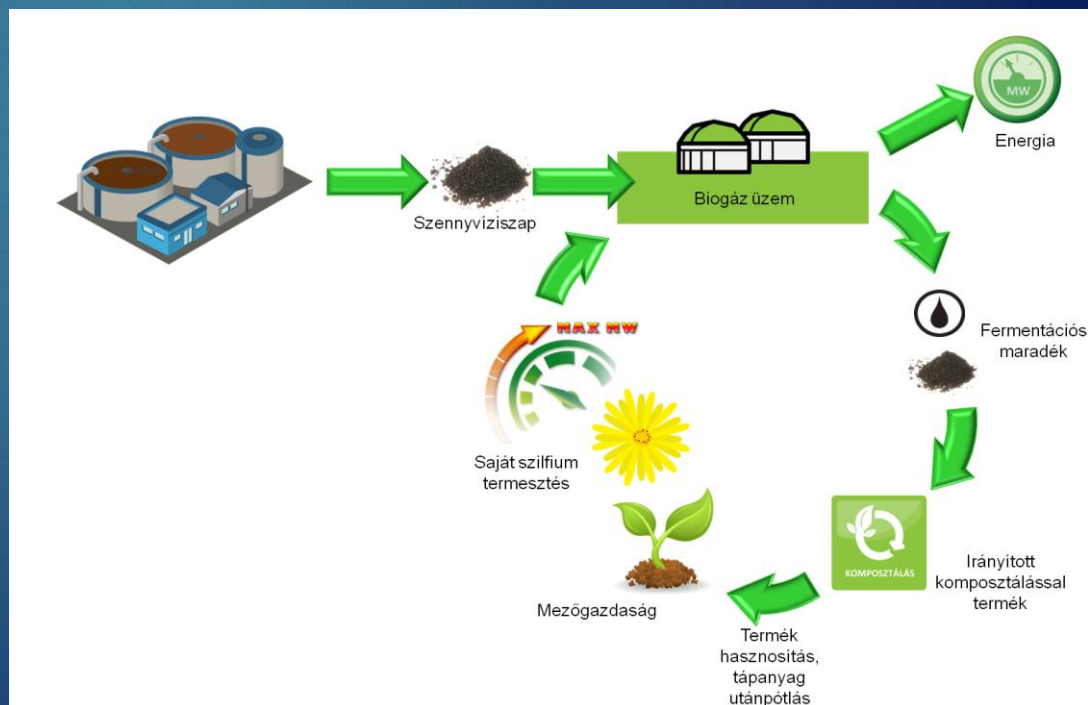
- ▶ A szennyezőanyagok nagyobb hányada az iszapban halmozódik fel.
 - ▶ Primer és szekunder kezelése ált. együtt (víztartalma 97-98%)
- ▶ Szennyvíziszap kezelése:
 - ▶ Célja:
 - Az iszap nedv. tartalmának csökkentése
 - Bűz, szagártalom, fertőzőképesség csökkentése
 - ▶ Aerob és anaerob (inkább) stabilizáció lehet
 - ▶ 1. Gravitációs elősűrítés:
 - ▶ Néhány órás üleptetés (92-95%-os víztartalom)
 - ▶ Jelentős térfogatcsökkenés

Szennyvíziszapok 2.

- ▶ 2. Anaerob reaktor
 - ▶ Savas rothadás: tejsav és kénhidrogén keletkezik
 - ▶ Zárt térben: metánképzők kerülnek túlsúlyba
 - ▶ Biogáz keletkezésének helye
 - ▶ A folyamat végére kb. 80% víztartalommal
- ▶ Iszapkondicionálás
 - ▶ Utósűrités gravitációs úton
 - ▶ Vegyszeradagolással hatékonyabbá tehető
- ▶ Iszapvíztelenítés
 - ▶ Szikkasztóágy régebben, manapság gépi iszap-víztelenítés - szűrők, centrifugák, prések

Szennyvíziszapok 3. és védőtávolságok

- ▶ Iszapelhelyezés:
 - ▶ Általában gondot okoz
 - ▶ Lehetőségek: égetés, lerakás, mezőgazdasági elhelyezés, rekultiváció
 - ▶ Talajban történő elhelyezés történhet
 - ▶ Komposztálással
 - ▶ Elhelyezés felszíni árokban
 - ▶ Injektálás



Szennyvíziszap kihelyezésre alkalmas területek Magyarországon



Szennyvizek vizsgálata 1.

- ▶ Szennyvízvizsgálatok kiterjedése
 - ▶ Lehet tájékoztató-, ellenőrző-, részletes- vagy célvizsgálat
- ▶ Mintavétel szennyvizekből:
 - ▶ Fontos a mintavételi hely körültekintő kiválasztása (helyszíni szemle alapján)
 - ▶ Minősége térben és időben is eltérő
 - ▶ Pont-, vagy átlagmintákat (térben vagy időben képzett átlagok) vehetünk
 - ▶ Mintákat hűtve (0-+4°C között) tárolni, 24 órán belül feldolgozni.
 - ▶ Esetenként vegyszeres tartósítás

Szennyvizek vizsgálata 2.

- ▶ A szennyezettség mérése:
 - ▶ Anyagok sokfélesége miatt igen bonyolult
- Általános szennyezettségi mutatók:
 - Szín, szag, átlátszóság
 - Szubjektív, mégis fontos információkkal szolgálhat a szv. állapotáról, szennyezettség mértékéről
 - Szín: friss házi szennyvíz: szürkés sárgás zöldesszürke (eltérés: nem friss)
 - Szag: dohostól a vizelet, fekália szagig (záptojás szag anaerob bomlást jelez)
 - Átlátszóság: minőségéről ad tájékoztatást
 - Lebegőanyag tartalom, izzítási veszteség
 - Mérték egység mg/liter (szűréssel, szárítással)
 - Izzítás után marad az ún. izzítási maradék (%)
 - A két értékből számolható az izzítási veszteség (arányos a szerves szennyezettséggel)

Szennyvizek vizsgálata 3.

- ▶ Szervesanyagtartalom
 - ▶ Szennyezettség legfontosabb mérőszáma
 - ▶ Mérés: KOI (permanganátos), BOI (ötnapos)
- ▶ Az oxigénháztartás mutatói
 - ▶ Oldott oxigén-tartalom:
 - ▶ Adott hőmérsékleten felvehető max. oxigén mennyiség
 - ▶ lebomlottsági állapot indikátora
 - ▶ Rothadóképeség
 - ▶ Anaerob bomlási képesség mérése
 - ▶ Redox-indikátorral mérik
 - ▶ Biológiailag jól tisztított szv. esetében az indikátor színe 48 órán túl is megmarad

Szennyvizek vizsgálata 4.

