

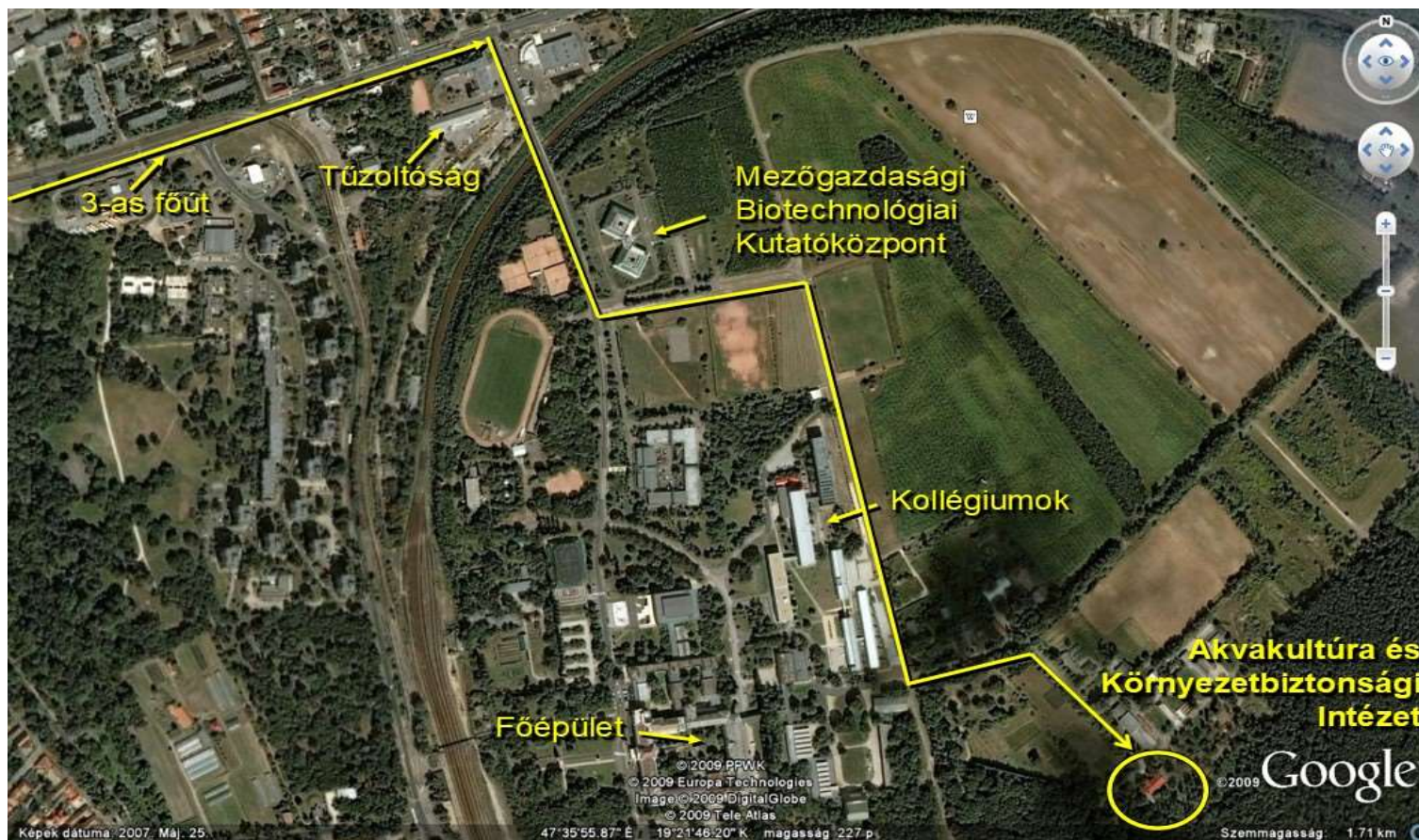
Környezeti elemek védelme

Természetvédelmi mérnök, BSc
Mezőgazdasági vízgazdálkodási és
környezettechnológiai mérnök BSc
2025 tavasz

Dr. Kaszab Edit
egyetemi docens

GPS koordináták N: 47.59288 E: 19.36950

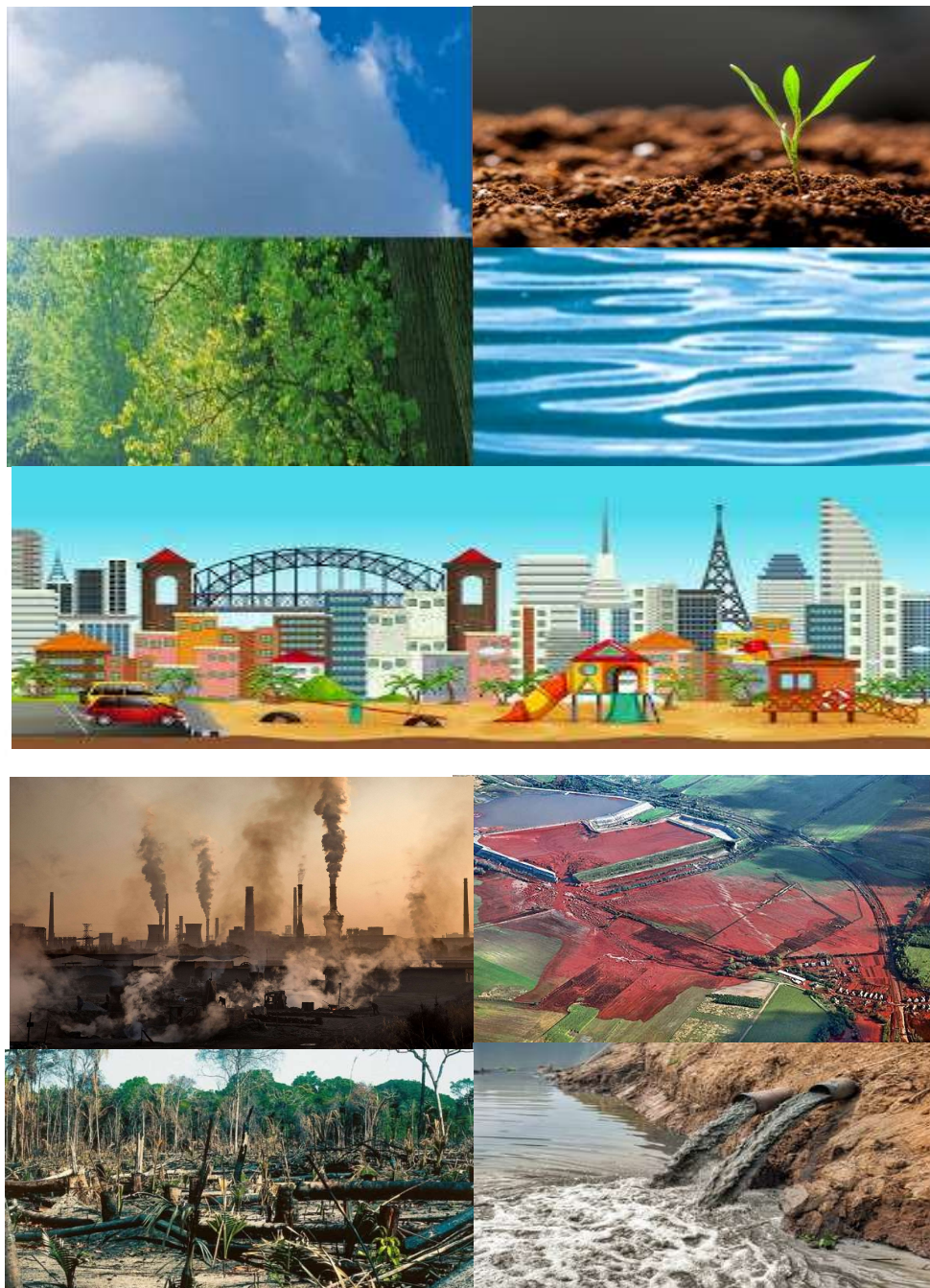
Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet Környezetbiztonsági Tanszék, Környezettoxikológia Tanszék



E-MAIL: kaszab.edit@uni-mate.hu

KÖRNYEZET

*A bennünket körülvevő,
élő és élettelen,
természetes és mesterséges (ember által alkotott),
részekből összetevődő tér, amelyben élünk és
tevékenykedünk.*



KÖRNYEZETI ELEMÉK

természetes

és

mesterséges (művi)

épített környezet (lakóterületek,
iparterületek, mg-i területek,
közl.útvonalak)



Földtani közeg: föld (talaj, alapkőzet,
ásványvagyon) + mederüledék *

víz (felszíni és felszín alatti)

környezeti levegő

élővilág (növények, állatok, mikrobák)

táj

* 219/2004 (VII.21.) Korm. rend. a felszín alatti vizek védelméről

A KÖRNYEZETVÉDELEM KEZDETE

1962-ben, *Rachel Carson*, amerikai újságíró megalkotta *Silent Spring* című könyvét.



(A mű magyar nyelven is hozzáférhető Rachel Carson: Néma tavasz, Katalizátor Könyvkiadó, Páty, 2007, második, bővített, javított kiadás, ISBN 9638639644).

A könyv nem nevezhető tudományos műnek, de valós jelenségek ábrázolásán keresztül a természetben felhasznált növényvédőszeres káros hatásaira hívta fel a figyelmet, megrázó módon megjelenítve helytelen alkalmazásuk drámai következményeit.

Ez a világszerte népszerű könyv adta meg az érzelmi alapot ahhoz, hogy a környezet megóvása társadalmi mozgalommá vált.

A legnagyobb ember által okozott katasztrófák

- Bhopal: gázzivárgás (Union Carbide) (1984)
 - Csernobil: atomerőmű katasztrófa (1986)
 - Seveso: dioxin krízis (Olaszország)
 - Az 1952-es londoni füstköd-katasztrófa
 - Love Canal vegyianyag-tározó (1970-es évek)
 - Nagybányai cianidkatasztrófa
- Japán környezetszennyezéssel összefüggő katasztrófái (Itai-itai kór - kadmium, Minamata kór - higany, Yokkaichi Asztma)

A XX-XXI. század olajkatasztrófái →



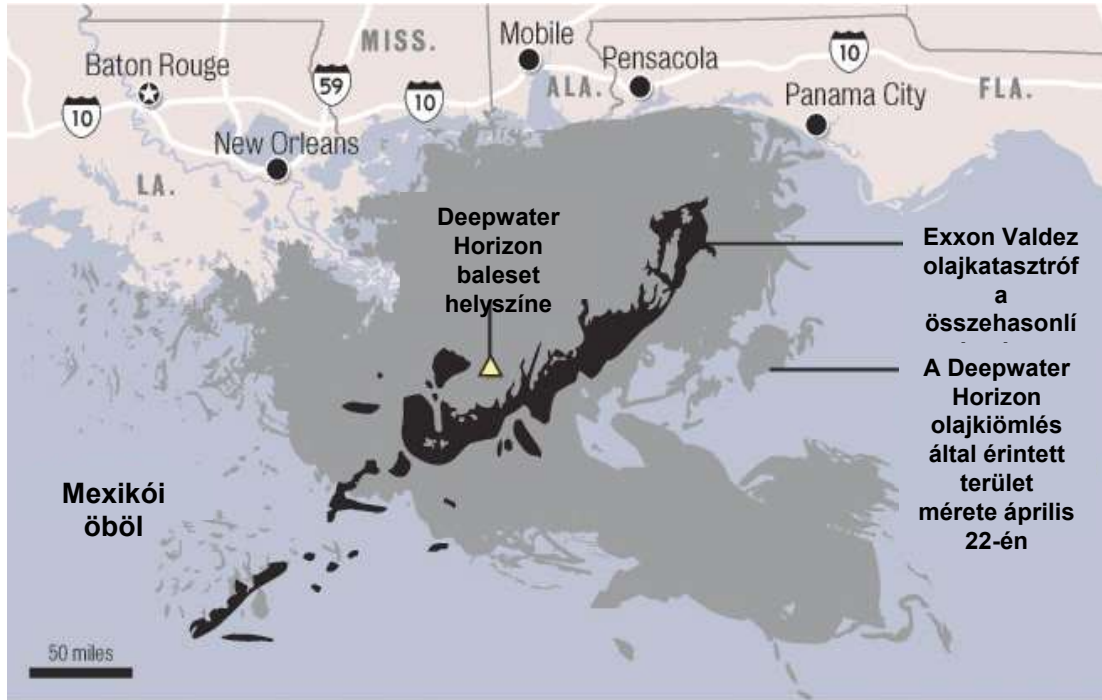
Minamata kór



Seveso - dioxin

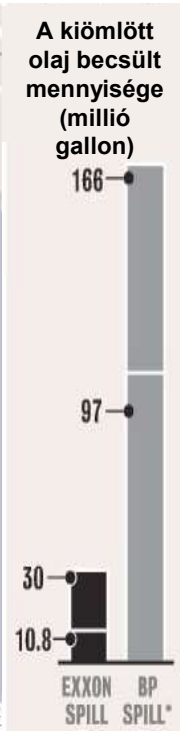


Számos, látványos környezeti katasztrófa kellett ahhoz, hogy az ember komolyan foglalkozzon környezetének védelmével



Sources: Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council, NOAA

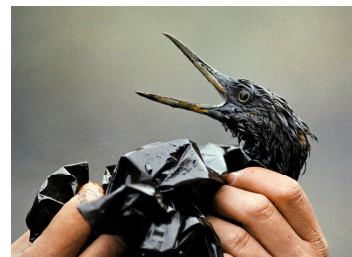
DAN SWENSON / THE TIMES-PICAYUNE



Kredit: US Coast Guard/Reuters, Daniel Beltrá



A Deepwater Horizon olajfúrótorny katasztrófája 2010. április 20



2020. december – A Ráckevei Duna- ágat ért környezetszennyezés és

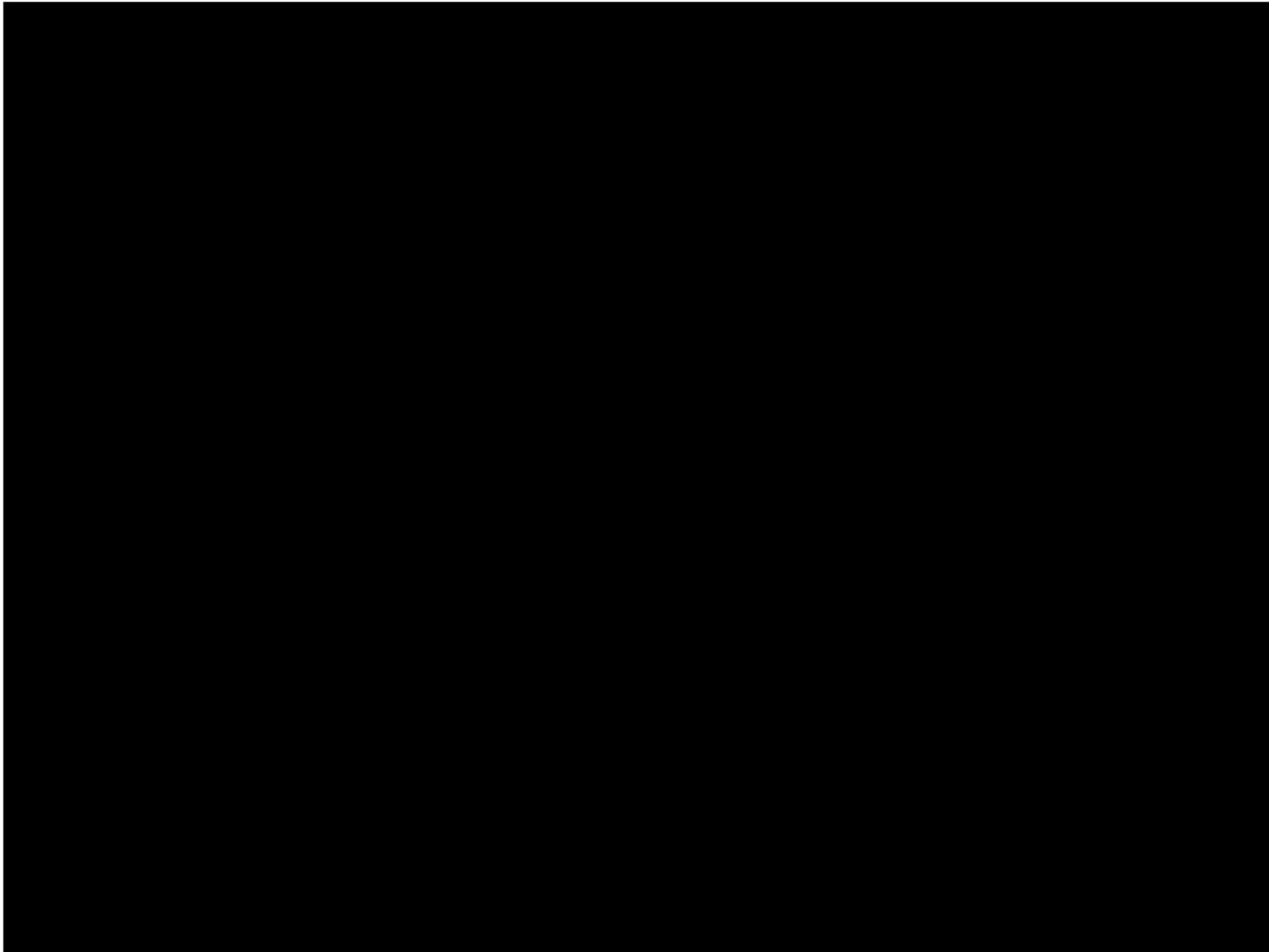


SAJTÓKÖZLEMÉNY

Búvárok mérték fel az olajjal szennyezett terület nagyságát: a károk teljes helyreállítása még évekig tarthat Szigetszentmiklóson

Budapest, 2020. 12.16. – Az ipari búvárok szerint az olajszennyeződés feltehetően nem a zárt szakaszon, hanem a kiömlőnyílásnál került az esővíz-csatornába Szigetszentmiklóson, a Ráckevei- (Soroksári-) Duna-ágnál. A felmérésük alapján elkészült a több mint 1800 m²-nyi szennyezett terület mentési terve. Az elmúlt 24 órában mintegy 3000 liter olajat és olajos vizet távolítottak el a víz felszínéről a vízügy munkatársai. Erőfeszítéseiket a természetvédelmi szakemberek mellett a helyi horgász szövetség tagjai is segítik.





**Csendes katasztrófák: Az OECD
számításai szerint Kína után
népességarányosan
Magyarországon hal meg a legtöbb
ember idő előtt a légszennyezettség
miatt, amelynek 70%-ért a lakossági
fűtés a felelős**



A FOLYTATÁS FONTOS LÉPÉSE : A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS KONCEPCIÓJÁNAK MEGERŐSÍTÉSE

1984-ben az ENSZ Közgyűlés határozatára megalakult a norvég miniszterelnök asszony, Gro Harlem Brundtland által vezetett 22 tagú *Környezet és Fejlődés Világbizottsága* (magyar tagja Láng István akadémikus volt), amely 1987-ben fogadta el a *Közös jövőnk (Our Common Future)* című jelentését.

Ebben: „**A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen generációk szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációk hasonló igényeinek a kielégítését.**”

A Kvt. szerint a fenntartható fejlődés: társadalmi-gazdasági viszonyok és tevékenységek rendszere, amely a természeti értékeket megőrzi a jelen és a jövő nemzedékek számára, a természeti erőforrásokat takarékosan és célszerűen használja, ökológiai szempontból hosszú távon biztosítja az életminőség javítását és a sokféleség megőrzését.

Hétköznapiiban: anyag- és energiatakarékosság, a helyi erőforrások hasznosítása, a megújuló természeti erőforrások előtérbe helyezése, a hulladékképződés minimalizálása, a szennyezések megelőzése és csökkentése, **a mennyiségi szemlélet helyett a minőség ösztönzése**, valamint a természeti értékek tisztelete védelme.

A fenntartható fejlődés, ill. a fenntarthatóság két fő pillére: a környezetvédelem és a természetvédelem

KÖRNYEZETVÉDELLEM

Olyan tevékenységek és
rendszere, amelyek

1995. évi LIII. törvény (Kvt.)

intézkedések összefüggő

**az ember és az ökoszisztéma egészségének és fennmaradásának
biztosítása érdekében**

a környezet

állapotminőségének

védelmét

javítását

állapotromlásának megelőzését

szolgálják,

a társadalom adott fejlettségi szintjéből fakadó gazdasági,
technikai, szociális, kulturális, tudományos, politikai és
jogszabályi színvonalon.

KÖRNYEZETVÉDELEM – TERMÉSZETVÉDELEM

A TERMÉSZETVÉDELEM ÉS A TÁJVÉDELEM A KÖRNYEZETVÉDELEM FONTOS RÉSZE

A TERMÉSZETVÉDELEM

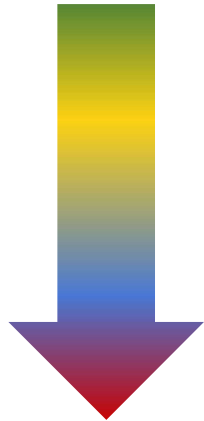
- A TERMÉSZETES KÖRNYEZET EGYES TERMÉSZETI ÉRTÉKEKBEN GAZDAG RÉSZEIT HELYEZI VÉDELEM ALÁ
- AZ EMBER GAZDASÁGI ÉS EGYÉB TEVÉKENYSÉGEINEK KORLÁTOZÁSÁVAL, ESETLEG TELJES MEGSZÜNTETÉSÉVEL, A KÖRNYEZETI ÁRTALMAK KIKÜSZÖBÖLÉSÉVEL TÖREKSZIK AZ EREDETI ÁLLAPOT, A TERMÉSZETI ÉRTÉKEK FENNTARTÁSÁRA.
- **A BIOLÓGIAI SOKFÉLESÉG, VÁLTOZATOSSÁG MEGŐRZÉSE**