▶ Nitrogénvegyületek:

- ▶ Ammóniumtermékek fehérjék bomlásából
- ▶ Nitrit és nitrát megjelenése a tisztított szennyvízben általában az aerob rendszer megfelelő működését jelzik
- ▶ Fotometriás mérési módszerek

▶ Foszforvegyületek:

- ▶ Szennyvízben előforduló foszforsav formák:
 - ▶ 1. Orto-foszforsav
 - ▶ 2. Összes szervesetlen foszfát
 - ▶ 3. Szerves foszfát
 - ▶ 4. Összes foszfát
- ▶ Mérés: orto foszfát meghatározás

Szennyvizek vizsgálata 5.

- ▶ Egyéb kémiai jellemzők:
 - ▶ pH érték:
 - ▶ Kommunális: 6,5-8 ha ettől jelentősen eltér ipari szennyvízbevezetésre kell gyanakodni
 - ▶ Mérés: általában műszeres
 - ▶ Klorid
 - ▶ Származás: vizelet, mosogatóvíz
 - ▶ A klorid koncentrációja a szennyvíztisztítás során jelentősen nem változik (töménységre utalhat)
 - ▶ Mérés: ezüstnitrátos titrálás

Szennyvizek vizsgálata 6.

- ▶ Szulfát
 - ▶ Vezetékes vízből kerül a szennyvízbe
 - ▶ Anaerob kezelés esetén bűzanyagok (H_2S miatt)
 - ▶ Mérés: gravimetria (súly szerinti eloszlás)
 - ▶ Szulfáttartalom eltér a vezetékes víztől: talajvíz rendszerbe szivárgást jelez
- ▶ Elektromos vezetőképesség
 - ▶ Az oldott ionok koncentrációjától függ
 - ▶ Mérés: műszeres analitika
 - ▶ ipari, mezőgazdasági szennyvíz bevezetés indikátora

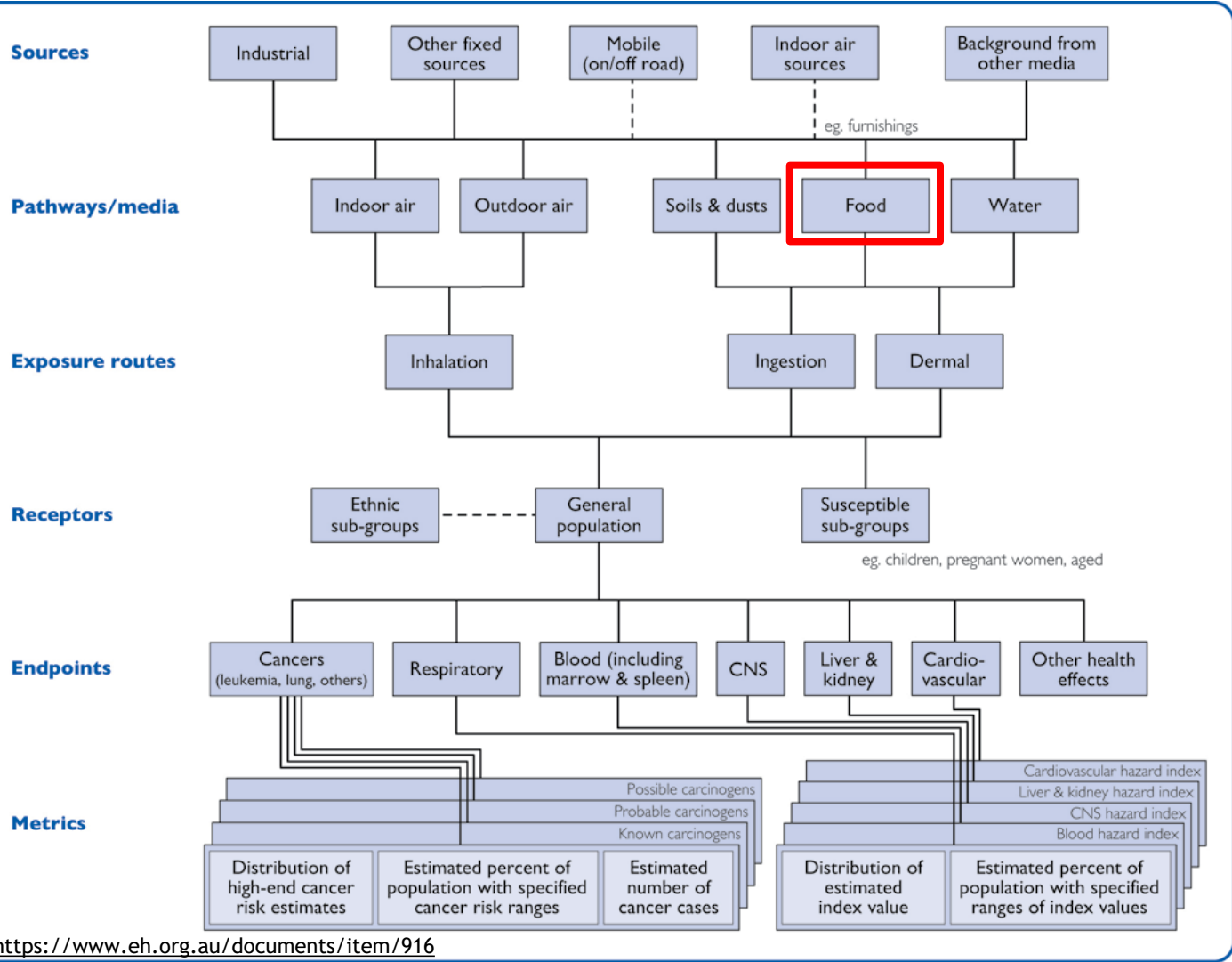
Szennyvizek vizsgálata 7.

- ▶ Szennyvizek biológiai vizsgálata:
 - ▶ Szennyvíz minőség és a tisztító berendezés működésének ellenőrzésére
 - ▶ Indikátor szervezetek vizsgálata
 - ▶ A szennyvízvizsgálat eredményei információt adhatnak:
 - ▶ Szennyvíz eredetéről
 - ▶ Tisztítási hatékonyságról
 - ▶ Toxikussági állapotról
 - ▶ Szennyvízbe jutó egyéb vizek eredetéről
 - ▶ Felhígulás szükségességéről és mértékéről
 - ▶ A befogadóba eresztés lehetőségéről
 - ▶ A befogadó terhelhetőségéről, öntisztuló képességéről

Szennyvizek vizsgálata 8.

- ▶ Kiegészítő vizsgálatok:
 - ▶ Detergensek (mérés: csoportreakciók)
 - ▶ Zsír- és olajtartalom (Meghatározás széntetrakloriddal szerves oldószeres extrakt, SZOE)
- ▶ Városi szennyvizekben előfordulhatnak: nehézfémek
- ▶ Iparban, vagy mezőgazdaságban használatos vegyi anyagok bármelyike bejuthat
- ▶ Szerves vegyipar termékei: Robbanás- és tűzveszély, toxicitás
- ▶ Növényvédőszeresek, antibiotikumok
- ▶ Szervetlen sótartalom: akadályozhatja a biológiai tisztítást

Köszönöm a figyelmet!