A KÖRNYEZETVÉDELEM

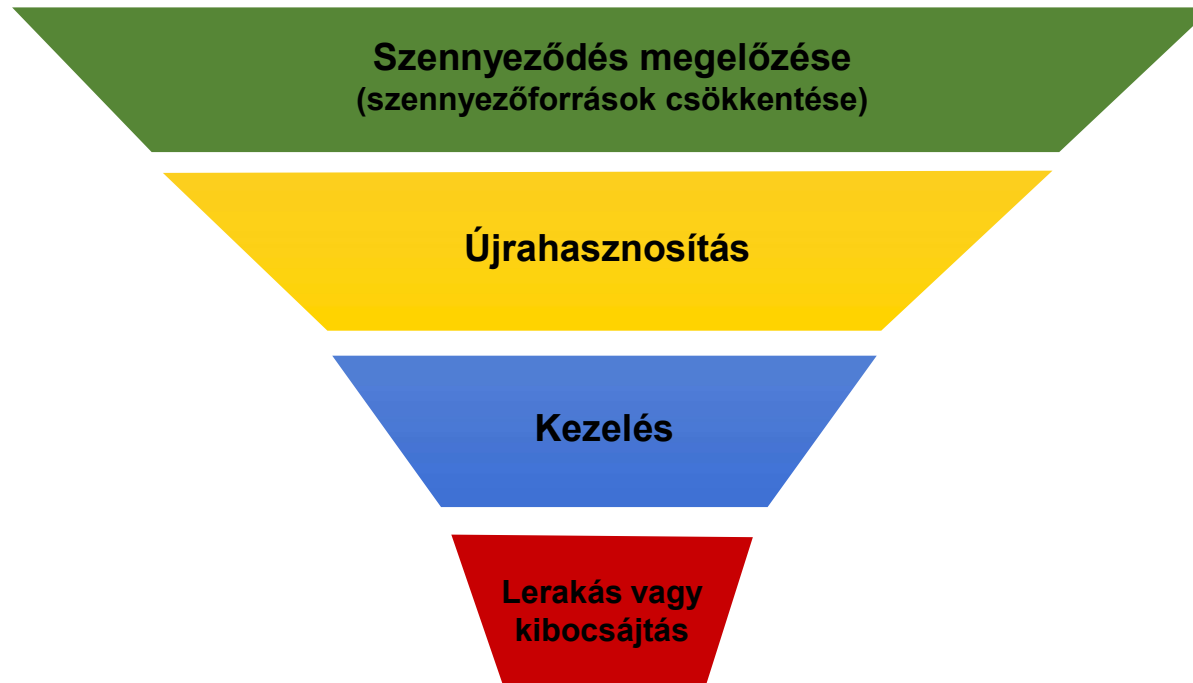
- A MESTERSÉGES (PL. TELEPÜLÉSI) KÖRNYEZET VÉDELMEVEL IS FOGLALKOZIK ÉS A KÜLÖNBÖZŐ EMBERI TEVÉKENYSÉGEKET (IPARI, MG-I TERMELÉS, KÖZLEKEDÉS, STB.) ÚGY IGYEKSZIK MEGSZERVEZNI, HOGY AZ EMBERT, VALAMINT ANNAK TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES KÖRNYEZETÉT NE KÁROSÍTSA. MÉRLEGELÉS, KOMPROMISSZUM-KERESÉS, **DE „KONZERVATÍV BECSLÉS, MEGKÖZELÍTÉS”**
- (Hosszú távon a természetvédelmi területek csak a környezetszennyezés, a károsító hatások megszüntetésével ill. csökkentésével tarthatók fenn.)

A környezetvédelem hierarchiája

előnyben részesítendő

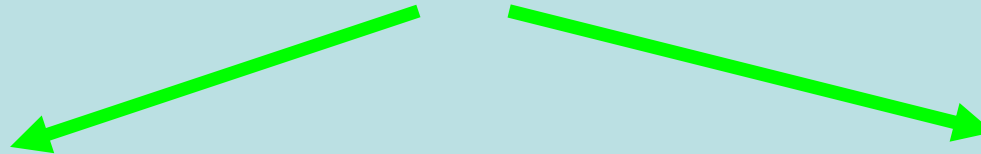


kevésbé előnyös



KÖRNYEZETHASZNÁLAT:

a környezetnek vagy valamely elemének
igénybevételével, illetőleg **terhelésével**
járó, hatósági engedélyhez kötött
tevékenység



Környezet igénybevétele:

a környezetben változás előidézése,
a környezetnek vagy elemének természeti erőforráskénti használata

Környezetterhelés:

valamely **anyag vagy energia** környezetbe bocsátása

A KÖRNYEZETHASZNÁLAT ÁLTALÁNOS SZABÁLYAI

- (1) A környezethasználatot az elővigyázatosság elvének figyelembevételével, a környezeti elemek kíméletével, takarékos használatával, továbbá a hulladékkeletkezés csökkentésével, a természetes és az előállított anyagok visszaforgatására és újrafelhasználására törekedve kell végezni.
- (2) A megelőzés érdekében a környezethasználat során a leghatékonyabb megoldást, továbbá a külön jogszabályban meghatározott tevékenységek esetén az elérhető legjobb technikát kell alkalmazni.
- (3) Úgy kell megszervezni és végezni, hogy
 - a) a legkisebb mértékű környezetterhelést és igénybevételt idézze elő;
 - b) megelőzze a környezetszennyezést;
 - c) kizárja a környezetkárosítást.

**KÉRDÉS: MIKOR VÁLT A KÖRNYEZETTERHELÉS
KÖRNYEZETSZENNYEZÉSBE?**

KÖRNYEZETSZENNYEZÉS

A környezeti elemek fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságaiban bekövetkező olyan jellegű változásokat előidéző folyamat, amelyek az ember és más élőlények egészségét, fennmaradását, ill. tevékenységét kedvezőtlenül befolyásolja.

RÖVIDEN: KÖRNYEZETVÉDELMI HATÁRÉRTÉKEK (emissziós, vagy imissziós) TÚLLÉPÉSE, ill. HULLADÉKOK ENGEDÉLY NÉLKÜLI ELHELYEZÉSE

(Határérték alatt: környezetterhelés)

VIGYÁZAT: „HATÁRÉRTÉK BŰVÖLET” !!!

Környezetkárosodás: a környezetnek vagy valamely elemének olyan mértékű változása, szennyezettsége, ill. valamely eleme igénybevételének olyan mértéke, amelynek eredményeképpen annak természetes vagy korábbi állapota (minősége) csak beavatkozással, vagy egyáltalán nem állítható helyre, illetőleg, amely az élővilágot kedvezőtlenül érinti.

- **Szennyező forrás:** a szennyezőanyagok származási helye (helyei)
- **A szennyezőforrás lehet a SZENNYEZŐANYAG TERJEDÉSE SZERINT**
- **PONTSZERŰ szennyezőforrás (helyi, lokális) szennyezés:** az emisszióforrás egy jól körülhatárolható, meghatározott helyen juttatja a szennyezőanyagot az adott közegbe (gyárkémény, csatorna beömlése nyílt vizű befogadóba)
- **KITERJEDT szennyezőforrás - Területileg megoszló a szennyező anyagok környezeti elembe kerülése (felületi, diffúz vagy nem pontszerű szennyezés):** a szennyezőanyag nagy térbeli kiterjedésében lép a közegbe. [Településen belül az egyedi szennyvízelhelyezések (együttes) összessége/ növényvédőszer – hígtrágya, műtrágya használat, bemosódás a felszíni vizekbe]
- **Felületi forrás (levegő):** minden olyan szabadban végzett légszennyező tevékenység, ill. anyagtárolás, ami nem pont- vagy épületforrás



(HELYHEZ KÖTÖTT) PONTFORRÁS ÉS DIFFÚZ SZENNYEZŐ FORRÁS



Van, amikor nem annyira egyértelmű...



Van, amikor nem annyira egyértelmű...



MOZGÓ PONTFORRÁS



Diffúz terhelés: ide tartozik a közvetlen vízgyűjtő területről a csapadékkal bemosódó anyagmennyiség, valamint a talajvízből való beszivárgás.





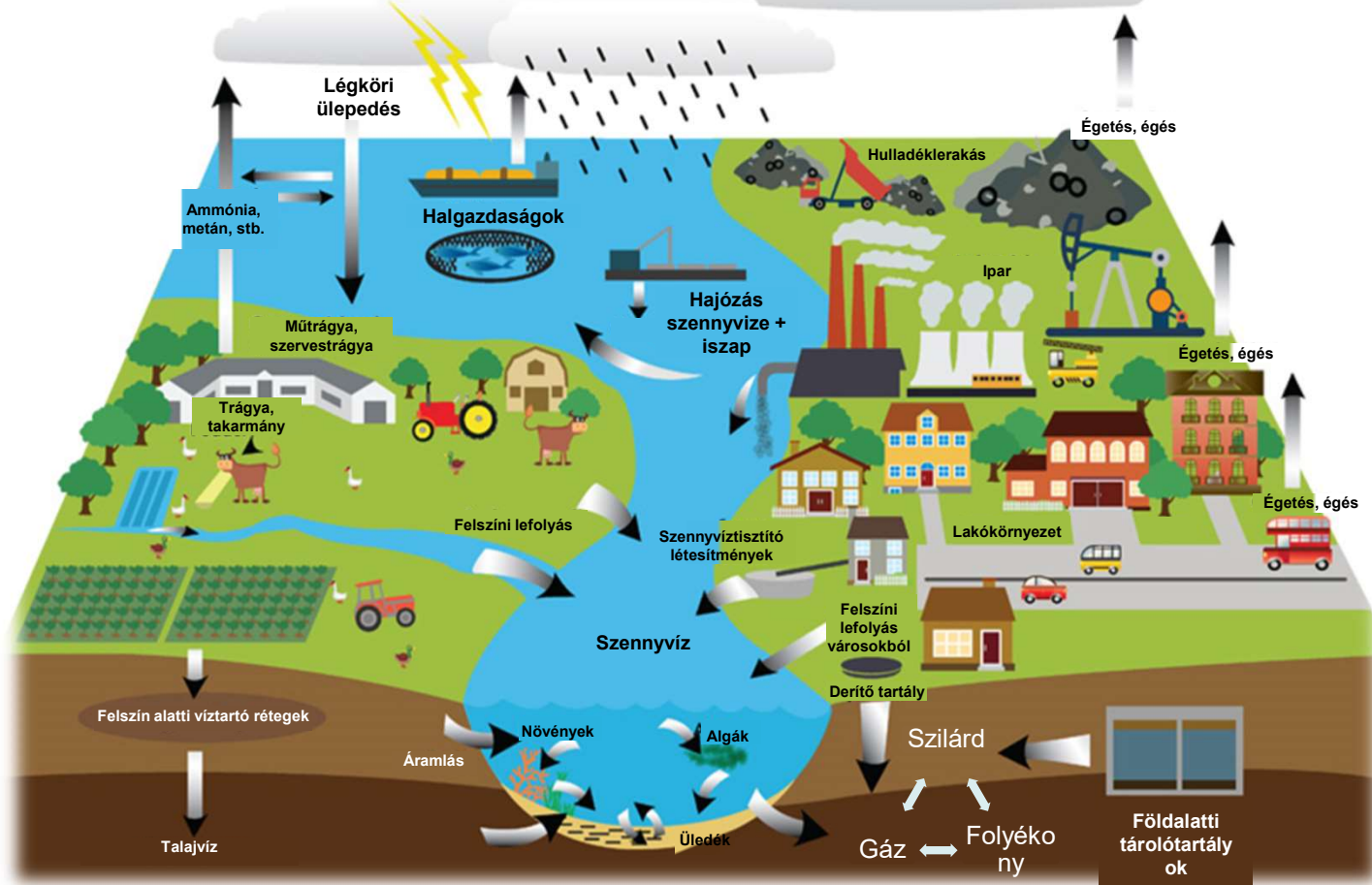
beszivárgás

Nagy területen, nehezen modellezhető eloszlásban, egy adott helyen és időpontban, kis koncentrációban jelenlévő terhelések

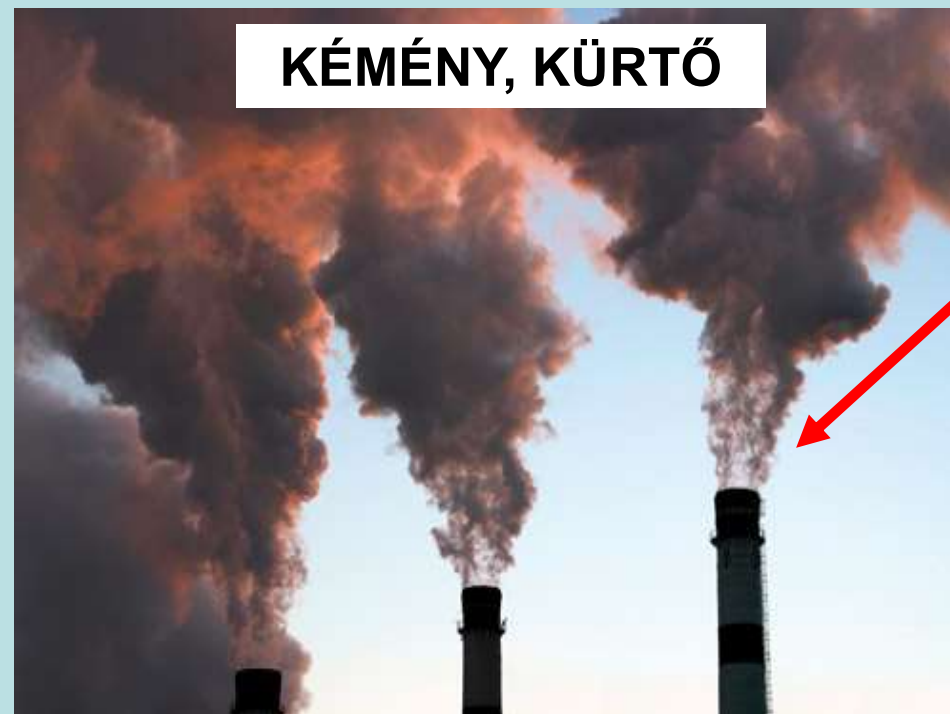
?

bemosódás

A környezet szennyezettségének forrásai - áttekintés

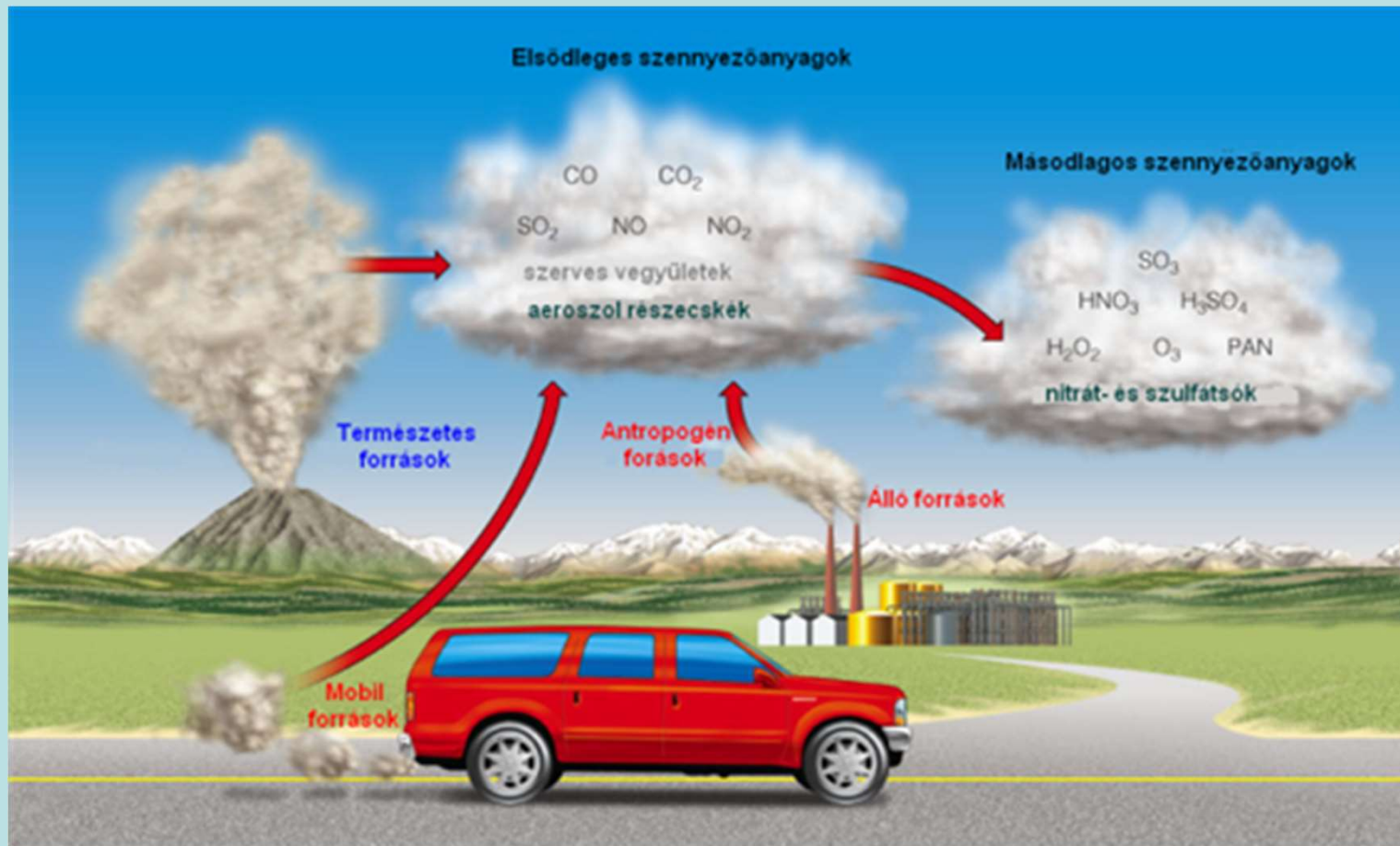


- **Emisszió: a szennyezőforrásból történő elsődleges (primer) szennyező anyag kibocsátás.**



Emissziós (kibocsájtási) határérték: a környezetnek vagy valamely elemének jogszabályban vagy hatósági határozatban meghatározott olyan mértékű terhelése, amely kizárja a környezetkárosodást. (Emlékeztetőül a környezetterhelés: valamely anyag vagy energia környezetbe bocsátása.)

A szennyezett közegben valamely primer szennyezőforrásból származó anyagból képződő további szennyezőanyagot másodlagos (szekunder) szennyező anyagnak nevezzük.

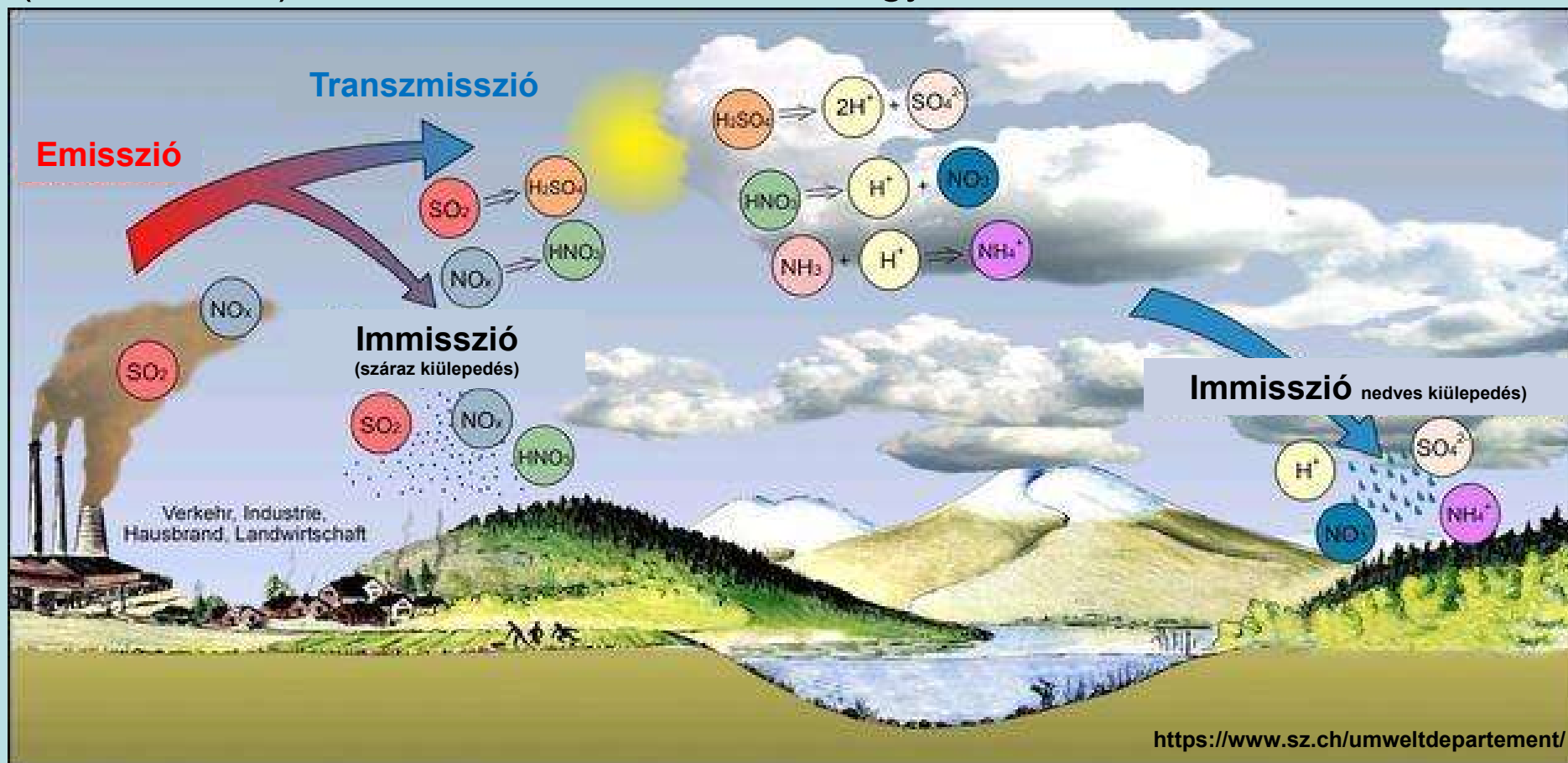


MÁSODLAGOS SZENNYEZŐANYAGOK:

Példa: Nagy NO₂ koncentrációnál a propionilgyökből peroxipropionil-nitrát (PPN) keletkezik, ami, a peroxiacetil-nitrát (PAN) mellett a legfontosabb NO_x tároló molekula a troposzférában.

A PPN és PAN molekulákkal történik a nitrogén-oxidok légköri transzportja, így kerülhet NO_x az alapvetően szennyeztelen távoli területekre is. A PAN és PPN jellemző komponense a városi szmognak, a szemet irritáló, toxikus anyagok. (Zügner, 2012)

Transzmisszió (szennyezés): a szennyező- anyagok szétáramlása.
(FOLYAMAT!) Lehet állandó, időszakos, vagy lökészerű.



Immisszió a környezeti elemekben, az (elsődleges és másodlagos) szennyezés eredményeként létrejövő, mérhető szennyező anyag koncentráció.

Szennyeződés vagy szennyezettség: a szennyezés eredménye a közeg szempontjából, szennyezettségi szinttel jellemezhető (ÁLLAPOT!)

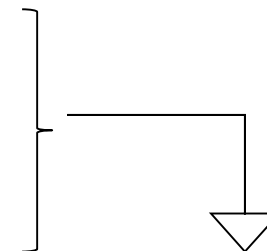
A szennyezettségi fok valamely környezeti elem/közeg (pl. levegő, talaj, víz) szennyezőanyag tartalmának abszolút vagy relatív egységgel való kifejezése.