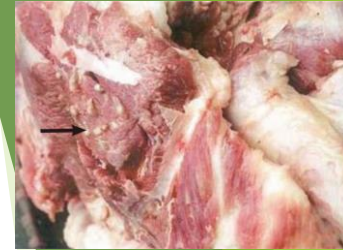
Környezethigiénia, élelmiszer higiénia

- ▶ A **környezethigiénia** (environmental hygiene), mint az orvostudomány egyik ága a környezeti elemeknek (levegő, talaj, víz), az épített környezetnek, valamint a társadalom termelő és fogyasztó tevékenységével összefüggő tényezőknek (élelmiszerek, ivóvíz, hulladék, zaj-, rezgés- és sugárártalmak) az emberi szervezetre gyakorolt hatását vizsgálja.
- ▶ Az élelmiszer-higiénia olyan követelmény rendszer, amely az állati-, növényi- és ásványi eredetű élelmiszerre, az előállítás, forgalmazás környezetére egyaránt vonatkozik, és ez az élelmiszer biztonságát, fogyaszthatóságát eredményezi.
- ▶ A higiénia tehát az élelmiszer-biztonság (food safety), mint követelmény elérésének eszköze, azaz hogy az élelmiszer biztonsággal fogyasztható lesz.
- ▶ Fő feladata: az élelmiszer-biztonság érdekében az élelmiszer eredetű fertőzések és mérgezések (foodborne infections and intoxications) megelőzése, leküzdése.

Az élelmiszer higiénia története

- ▶ A húsfogyasztásra vonatkozó legősibb szabályok vallási tilalmak voltak.
- ▶ Az ókori görög és római városokban már kiterjedt hús- és mészárosipar működött, piaci rendőrség felügyelete mellett.
- ▶ A hadseregek ellátása érdekében elterjedtek a hústartósítási eljárások: szárítás, sózás, pácolás
- ▶ Korai középkori pápai rendelet: a sertéshúst és szalonnát csak főzés után volt szabad fogyasztani, a beteg és elhullott állatok húsának fogyasztása tiltott.
- ▶ Kialakultak a mai húsvizsgálati elbírálás alapjai
- ▶ XIII. század - hentes és mészáros céhek kialakulása, az első vágóhidak (1242, Trachenberg)
- ▶ 1276, Augsburg - rendelet intézkedik a beteg állatok húsának vizsgálatáról, de a betegség feltűntetése mellett engedélyezi árusításukat

Élelmiszer higiénia Magyarországon



- ▶ XIII-XIV. századi céhlevelek: a mészáros ipart a céhmesterek és a húslátómesterek ellenőrizték, a romlott hús árusítását szigorúan büntették.
- ▶ Csak friss hús árusítható, borsókás húst, előző hétről megmaradt árut a piacon nem árusíthatnak.
- ▶ Vágásra vonatkozó szabályok: csak a kijelölt mészárszékben, vagy víz mellett (szarvasmarha), az 1700-as évektől a vágásra szánt állatokat vizsgálták is (látó, vagy bélyegzőmester).
- ▶ 1859- belügyminisztériumi rendelet a marha- és hússzemplére vonatkozóan (veszettségre, lépfenére gyanús állat nem vágható)
- ▶ 1888-tól törvényi előírás szól a közfogyasztásra szánt állatok vágásáról, vizsgálatáról a ragályos megbetegedések elkerülése érdekében.

Élelmiszer higiénia Magyarországon

- ▶ Az 1908. évi 54.300 FM sz. rendelet a húsvizsgálat végrehajtására egységes szabályozást adott ki. Ez részletezi a vágóhidak működését, a vágás, a húsvizsgálat, a húsfeldolgozás, a vásárcsarnoki, piaci húsforgalmazás feltételeit.
- ▶ Az állategészségügyről szóló 1928. évi XIX. tc. végrehajtása tárgyában jelent meg a 100.000/1932. FM. sz. rendelet, amely a tudomány állásának megfelelően foglalta jogi keretek közé - többek között - a húshigiéniai előírásokat. A jogszabály pontosította, bővítette, tudományossá tette - mindenek előtt a bakteriológiai húsvizsgálat szabályainak megalkotásával - a húshigiéniai előírásokat.
- ▶ Az 1950-es évektől megalkotásra került egy egységes jogszabály rendszer, amely a legmagasabb szintű jogforrásokat, azokkal szerves egységben az élelmiszerhigiénéiával összefüggő területek szakmai vonatkozásait is magában foglalja.

Hatályos élelmiszer-higiéniai jogszabályok Magyarországon

- ▶ Az élelmiszerekről szóló 2003. évi LXXXII. Törvény
- ▶ 2008. évi XLVI. törvény az élelmiszerláncról és hatósági felügyeletéről
- ▶ A Kormány 1703/2013. (X. 8.) Korm. határozata az Élelmiszerlánc-biztonsági Stratégia (2013-2022) elfogadásáról
- ▶ 68/2007. (VII. 26.) FVM-EüM-SZMM együttes rendelet az élelmiszer-előállítás és forgalomba hozatal egyes élelmiszer-higiéniai feltételeiről és az élelmiszerek hatósági ellenőrzéséről
- ▶ **A Magyar Élelmiszerkönyv**
 - ▶ 220/2008. (VIII. 30.) Kormányrendelet az élelmiszerlánc területén kötelező előírások és ajánlott szakmai irányelvek gyűjteményei kiadásának rendjéről
 - ▶ 152/2009. (XI.12.) FVM rendelete a Magyar Élelmiszerkönyv kötelező előírásairól

Élelmiszerbiztonság napjainkban

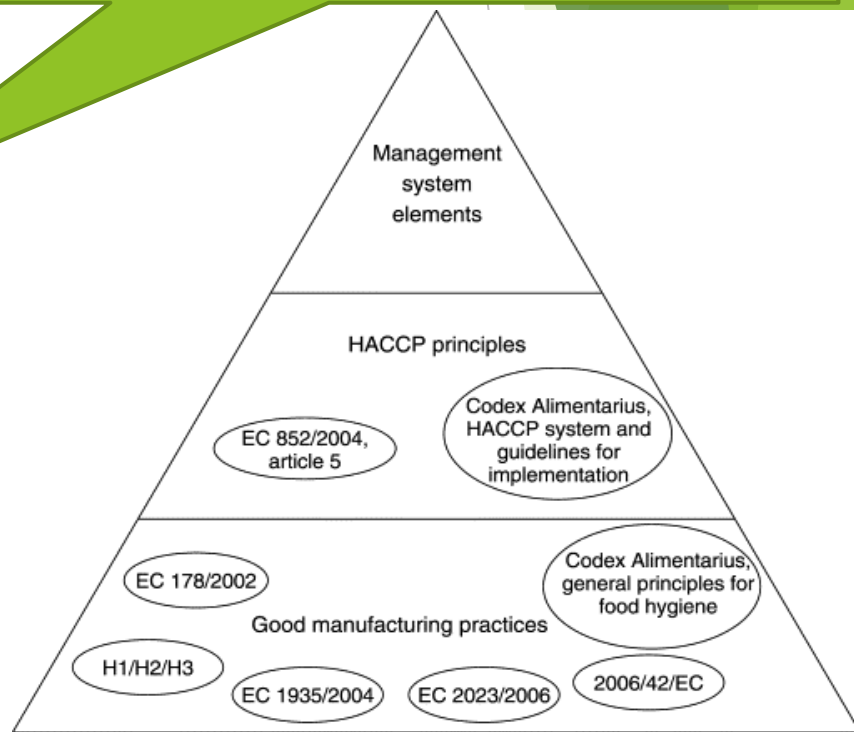
- ▶ Az élelmiszer-higiéna szakterülete az elmúlt évtizedben igen jelentős változáson ment keresztül
- ▶ A teljes élelmiszer-biztonsági láncra kiterjedő, átfogó, egységes megközelítés szükségessége a mezőgazdasági termelést is az élelmiszer higiénia szerves részévé tette, melyet a Codex Alimentarius (1997) deklarált.
- ▶ 852/2004/EK rendelet
- ▶ Élelmiszerhigiéniai szabályozás reformja
- ▶ Hatósági ellenőrzések hatékonyabbá tétele
- ▶ Egységes ellenőrzési módszertan
- ▶ Új ellenőrzési, felügyeleti struktúra kialakítása

Az élelmiszer minőségbiztosítás hierarchiája



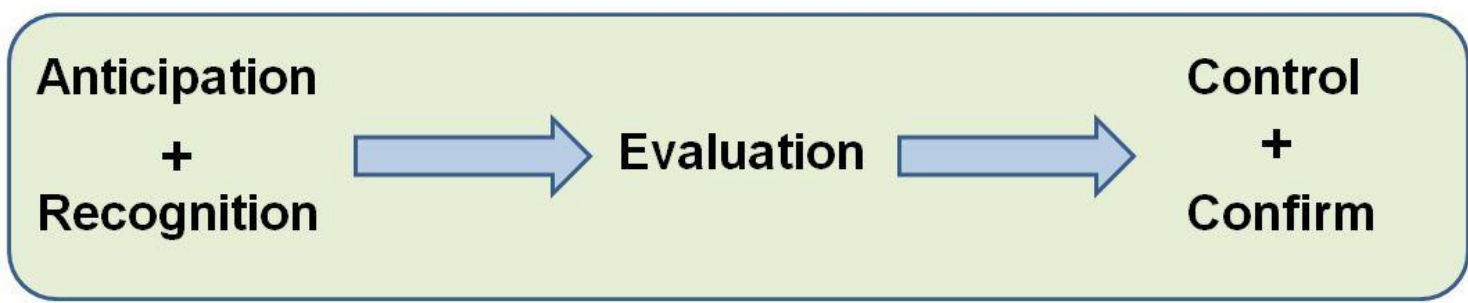
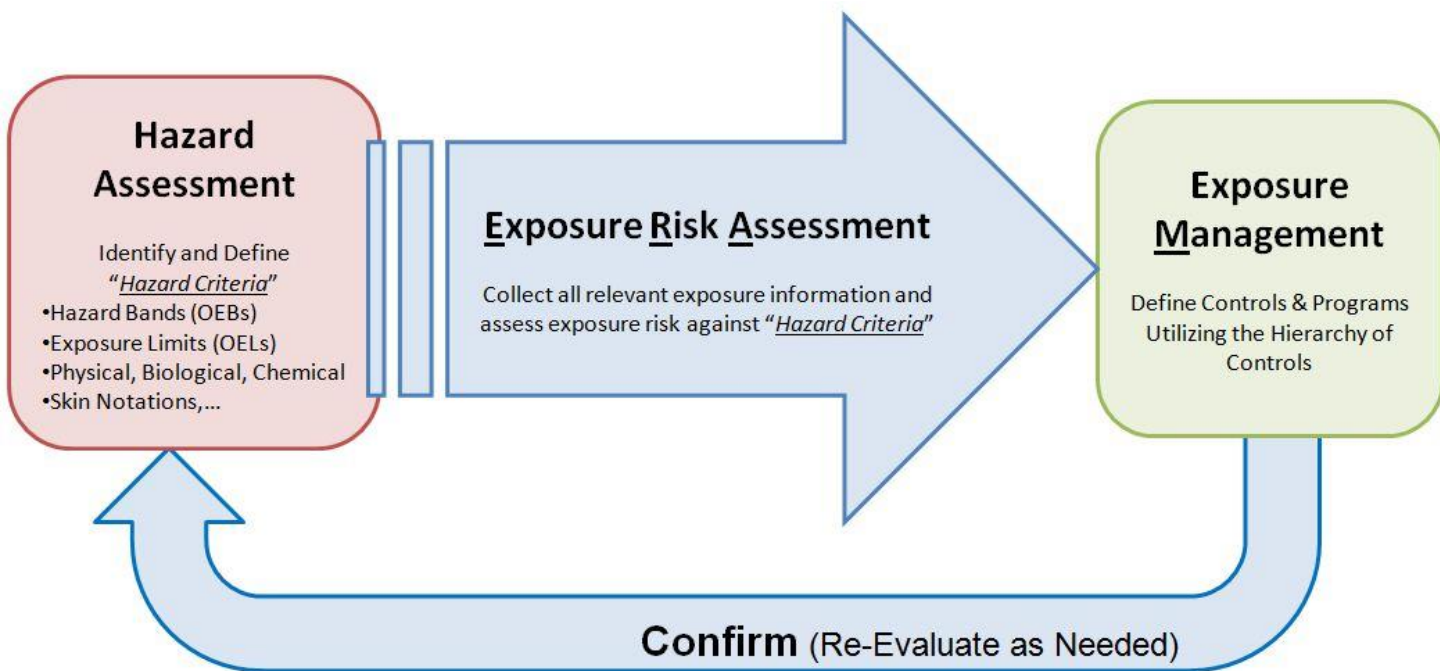
Módszer a biztonságos élelmiszerek előállításához.

Azonosítja, mit kell tennünk, hogy az élelmiszert biztonságosabbá tegyük.
Biztosítja, hogy amit elterveztünk, korrekt módon meg is valósítjuk.