Dimenziója:

talaj (földtani) közeg esetében mg/kg (ppm),

**talajvízben (felszín alatti vízben) $\mu\text{g/L}$ (ppb),
ritkábban mg/L,**

**levegőben $\mu\text{g/m}^3$ vagy mg/m^3
részecskeszám**



PM1, PM2.5, PM10: az 1, a 2,5 és a 10 mikrométernél kisebb légszennyező részecskék tömege

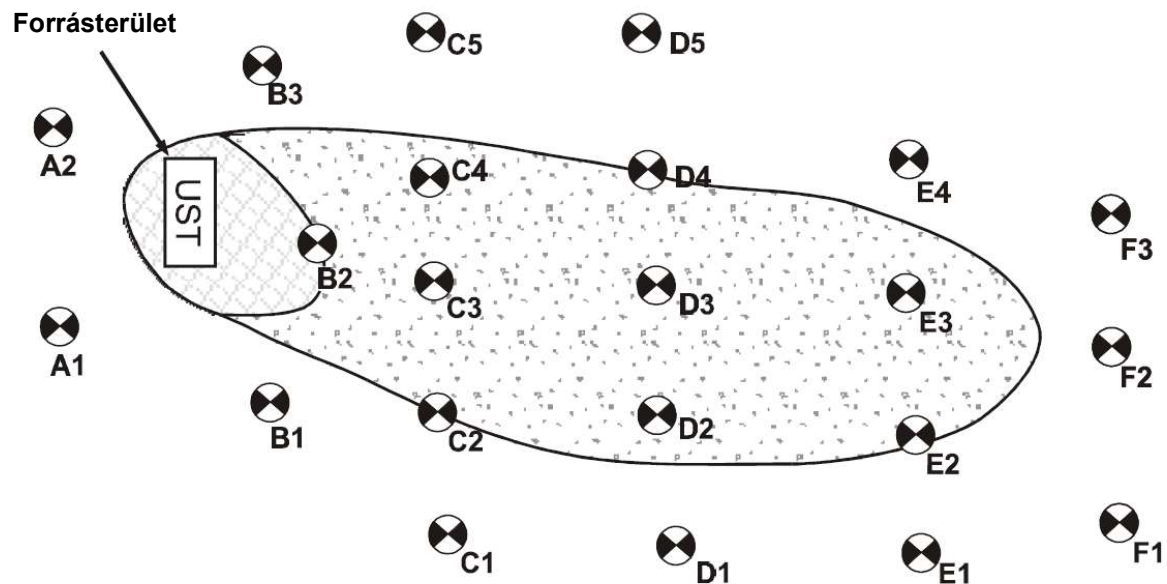
Másodlagos szennyezés

A **másodlagos szennyezés** (másodlagos szennyezőforrás) alatt általában olyan folyamatot értünk, amikor az elsődleges szennyezőforrásból kikerült szennyezőanyagok által elszennyezett közegből egy másik közegbe, környezeti elembe jut át a szennyezés. Ezt a folyamatot, vagyis az elsődleges szennyezőforrásból származó szennyezőanyagok továbbterjedését sokszor tudatosan vagy akaratlanul, emberi beavatkozással mozdítják elő, gyorsítják fel

Szennyezéseloszlás

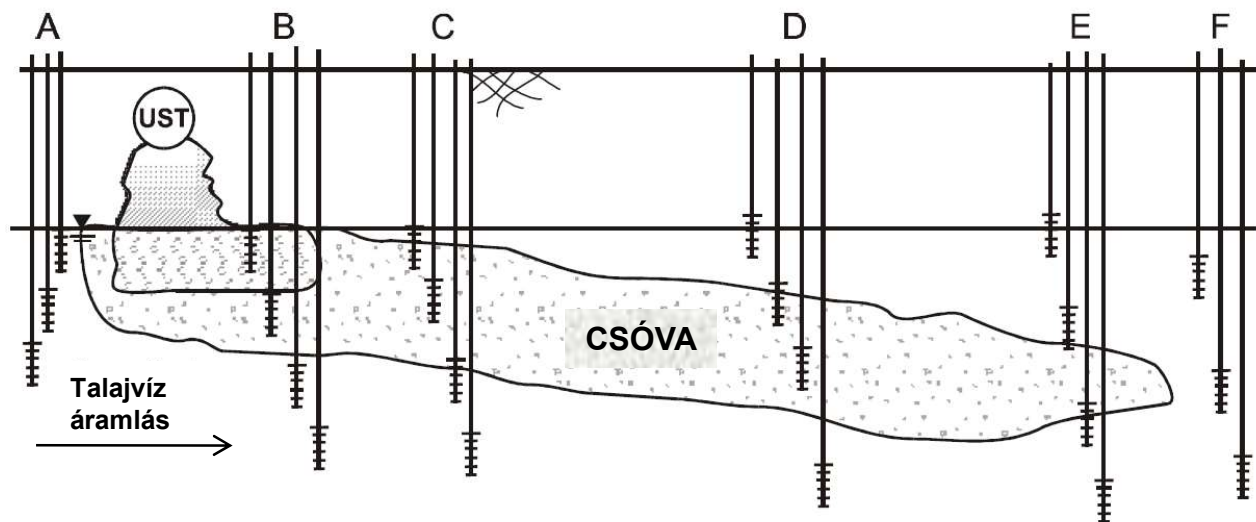
Szennyezéseloszlás a szennyezőanyag mennyiségének vagy koncentrációjának értékét jelenti a környezeti elemekben (pl. levegő, talaj, víz), valamely vonal, felület mentén (pl. közút, vasútvonal, légifolyosó, istálló vagy gépműhely padozata). A szennyezés eloszlás ismeretében minősül valamely szennyezés...

- Nagyobb területre kiterjedő (regionális)
- Vízyűjtő területre kiterjedő (fluviális)
- Földrészekre kiterjedő (kontinentális)
- Az egész Földre kiterjedő (globális) szennyezésnek

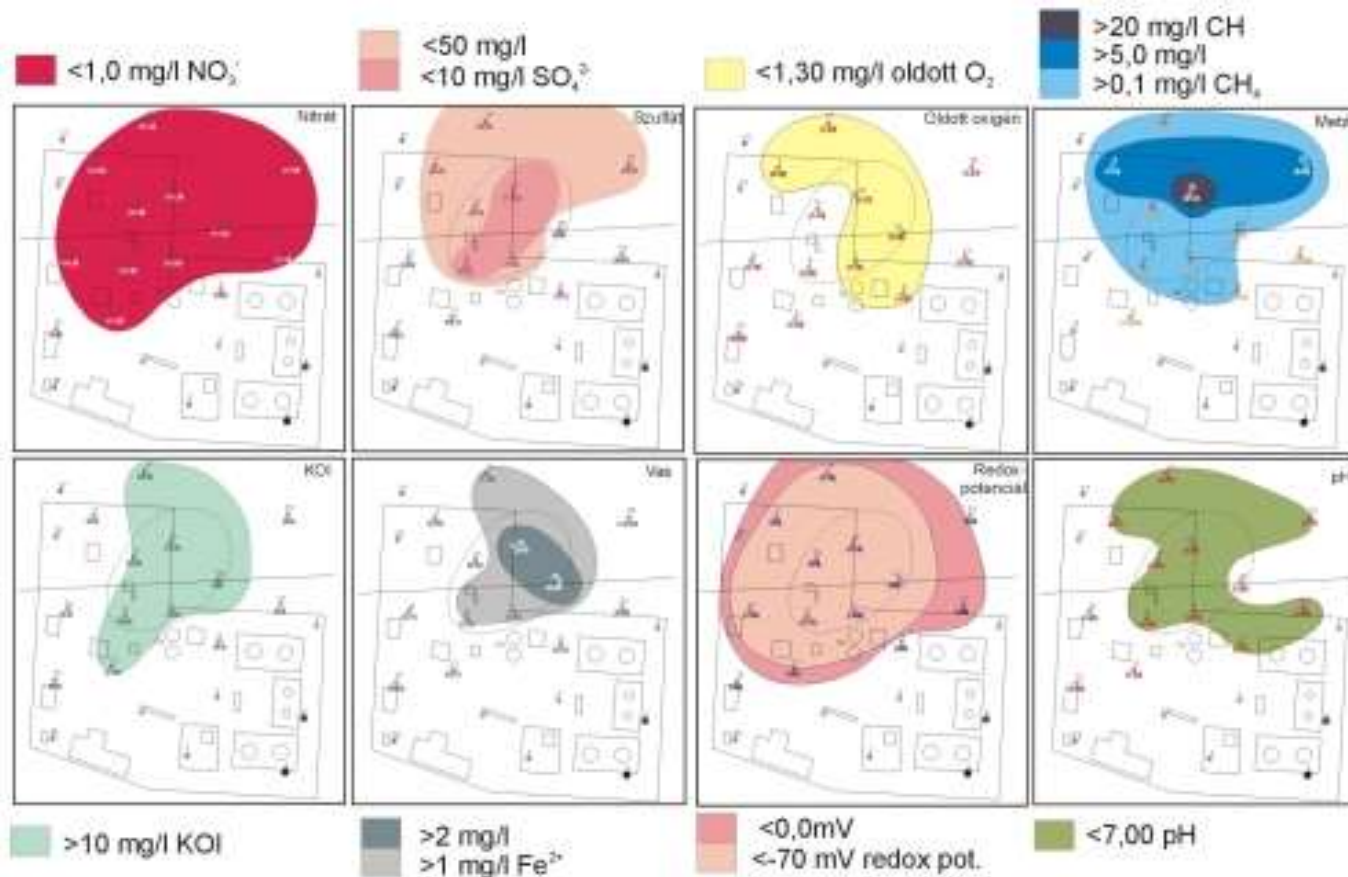


Az optimális talajvíz monitoring rendszer elrendezése (felül és oldalnézetben)

UST:
 underground
 storage tank
 (földalatti
 tároló
 tartály)



Geokémiai paraméterek eloszlása



Forrás:
BGT

Környezetvédelmi tevékenység engedélyezése (624/2022 (VII.30.) Korm. r.)

Minden szennyeződés, ami detektálásra kerül, bejelentésköteles! (havária, lakossági észlelés, saját vizsgálat, felmérés eredménye)

Országos illetékeség: Pest Vármegyei Kormányhivatal. Területileg illetékeség: vármegyei kormányhivatalok látják el a környezetvédelmi és természetvédelmi feladatokat.

A Katasztrófavédelem látja el a vízjogi engedélyhez kötődő feladatokat (létesítési engedélyeztetés, üzemeltetési engedélyeztetés, műtárgyak felszámolása, megszüntetése, illetve szakhatóságként a Katasztrófavédelem bevonható.

A kettő úgy kapcsolódik egymáshoz, hogy ha van egy szennyeződés, azt bejelenteni a Kormányhivatal felé kell. Ők írják elő a különböző vizsgálatokat és a kötelezéseket ők adják. (Pl. kiírnak egy tényfeltárást, ami nem vízjogi engedély köteles tevékenység, így a Katasztrófavédelem nem érintett)

Ha a tényfeltárást megállapítja, hogy műszaki beavatkozásra, monitoringra van szükség (záródokumentációban), akkor lép a képbe a Katasztrófavédelem, mert ehhez állandó, vízjogi engedélyhez kötött műtárgyak kiépítésére van szükség (vízi létesítmények).

Kormányhivatal – kötelezés (határozat) Katasztrófavédelem (vízjogi engedély kiadása)

Előír ----- Engedélyez

(a folyamatot a kivitelezőnek kell összehangolnia!)

A környezetvédelmi beavatkozást végrehajtó üzemelteti a kármentesítési/monitoring rendszert. A folyamatban lévő beavatkozásról párhuzamosan küldik a jelentéseket a felügyelő szerveknek. A kármentesítés végén (4 év utómonitoring) a Kormányhivatal zárja le az ügyet. DE: a Katasztrófavédelem engedélye a műtárgyakhoz kapcsolódik, így a vízjogi folyamat csak akkor zárul le, ha a műtárgyakat a kivitelező felszámolja és ezt a megfelelő dokumentációval ellátva jelenti a Katasztrófavédelem felé.

*Jelenleg (2025. január) a környezetvédelmi felügyelőségek jogutódjai.

Vízügyi tevékenység engedélyezése



Elsőfokú területi vízügyi hatóságként és szakhatóságként, továbbá területi hatóságként és szakhatóságként a Katasztrófavédelmi Igazgatóságok (12) működnek (ilyen típusú ügyekben ők a jogutódjai a korábbi Környezetvédelmi felügyelőségeknek és a korábbi Vízügyi Hatóságoknak!)

Másodfok: Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság - Engedélyezési és vízvédelmi szakhatósági illetékességüket a 223/2014.(IX.4.) Korm. rendelet szabja meg. Pl. vízjogi engedélyezési ügyek, árvízvédelemmel kapcsolatos ügyek.

A vízgazdálkodás a Belügyminisztérium helyett az Energiaügyi Minisztériumhoz került (2024.) (kivéve a mezőgazdasági öntözési célú, felszín alatti vízkivételt biztosító vízi létesítmény engedélyezését, és a vízvédelem, ideértve a vízügyi igazgatási szervek irányítását, a víziközmű-szolgáltatást, a települési szennyvízelvezetés szabályozását)

KÖRNYEZETSZENNYEZŐ ANYAG (SZENNYEZŐ ANYAG)

Olyan anyag, anyagkeverék, ezek bomlástermékei, amelyek a környezeti elemekbe kerülve azok állapotát károsan befolyásolhatják; károsak vagy károsak lehetnek az emberi egészségre, ill. a környezethasználatokra.

MI SZÁMÍT SZENNYEZŐ ANYAGNAK?



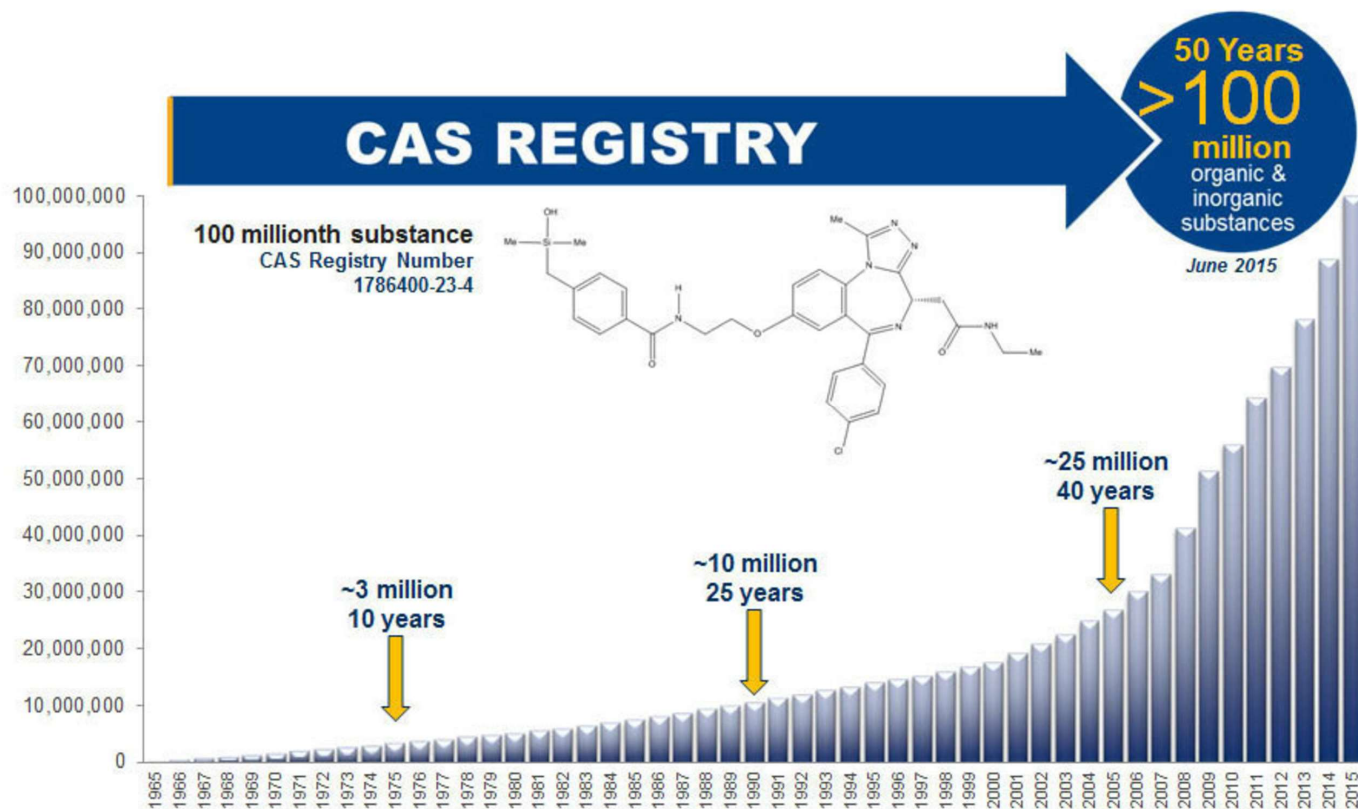
Chemical Abstracts Service

Chemical Abstract Service
(CAS) Number

XXXXXXXX-yy-z

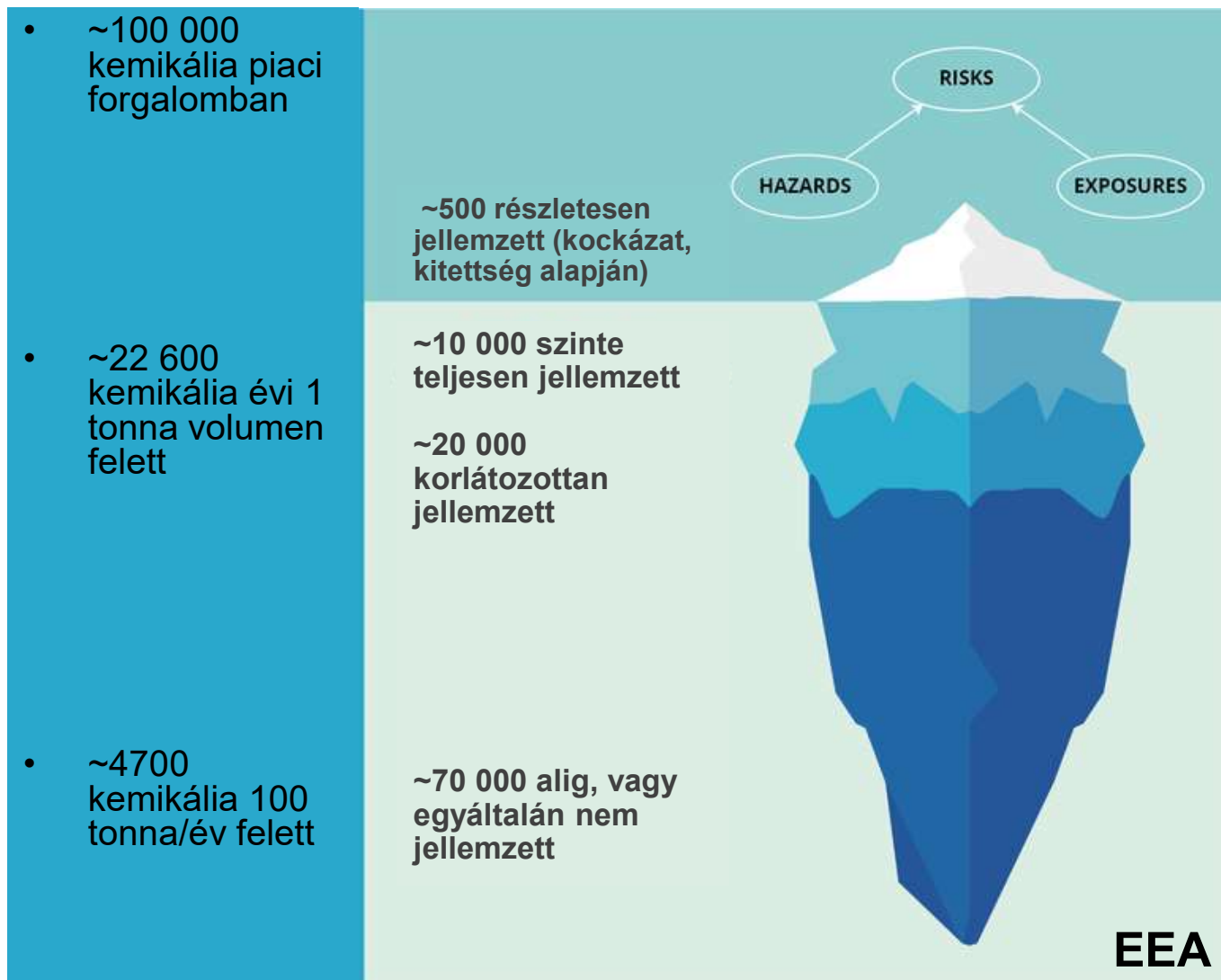


Every new compound registered is assigned a CAS number. These numbers range up to 10 digits, but the digits have no significance to the chemistry of the substance.



2025: több,
mint 279
millió
regisztrált
anyag

MI SZÁMÍT SZENNYEZŐ ANYAGNAK?

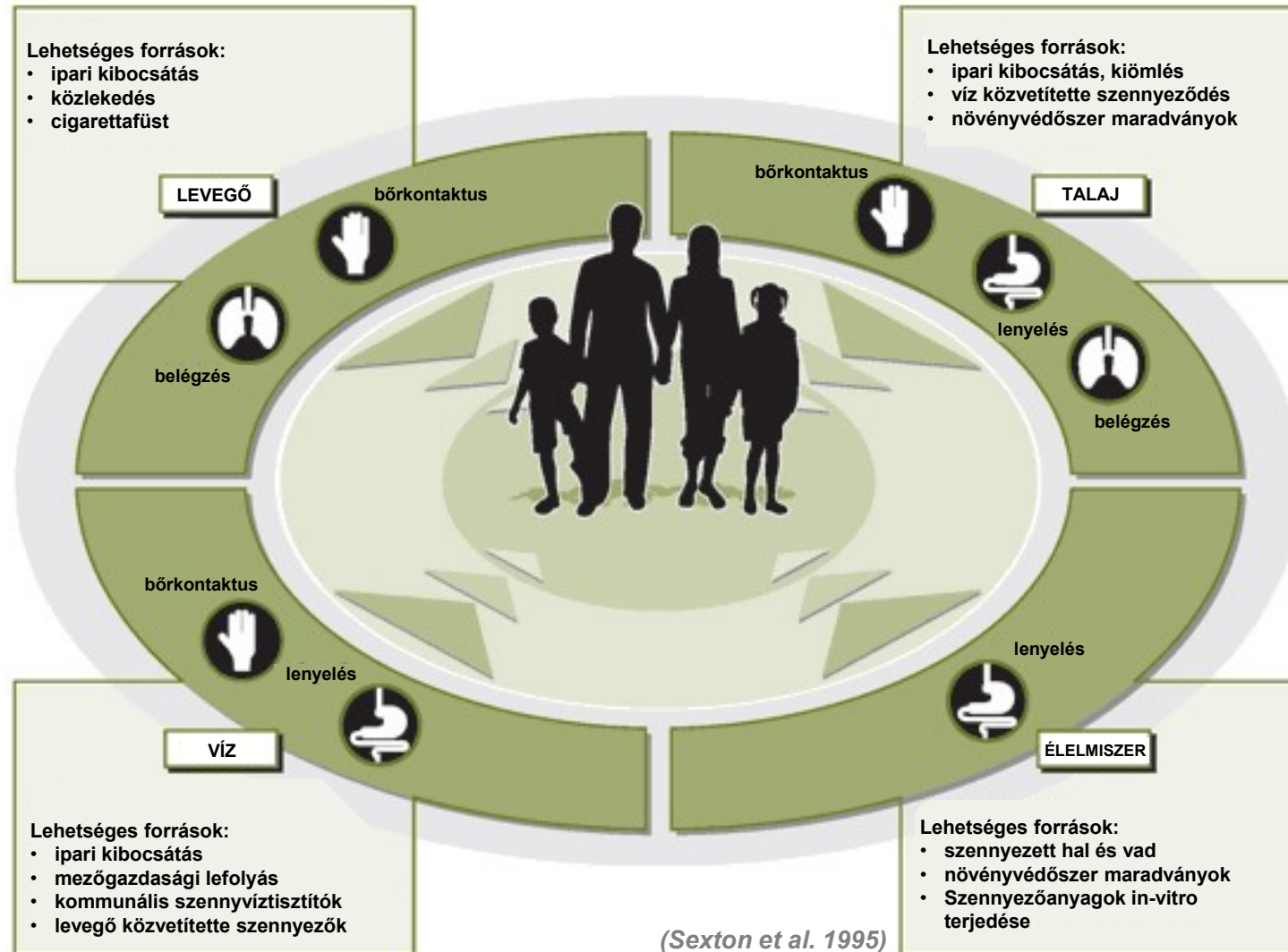


Magyarországon jelenleg kb. 300 anyagra rendelkezünk környezetvédelmi határértékkel

Környezetvédelmi alapfogalmak II.