HACCP alapelvek

- 1.) **Veszélyelemzés végzése:** fel kell mérni és meg kell határozni mindazokat a veszélyeket, melyek a kész élelmiszerben (étel, ital), a fogyasztó egészségének károsodását okozhatják. Veszély lehet biológiai, mikrobiológiai, kémiai, fizikai eredetű, melyek veszélyforrásokon keresztül jutnak az élelmiszerbe. A veszélyelemzés a teljes élelmiszerláncra ki kell, hogy terjedjen, a nyersanyagtermeléstől egészen a fogyasztásig. A gyakorlatban ezt úgy oldják meg, hogy minden vállalat arra a területre végzi el a veszélyelemzést, melyre közvetlen hatása van. A veszélyelemzésnek része a veszélyek előfordulási valószínűségének meghatározása és szabályozása.
- 2.) **A Kritikus Szabályozási Pontok (CCP) meghatározása:** azon pontok, eljárások, módszerek meghatározása, amelyek szabályozásával a veszélyek megelőzhető, megszüntethető, vagy előfordulásuk csökkenthető.
- 3.) **A kritikus határérték(ek) megállapítása:** a határértékek arra szolgálnak, hogy a kritikus pontok szabályozhatók legyenek, tehát egyértelmű döntéseket lehessen hozni. A határértékek általában szigorúbbak a szerződésekből foglaltaknál.
- 4.) **A CCP szabályozását felügyelő rendszer felállítása:** minden ponton szükség van hatékony felügyelő rendszerre, ahol szabályozás szükséges. A felügyelő rendszer felállításakor meg kell határozni, hogy a határértéket ki, milyen módszerrel, milyen gyakorisággal állapítsa meg, valamint hogyan kezelje az eredményeket.
- 5.) Azon **helyesbítő tevékenység** meghatározása, melyet akkor kell elvégezni, ha a felügyelet jelzi, hogy valamely CCP nem áll szabályozás alatt.
- 6.) **Az igazolásra szolgáló eljárások megállapítása:** ezek segítségével bizonyítható, hogy a HACCP rendszer hatékonyan működik.
- 7.) **Dokumentáció létrehozása,** mely tartalmazza az alapelvekhez tartozó eljárásokat és nyilvántartásokat. A dokumentációnak jól áttekinthetőnek, világosnak kell lennie, és minden szükséges információt tartalmaznia kell.



Fundamental Elements of Industrial Hygiene (ERAM Model)



Új típusú megközelítés - élelmiszerlánc

- ▶ A 1900-as évek végéig az élelmiszer-biztonság érdekében elsősorban az élelmiszerlánc hagyományos elemeire, pl. vágóhidakra, állatgyógyszermaradékanyagokra stb. figyeltek oda. Az egyre gyakoribbá váló élelmiszerbotrányok azonban rámutattak arra, hogy ez a hozzáállás már nem megfelelő. A 2000-es évek elejétől kezdve ezért szerte a világon egy újfajta, modern élelmiszer-biztonság megvalósítását tűzték ki célul, ahol a figyelemnek már a teljes élelmiszerlánc minden elemére ki kell terjednie.

NÉBIH

- ▶ A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) 2012. március 15-én alakult meg. A hivatal az Agrárminisztérium háttérintézményeként országos hatáskörben felügyeli az élelmiszerlánc-biztonsági szabályok betartását, küzd az élelmiszerhamisítások és a feketegazdaság ellen.
- ▶ A hivatal küldetése a 2014-ben kidolgozott Élelmiszerlánc-biztonsági Stratégiában megfogalmazott célkitűzések megvalósítása, a magyar élelmiszerlánc-biztonság védelme és javítása a termőföldtől az asztalig, valamint hozzájárul ahhoz, hogy a vásárló minőségi élelmiszerrel találkozzon.
- ▶ Ennek érdekében a NÉBIH nagy figyelmet fordít az ellenőrzésekből, vizsgálatokból eredő információk gyűjtésére, feldolgozására és közérthető módon való megosztására, kommunikálására.

Az élelmiszer biztonság magában foglalja...

- ▶ Az élelmiszer megóvását a szennyeződéstől, beleértve az egészségügyi kockázatot jelentő mikroszervezeteket, mérgező és idegen anyagokat
- ▶ Megakadályozni, hogy az élelmiszerben jelenlévő bármely mikroszervezet képes legyen szaporodni, mely ételmérgezéshez és az étel idő előtti megromlásához vezetne.
- ▶ Elpusztítani minden egészségügyi kockázatot jelentő mikroorganizmust (hőhatással, vagy más kezeléssel).
- ▶ Garancia arra vonatkozóan, hogy az élelmiszer nem okoz egészségkárosodást a fogyasztónak **HA azt a tervezett felhasználásnak megfelelően készíti elő és/vagy fogyasztja el.**

Élelmiszerre vonatkozó követelmények



Élelmiszer vizsgálatok

Jellemző és jellegzetes tulajdonságok, melyek alapján a termék kielégíti a fogyasztók vélt, vagy valós igényeit

Élelmiszer környezetére vonatkozó követelmények



- Előállítás
- Feldolgozás
- Kezelés
- Tartósítás
- Tárolás
- Csomagolás
- Forgalomba hozatal

Az élelmiszer minősége
alatt mást ért a hatóság
és mást ért a fogyasztó

**Fogyasztói
igény**

**Organoleptikus
minőség**

**Funkcionális
tulajdonságok**

**Frissesség,
eltarthatóság**

**Táplálkozási
érték**

Biztonság

Ár

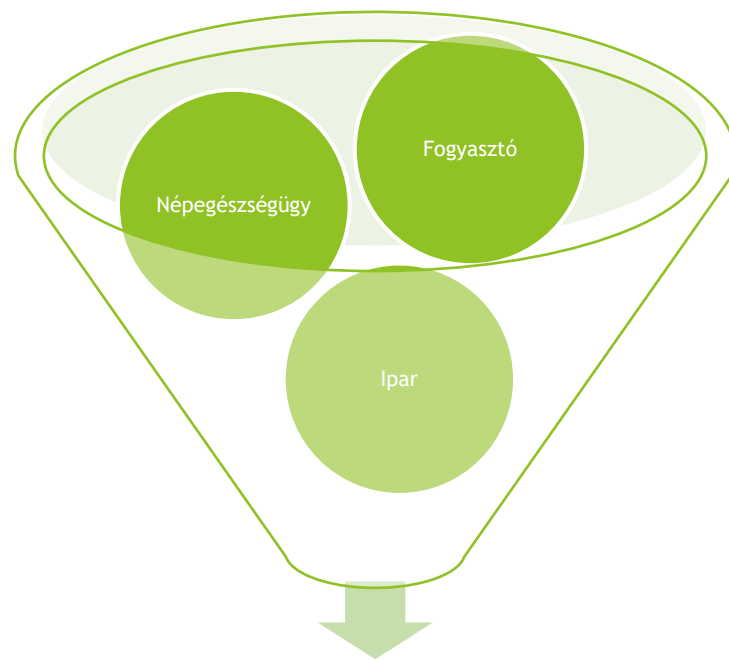
**Ügyi
követelmény**

**Higiéniai
minőség
(biztonság)**

**Táplálkozási
érték**

**Előírásoknak
való
megfelelés**





Biztonság

Mikrobiológiai veszélyek

- ▶ Az élelmiszer elfogyasztása révén az emberi szervezetbe jutó egészségkárosító anyagok közül a mikrobiológiai ágensek és a kémiai szennyezők a legjelentősebbek.
- ▶ A mikrobiológiai veszélyt okozó ágensek közül megkülönböztetett figyelmet érdemelnek a zoonotikus (állatról emberre terjedő) kórokozók:
 - ▶ baktériumok, vírusok, paraziták és prionok
- ▶ Közülük az élelmiszer-fogyasztással összefüggő klinikai megbetegedések kiváltásában legnagyobb jelentőségűek a baktériumok:
 - ▶ Salmonella (hús, főleg baromfihús, tojás, tojáspor, tojáslé, tojás alapú élelmiszerek, fűszerek)
 - ▶ Campylobacter (baromfihús, nyers tej, víz)
 - ▶ Listeria (nyers tej, nyers tejből készített sajtok, lágysajtok, közvetlen fogyasztásra szánt ún. RTE-élelmiszerek)
 - ▶ Haemorrhagiás E. coli (marhahús, nyers tej, trágyával szennyezett zöldségek (főként saláták), ivóvíz, csirák)
 - ▶ Calicivírusok (bogyós gyümölcsök, saláták, de bármilyen élelmiszer lehet)
 - ▶ Clostridium botulinum (házi húskészítmények, sonka, kolbász, konzerv)
 - ▶ Toxoplasma (nem jól hőkezelt hús, bármilyen utólag szennyezett élelmiszer).

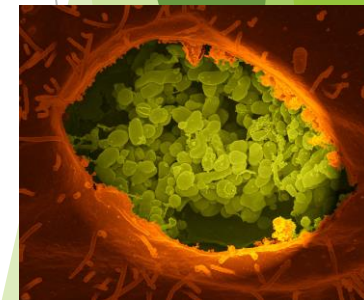
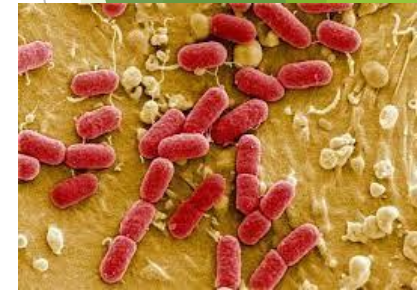
Zoonotikus megbetegedések Európában (2008)

	Incidencia/100 ezer fő					
	EU-átlag	D	A	NL	GB	H
Campylobacteriosis	40,7	78,7	51,4	39,2	90,9	54,9
Salmonellosis	26,4	52,2	27,7	15,5	18,8	66,1
Yersiniosis	1,8	5,3	1,1	— **	0,1	0,4
Listeriosis	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2
VTEC*	0,7	1,1	0,8	0,6	1,9	0
Q-láz***	0,5	0,5	—	6,2	<0,1	0

A zoonotikus ágensek által okozott bejelentett humán megbetegedések az Európai Unióban (2008) •