- Dr. Kaszab Edit

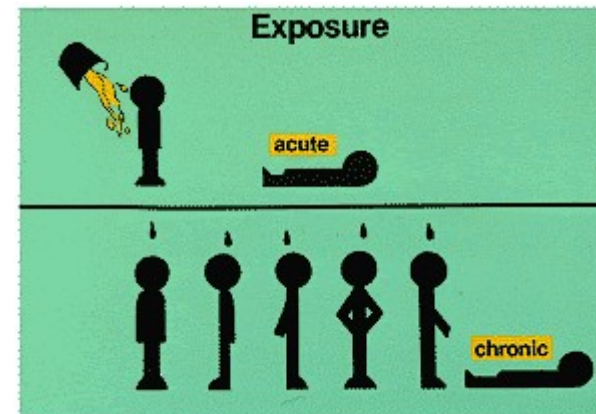
Hogyan juthatnak egészségkárosító anyagok az emberi szervezetbe?



A szennyezőanyagoknak az emberi egészségre gyakorolt hatása lehet:

- akut (heveny) hatás, röviddel a kitettség (expozíció) után jelentkezik, a szennyezőanyag koncentrációja nagy, a kiváltott hatás gyorsan és viszonylag súlyos formában következik be.
- krónikus (idült) hatás, általában hosszú idő alatt bekövetkező, rendszerint kis koncentrációban vagy dózisban érvényesülő kitettség eredményezi, ami hosszú idő után jelentkezik (pl. daganat)

Mutagén, teratogén, karcinogén



A növekvő jelentőségű mikroszennyezők lehetséges egészségkárosító hatásai



Bőr, szem, tüdő
irritáció



Hormonháztartást
megzavaró hatás



Agy és idegrendszert
károsító toxicitás



Rák



Vérképzőszervi
rendellenességek



Idegrendszert
károsító hatás



Születési
rendellenességek



Reprodukciós
rendellenességek

Egyéb hatások:
Ökoszisztéma károsodása
Antibiotikum-rezisztencia!

The Natural Resource Defense Council (2014)

A kiváltott hatást a szennyezőanyag tulajdonságain kívül befolyásolja a szervezetébe jutás útvonala, a dózis és a behatás időtartama

- Egy ember, ha **rövid idő alatt nagy dózisú** radioaktív sugárzásnak van kitéve, akkor néhány napon belül meghalhat (**akut hatás**), pl. az 1986. április 26-i csernobili atombaleset elhárításán dolgozó első beavatkozó csoportok tagjai közül sokan.
- Ezzel szemben, ha valaki **ugyanolyan mennyiségű dózist kap, de hosszú idő alatt**, akkor ez 10-20 év múlva daganatos megbetegedést okozhat, pl. a feltételezések szerint ez történt magyar kamion sofőrökkel, akik a szennyezett csernobili területeken jártak, vagy pl. az utódoknál jelentkezhethet valamilyen genetikai eredetű fogyatékoság formájában (**krónikus hatások**).

Toxicitás kifejezése ember esetében

RfD (referencia dózis): **nem rákkeltő anyagok esetében** használt toxikológiai jellemző. Az RfD az a napi vegyi anyag bevitel, amely ismereteink szerint teljes élettartam alatti expozíció esetén sem okoz egészségkárosodást.

- **RfDo** = referencia dózis érték szájon át (lenyelés útján) történő anyagfelvétel esetén az ember számára károsodás nélkül tolerálható napi bevitel, dimenziója mg/ testtömeg kg = tt kg/nap
- **RfDi** = referencia dózis érték belégzéssel (inhaláció) történő anyagfelvétel esetén az ember számára károsodás nélkül tolerálható napi bevitel, dimenziója mg/ tt kg/ nap

Néhány anyag RfDo értéke

Vegyí anyag	RfDo mg/ttkg/nap
Cu	4E-02= 4·10⁻²= 0,04
As	3E-04
Hg (szerves, metil)	1E-04
Pb (szerves)	1E-07
Tetraklór-etilén	1E-02

Humán egészségkockázat számszerűsítése

$$\text{Kockázati hányados (HQ)} = \text{ÁND} / \text{RfD}$$

Az egészségkockázat leíró jellemzésére

Kockázati hányados	A kockázat mértéke
0,01-nél kisebb	elhanyagolható
0,01-0,1	kicsi
0,1-1	mérsékelt
1-10	nagy
10-nél nagyobb	igen nagy

ÁND: napi átlagos dózis, ennyi mg-ot vesz fel a konkrét szennyező anyagból az expozícióval érintett személy (hatásviselő) pl. két liter szennyezett víz elfogyasztásával egy nap alatt ttkg-onként

PÉLDA

Milyen környezeti Cu koncentrációnál kezdődik egészségügyi probléma?

Milyen adatokra van szükség ennek megállapításához?

ADATOK:

RfDo mg/ttkg/nap = 4E-02

Kockázatelemzésekben a hatásviselő:

2 L vizet fogyaszt és 70 kg

SZÁMÍTÁS ?

$0,04 \text{ mg} \times 70 \text{ (kg)} / 2 \text{ (L)} = 1,4 \text{ mg /L}$ azaz $1400 \text{ } \mu\text{g/L}$ alatt kell lennie az elfogyasztott víz Cu koncentrációjának, EZ ALATT KELL LENNIE PL. ABBAN A FELSZÍN ALATTI VÍZBEN A Cu KONCENTRÁCIÓJÁNAK, AMI BEKERÜLHET A HATÁSVISELŐ EMBERBE, vagyis a felszín alatti vízben a koncentrációját az emberi egészség védelme szempontjából legalább erre ($1400 \text{ } \mu\text{g/L}$) kell csökkenteni.

RÁKOT OKOZHAT?

(Áttekintés)



EURÓPAI UNIÓ: REACH rendelet (érvényben: 1907/2006/EK RENDELET) XVII. melléklete 28. pontjában meghatározott, és a XVII. Melléklete 1. és 2. függelékében felsorolt anyag.

MI AZ A REACH?

Az Európai Parlament és az Európai Tanács 2006. december 18-án fogadta el a vegyi anyagok **regisztrálását, értékelését, engedélyezését és korlátozását** szabályozó 1907/2006/EK rendeletet.

A **REACH**-nek (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) nevezett jogszabály 2007. június 1-jén lépett hatályba, és rendelkezéseit az EU valamennyi tagállamában közvetlenül alkalmazni kell.

BIZTONSÁGI ADATLAPOK – MSDS (Material Data Safety Sheet)

2017 június 1. előtt: R-mondatok (veszélyes anyagok kockázatára utaló mondatok) és S-mondatok (biztonságos használatra utaló mondatok)

R40 A RÁKKELTŐ HATÁS KORLÁTOZOTT MÉRTÉKBEN BIZONYÍTOTT
R45 RÁKOT OKOZHAT (KARCINOGEN HATÁSÚ LEHET)
R49 BELÉLEGEZVE RÁKOT OKOZHAT (KARCINOGEN HATÁSÚ LEHET)

2017-től NEM alkalmazhatóak!

RÁKOT OKOZHAT ?

Az Európai Unió 2015. június 1-től (2 év türelemi idővel) a vegyi anyagok osztályozásának és címkézésének az ENSZ által elfogadott globálisan harmonizált rendszerét (**Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS**) ültette át a közösségi jogba.

A jogharmonizáció eredménye az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról szóló **CLP-rendelet** (1272/2008/EK rendelet)

CLP: Classification, labelling and packaging of substances and mixtures

Az Európai Unió GHS/CLP rendelete értelmében az R-mondatokat a figyelmeztető mondatok (H-mondatok) váltják fel.

A rákkeltő hatást leíró **H-mondatok**:

H350 Rákot okozhat

H351 Feltehetően rákot okoz

RÁKOT OKOZHAT?

(Áttekintés)

International Agency for Research on Cancer



IARC (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER)


Nemzetközi szervezet, mely több, mint 40 éve gyűjti és értékeli az adatokat !!!
Jelenleg 1047 anyagot listáz (utolsó frissítés: 2025. február 14.)

Agents Classified by the *IARC Monographs*, Volumes 1–137

Group 1	Carcinogenic to humans Humán karcinogén	132 agents
Group 2A	Probably carcinogenic to humans Valószínűleg humán karcinogén	96 agents
Group 2B	Possibly carcinogenic to humans Lehetséges humán karcinogén	320 agents
Group 3	Not classifiable as to its carcinogenicity to humans Nem besorolható humán karcinogén alapján	499 agents

Kémiai, biológiai, fizikai karcinogének !!!

IARC PÉLDÁK

<p>Group 1: Emberben (bizonyítottan) rákkeltő</p> <p>CARCINOGENIC TO HUMANS (132)</p> 	<p>Aflatoxinok (<i>Aspergillus</i> sp. termeli, Mo.: 2004 fűszerpaprika), arzén és vegyületei, azbeszt, benzol, berillium és vegyületei, bétel, kadmium és vegyületei, króm(VI) és vegyületei, széntüzelés emissziói a lakótérben, ösztrogén terápia, etanol alkoholos italokban, etilén-oxid, formaldehid, nikkel vegyületek, dohányfüst, vinil-klorid</p>	<p>Epstein-Barr vírus (a „Csókvírus”, nyirokmirigy daganat), <i>Helicobacter pylori</i>, Hepatitis B vírus Hepatitis C vírus HIV 1 típus, Human papillomavírus (HPV): 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59 típus Kaposi szarkóma herpeszvírus, <i>Opisthorchis viverrini</i> nevű máj-parazita (féreg) szabadgyök-termelés révén stimulálja a sejtprolifерációt (É-India) (osztódás), epeúti rákot okoz <i>Schistosoma haematobium</i>, húgyhólyag parazita (féreg) – hólyagrák pl. Portugália, É-Afrika, India</p>	<p>Ionizáló sugárzások (minden típus) Radioaktív jód ¹³¹I ²²²Radon Röntgen sugárzás UV sugárzás (hullámhossz 100-400 nm, UVA, UVB, UVC)</p>
---	---	---	---

RÁKOT OKOZHAT?

(Áttekintés)



EPA USA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY)

Kategóriák:

- Carcinogenic to Humans (humán karcinogén)
- Likely to be Carcinogenic to Humans (valószínűleg humán karcinogén)
- Suggestive Evidence of Carcinogenic Potential (rákkeltő hatásra utaló bizonyítékok)
- Inadequate Information to Assess Carcinogenic Potential (elégtelen információ áll rendelkezésre a rákkeltő hatás megítéléséhez)
- Not Likely to be Carcinogenic to Humans (a humán rákkeltő hatás valószínűtlen)

- A bizonyítékok súlya (WOE – weight of evidence) mellett az expozíciós útvonalakat (orális és inhalációs) is külön értékeli
- Adatbázis: IRIS (**Integrated Risk Information System**)

- A Magyarországon a földtani közeg és a felszín alatti víz szempontjából a **legveszélyesebbnek tartott szennyezőanyagokat a 219/2004 (VII.21.) Korm. rendelet 1. számú melléklete** sorolja fel.
- Veszélyességük (toxicitás, lebomlás és a szervezetben való felhalmozódás) alapján **K1 és K2 minősítésű anyagok**.
- A K1 csoportba tartozó nagy kockázatot jelentő anyagokat az I. Jegyzék, a K2 csoportba sorolt kis kockázatot reprezentáló anyagokat pedig a II. Jegyzék tartalmazza.
- Az I. Jegyzéket nevezhetjük „feketelistának”, a II. Jegyzéket pedig „szürkelistának”. Ezek a listák elősegítik egy adott szennyeződés kockázatosságának előzetes megítélését.