*: Verotoxin-termelő *E. coli* okozta megbetegedés; **: nincs adat

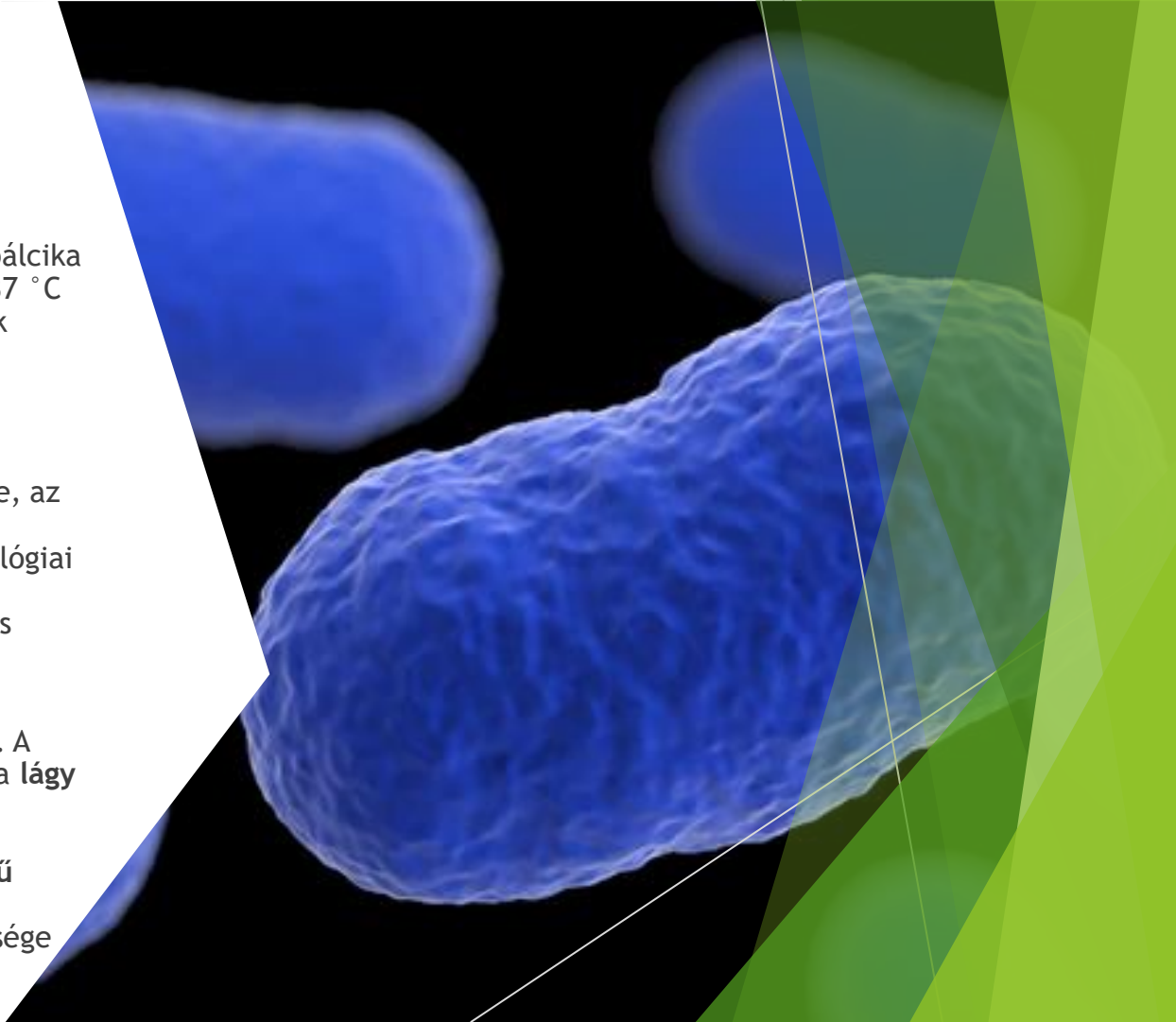
*** *Coxiella burnetii*



Laczay P., 2012

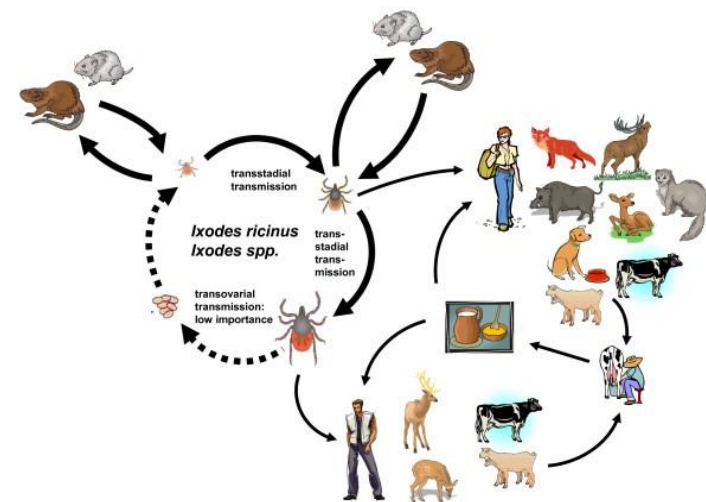
Listeriosis

- ▶ A *L. monocytogenes* rövid, az orbáncbaktériumnál vastagabb, 20-25 °C között tenyésztve csillós, Gram-pozitív, pálcika alakú baktérium. Tenyésztési optimuma 37 °C körül van, de 4-42 °C között is szaporodik
- ▶ A listeriák hővel és fertőtlenítőszerrel szembeni ellenálló képessége nem nagy.
- ▶ **Nagyon veszélyes lehet** a fertőzés a legyengült ellenálló-képességű emberekre, az immunhiányos kórképekben szenvedő betegekre (pl. szervátültetettek, hematológiai betegségben szenvedők, cukorbeteg), idősekre és **várandós nőkre**, és a fertőzés átterjedhet a magzatra is.
- ▶ A listeriózis **fertőzött élelmiszerek** fogyasztása révén alakul ki. A leggyakrabban szennyezett élelmiszerek a **lágysajtok** (pl. brie, camembert, feta). A **zöldségek** például a trágyázás miatt lehetnek szennyezettek, az **állati eredetű élelmiszerek** (hús, tejtermékek) pedig a hordozó állat bélcsatornájának fertőzöttsége miatt.



Legnagyobb kockázatot jelentő élelmiszerek (NÉBiH)

- ▶ Baromfihús (Salmonella, Campylobacter), főleg keresztszennyezés útján
- ▶ Nyerstej, tejtermék (Campylobacter, Listeria, kullancs-encephalitis vírus)
- ▶ Tojás, tojásos termékek (Salmonella)
- ▶ Hidegkonyhai, cukrászati termékek (Salmonella, Staphylococcus, vírusok)
- ▶ Kagylók (vírusok)
- ▶ Saláták, étkezési csírák (E. coli, Salmonella, vírusok)

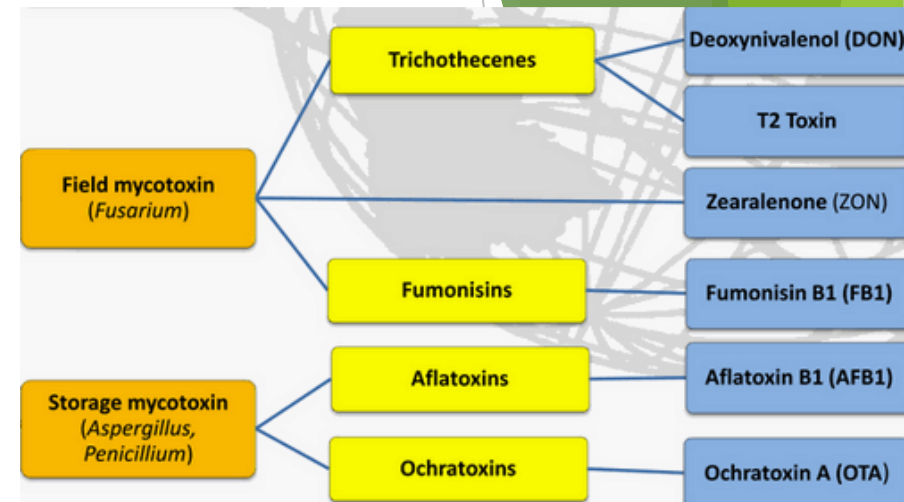


Élelmiszerek kémiai szennyezői

- ▶ Általában rejtve maradnak a fogyasztó előtt, mivel lassan fejtik ki egészségkárosító hatásukat.
- ▶ Többségük az elsődleges termelés során, a gazdaságban jut az élelmiszer-termelő állatok és növények szervezetébe, felületére, kisebb részük az élelmiszer feldolgozás folyamatában keletkezik
- ▶ Az elsődleges termelés szintjén jelentkező kémiai veszélyek közé tartoznak
 - ▶ az állatgyógyszerek és növényvédőszeresek maradékai
 - ▶ a különböző környezeti eredetű szennyezők (például: toxikus fémek, dioxinok, poliklórozott bifenilek)
 - ▶ biológiai eredetű kontaminánsok (mikotoxinok, tengeri és édesvízi biotoxinok, hisztamin)
 - ▶ valamint természetes tartalomként előforduló toxikus anyagok (ciánglikozidok, nitritek, nitrátok, alkaloidok stb.)
 - ▶ Megjegyzés: a ciánglikozidok enzim hatására bomlanak, a felszabaduló cianhidrogén toxikus ($LD_{50} = 0,5-2,5 \text{ mg/kg per os - ember}$) emberi szervezetben a körülmények nem optimálisak a HCN lehasadásához (gyomor pH túl savas, vékonybél: túl lúgos). A szervezet védekező mechanizmusa (rodanid-képzés) ártalmatlanná teszi a lehasadt cian-hidrogént.

Mikotoxinok

- ▶ Több, mint 300 gombafaj képes toxikus anyagok termelésére, melyek számos mezőgazdasági terméket szennyezhetnek
- ▶ Ezek a másodlagos anyagcsere-termékek a mikotoxinok.
- ▶ Megjelenhetnek a betakarítás előtt, után és a tárolás folyamatában.
- ▶ Főbb mikotoxin-termelő nemzetségek: *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*
- ▶ Hatásaik az aflatoxinok példáján: akut toxicitás, immunszuppresszív, mutagén, karcinogén, teratogén hatás
- ▶ A főbb érintett szövetek: emésztőrendszer, légzőrendszer, endokrin, exokrin, reprodukzív, ideg- és immunrendszer.

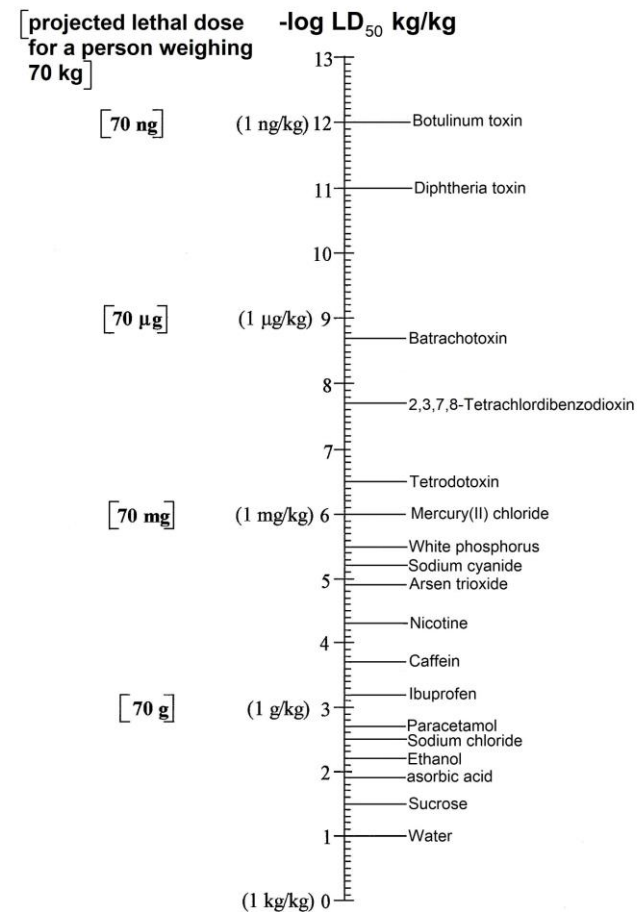


Természetes eredetű ártalmas anyagok

Anyagmegnevezés	Az élelmiszer fajtája	Határérték (mg/kg)
SZOLANIN	Nyers, hámozott burgonya	180
CIÁN	Csonthéjas magvakkal készült édesipari termékek	5,0
(CHN)	Természetes gyümölcspálinkák, pálinkakészítmények és egyéb tömény szeszes italok	40,0 (valódi kisüsti minőség) 20,0 (kereskedelmi minőség)
	Borok, gyümölcsborok és különleges borkészítmények	1,0
METANOL (CH ₃ OH)	Természetes gyümölcspálinkák, pálinkakészítmények és egyéb tömény szeszes italok	2,0 térf% + (valódi kisüsti minőség) 0,2 térf% + (kereskedelmi minőség)
NITRÁT (NO ₃ ⁻)	Csecsemők és kisgyermek számára készülő főzelékkonzervek (pl.: paraj)	400
NITRIT (NO ₂ ⁻)	Csecsemők és kisgyermek számára készülő főzelékkonzervek (pl.: paraj)	10

Jelzés: + = a készítmény abszolút etanol tartalmára számítva

Poison Scale



Élelmiszerek kémiai szennyezői

- ▶ Az élelmiszeripari feldolgozás, valamint az ételkészítés során is keletkezhetnek a fogyasztó egészségét károsító vegyi anyagok
- ▶ A termelési eszközökből, csomagolóanyagokból is bekerülhetnek az élelmiszerekbe kémiai szennyezők (pl. policiklikus aromás szénhidrogének, nitrózaminok).
- ▶ Meg kell említeni az adalékanyagok (színezékek, tartósítószer, mesterséges édesítőszer, antioxidánsok) előírástól eltérő használatából adódó szennyezéseket is.
- ▶ hatféle ún. azo színezék (kinolinsárga (E104), tartrazin (E102), narancssárga S (E110), azorubin (E122), alluravörös (E129), és a neukocin (E124)) nagyobb mennyiségben „a gyermekek tevékenységére és figyelmére káros hatást gyakorolhat”. Ezt a feliratot el is kell helyezni a gyártónak a csomagoláson.

Élelmiszerek toxikus anyag tartalma

- ▶ Magyarországon szigorú szabályozás van érvényben az **élelmiszerek (9/2003. (III. 13.) ESZCSM rendelet)**, és a takarmányok megengedhető toxikus elemtartalmára vonatkozóan. A **takarmányok előállításáról, forgalomba hozataláról és felhasználásáról** szóló **2001. évi CXIX. törvény** végrehajtására vonatkozóan kiadásra kerültek az úgynevezett **Magyar Takarmánykódex rendeletek**, amelyek tartalmazzák többek között a takarmányokban Magyarországon maximálisan megengedett toxikus elem-tartalmakra vonatkozó határértékeket is. (a [43/2003. \(IV.26.\) FVM rendelet](#), és módosítása a [21/2004 \(II.27.\) FVM rendelet](#), valamint a [44/2003. \(IV.26.\) FVM rendelet](#) és módosítása a [20/2004\(II.27.\) FVM rendelet](#))

Ionizáló sugárzások étel-miszer-higiénés vonatkozásai

- ▶ Állati eredetű élelmiszerek - a természeti környezetünkben mindenütt jelenlévő, alacsony sugárzás intenzitás természetes radioizotópokból (K-40, Bi-2145, Tl-205) származik - eü. kockázatuk nincs
- ▶ Mesterséges radioizotópok (légtéri atomrobbantás, csernobili reaktorbaleset) szennyezhetik a környezetet, élelmiszereket - eloszlásukban jelentős különbségek vannak (a magas aktivitású radioaktív szemcsék kihullásának helyszínei az ún. „forró pontok”)
- ▶ Biológiai hatást befolyásoló tényezők: sugárzás minősége (alfa-, béta-, gamma-, neutron), a sugárzás intenzitása, fizikai felezési idejük, az élő biológiai szövettípusokkal kapcsolatos kölcsönhatásuk.
- ▶ Az állati eredetű élelmiszerek ionizáló sugárzással történő mikrobiológia sterilizációja hatékony eljárás, azonban hazánkban nem engedélyezett. Növényi eredetű élelmiszerek (fűszerek, burgonya, hagyma) fertőzésmentesítésére azonban igénybe vehető.

Ionizáló sugárzások élelmiszer-higiéniai vonatkozásai

- ▶ Figyelemmel arra, hogy az állati eredetű élelmiszerek (hús, tej, tojás, „tenger gyümölcsei”, méz) az egyik legfontosabb népélelmezési csoportnak számítanak, ezért a radioaktív izotópok okozta kontaminációnak a megelőzése vagy esetleges minimalizálása alapvető közegészségügyi érdek.
- ▶ Az esetlegesen szennyező radioizotópok az egyes élelmiszer-fajták meghatározott frakcióihoz (peptidek, fehérjék, glikoproteinek, csontalkotók) kötődnek.

A WHO ajánlái az élelmiszerbiztonság növelése érdekében

- ▶ 1. *A biztonság érdekében válasszunk feldolgozott élelmiszert (pl. nyers tej helyett a pasztörizált tejet)*
- ▶ 2. Gondosan süssük, főzzük át az élelmiszert.
- ▶ 3. A süttő-főzött élelmiszert azonnal fogyasszuk el.
- ▶ 4. Tároljuk gondosan a süttő-főzött élelmiszert.
- ▶ 5. Gondosan melegítsük fel a főtt ételt.
- ▶ 6. El kell kerülni, hogy a nyers és a főtt-süttő élelmiszer szennyeződhessen.
- ▶ 7. Ismételt kézmosás szükségessége.
- ▶ 8. A konyhai felületeket aprólékossággal tartsuk tisztán.
- ▶ 9. Védjük az élelmiszert rovaroktól, rágcsálóktól és egyéb állatoktól.
- ▶ 10. Használjunk tiszta vizet.