A veszélyességük alapján K1 minősítésű anyagok

1. **Szerves halogén vegyületek** és olyan anyagok, amelyek a vízi környezetben szerves halogéneket képezhetnek
2. **Szerves foszforvegyületek**
3. **Szerves ónvegyületek**
4. Anyagok és készítmények vagy ezek lebomlási termékei, amelyekről bebizonyosodott, hogy **karcinogén vagy mutagén** tulajdonságokkal rendelkeznek vagy pedig olyan tulajdonságokkal, amelyek kedvezőtlen hatással vannak a **szteroidogén, thyroid, szaporodási vagy endokrin függő funkciókra** a vízi környezetben vagy azon keresztül
5. **Higany és vegyületei**
6. **Kadmium és vegyületei**
7. **Perzisztens** szénhidrogének és perzisztens vagy bioakkumulációra hajlamos szerves toxikus anyagok
8. **Cianidok**

A veszélyességük alapján K2 minősítésű anyagok

1. Az **I. Jegyzékben nem szereplő félfémek és fémek, valamint vegyületeik**, különösen a következő fémek és félfémek: Cink, Réz, Nikkel, Króm, Ólom, Szelén, Arzén, Antimon, Molibdén, Titán, Ón, Bárium, Berillium, Bór, Urán, Vanádium, Kobalt, Tallium, Tellúr, Ezüst
2. Az **I. Jegyzékben nem szereplő biocidok, növényvédő szerek** és ezek származékai
3. **Ásványolajok és más szénhidrogének**, amelyek toxicitás, lebomlás és az emberi szervezetben való felhalmozódás szempontjából kis kockázatot jelentenek és ezért nem sorolandók az I. Jegyzékbe
4. A felszín alatti víz **ízét és/vagy szagát rontó anyagok**, valamint olyan vegyületek, amelyek ilyen anyagok képződését okozzák e vizekben, és ezzel a vizet emberi fogyasztásra alkalmatlanná teszik
5. **Mérgező vagy bomlásálló szerves szilíciumvegyületek**, valamint olyan vegyületek, amelyek ilyen anyagok képződését okozzák a vízben, kivéve azokat, amelyek biológiailag ártalmatlanok vagy gyorsan átalakulnak a vízben ártalmatlan anyagokká.
6. **Szervetlen foszforvegyületek**, valamint az **elemi foszfor**
7. **Fluoridok**
8. **Ammónia és nitritek**
9. Az **eutrofizációt elősegítő anyagok** (különösen a nitrátok és a foszfátok)
10. **Szuszpenzióban lévő anyagok**
11. Az **oxigénháztartásra kedvezőtlen hatással levő anyagok** (amelyek olyan paraméterekkel mérhetők, mint a BOI és KOI)

(B) szennyezettségi határérték:

Jogszályban*, illetve ennek hiányában hatósági határozatban meghatározott olyan **szennyezőanyag-koncentráció**, illetve egyéb **minőségi állapotjellemzők olyan szintje**, amelynek bekövetkeztekor a közeg szennyezettnek minősül.

→ *figyelembe véve a felszín alatti víznél az ivóvízminőség és a vízi ökoszisztémák, továbbá a felszín alatti víztől függő szárazföldi ökoszisztémák igényeit, földtani közeg esetében pedig a talajok többes rendeltetését és a felszín alatti vizek szennyezéssel szembeni érzékenységét.*

Vonatkozó jogszály:

****6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről***

1. melléklet a 6/2009. (IV. 14.) KvVM–EüM–FVM együttes rendelethez

Anyagcsoportonként (B) szennyezettségi határértékek földtani közegre

CAS szám = Chemical Abstract Service azonosító száma

K_i = a veszélyességet jellemző besorolás, mely szerint K1 a minden esetben veszélyes anyagokat jelöli

B = (B) szennyezettségi határérték

1. Fémek („összes” kioldható) és félfémek (mértékegység: mg/kg szárazanyag) **(B)** szennyezettségi határérték

CAS szám		B	K _i
7440-47-3	Króm összes	75	K2
	Króm VI.	1	K1
7440-48-4	Kobalt	30	K2
7440-02-0	Nikkel	40	K2
7440-50-8	Réz	75	K2
7440-66-6	Cink	200	K2
7440-38-2	Arzén	15	K1
7782-49-2	Szelén	1	K2
7439-98-7	Molibdén	7	K2
7440-43-9	Kadmium	1	K1
7440-31-5	Ón	30	K2
7440-39-3	Bárium	250	K2
7439-97-8	Higany	0,5	K1
7439-92-1	Ólom	100	K2
7440-22-4	Ezüst	2	K2

2. Szervetlen vegyületek (mértékegység: mg/kg szárazanyag)

CAS szám		B	K _i
	Cianid 4,5 pH	2	K1
	Cianid összes	20	K1
	Tiocianátok	1	K1

3. Alifás szénhidrogének (TPH) (mértékegység: mg/kg szárazanyag)

	B	K _i
Összes alifás szénhidrogén (TPH) C ₅ –C ₄₀	100	K1

4. Benzol és alkilbenzolok (BTEX) (mértékegység: mg/kg szárazanyag)

CAS szám		B	K _i
71-43-2	Benzol	0,2	K1
108-88-3	Toluol	0,5	K1
100-41-4	Etil-benzol	0,5	K1
1330-20-7	Xilolok	0,5	K1

SZENNYEZŐANYAGOK

- A szennyezőanyagokat kémiai összetételük szerint két nagy csoportra oszthatjuk: **szervetlen és szerves szennyezőanyagokra**.
- **Szerves vegyületeknek** nevezzük azokat a vegyületeket, amelyek felépítésében elsősorban szén és hidrogén, számos esetben oxigén és nitrogén is részt vesz, általában biológiai eredetűek.
- A **szervetlen vegyületek** csoportjába tartoznak az egyéb vegyületek (nem tartalmazzak szenet).
 - A toxikus elemek környezetben való viselkedését, mérgező hatását, analitikai meghatározási módszerét nagymértékben befolyásolja, hogy az adott környezeti elemekben **milyen vegyületként, milyen kémiai formában** vannak jelen, pl. Cr(III), vagy Cr(VI).
 - **Elem-speciesz**: az elem speciális formája, melyet az oxidációs állapot és/vagy a komplex, illetve molekulaszervezet határoz meg → Speciális elválasztástechnikát igényel kimutatásuk; Ismeretük fontos, mert meghatározzák a tisztítási technológiák közötti választást.

Halmazállapot

- A szennyezőanyagokat **halmazállapotuk szerint** három fő csoportba soroljuk:
 - **szilárd** (pl. szálló por, ülepedő por, szilárd savas üledék, stb.),
 - **folyékony** (pl. szerves oldószerek, savak, lúgok, benzin, kerozin, gázolaj, fűtőolaj, orsóolaj, stb.) és
 - **légnemű** (pl. illékony szerves anyagok gőzei, CO, CO₂, SO_x, NO_x, stb.)

Bioakkumuláció

- **Bioakkumuláció:** anyagok, illetve szennyezőanyagok felhalmozódása az élőlények szöveteiben függetlenül annak felvételi módjától. A szennyezőanyagok bioakkumulációja az adott ökoszisztémát alkotó szervezetek védekező mechanizmusának megnyilvánulásai, mivel a toxikus anyagoktól az élőlények vagy úgy próbálnak megszabadulni, hogy kiválasztják azokat, vagy oldhatatlan formában „kivonják” őket a forgalomból.

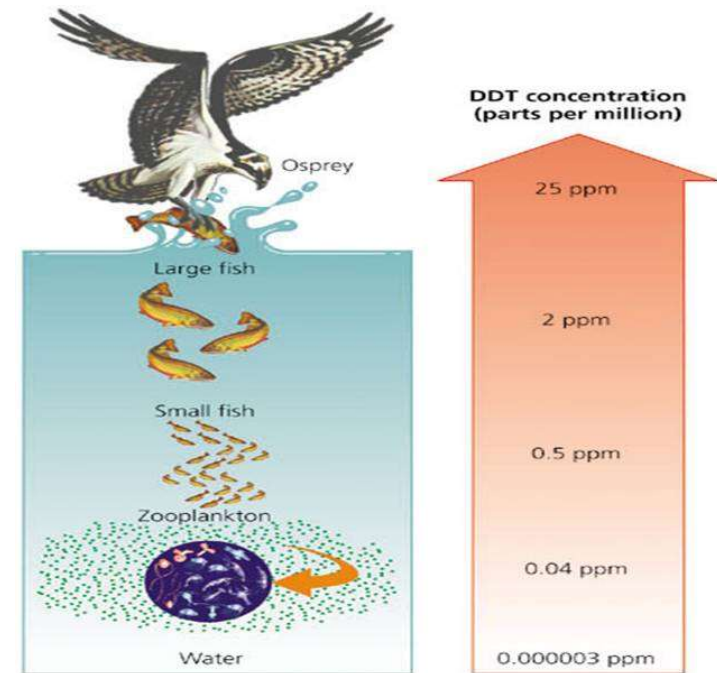
Biokoncentráció

- A környezeti rendszerből való felvétel nettó eredményét jelenti, vagyis az élő szervezetekben a felvétel és leadás különbségéből határozható meg. A biokoncentrációs vizsgálatoknál két fázis különíthető el (felvételi és leadási fázis) és ezek dinamikájából az adott szennyező toxikokinetikája meghatározható (SANCHO et al. 1998).
- **A biokoncentrációs faktor (BCF)** a vizsgált élőlényben mérhető szöveti koncentráció, illetve a környezeti rendszerben kimutatható koncentráció egymáshoz viszonyított arányát fejezi ki (GRUIZ et al. 2001).
- **BCF = C_{adott szervezetben} / C_{adott környezeti rendszerben}**

Biomagnifikáció

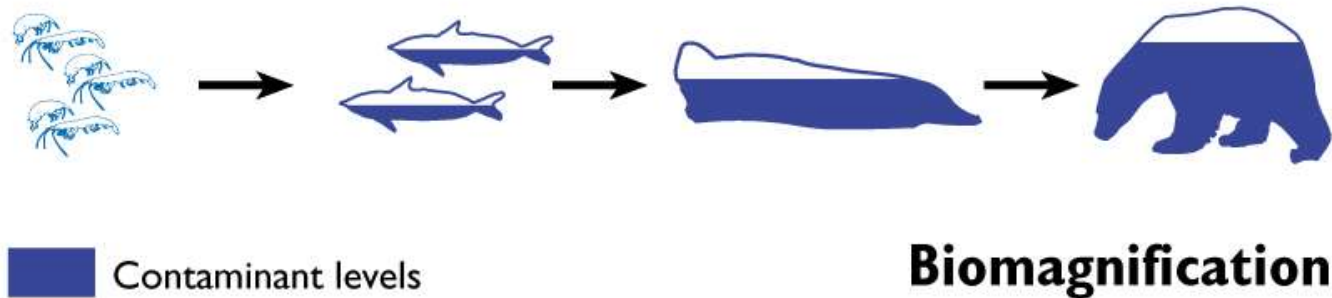
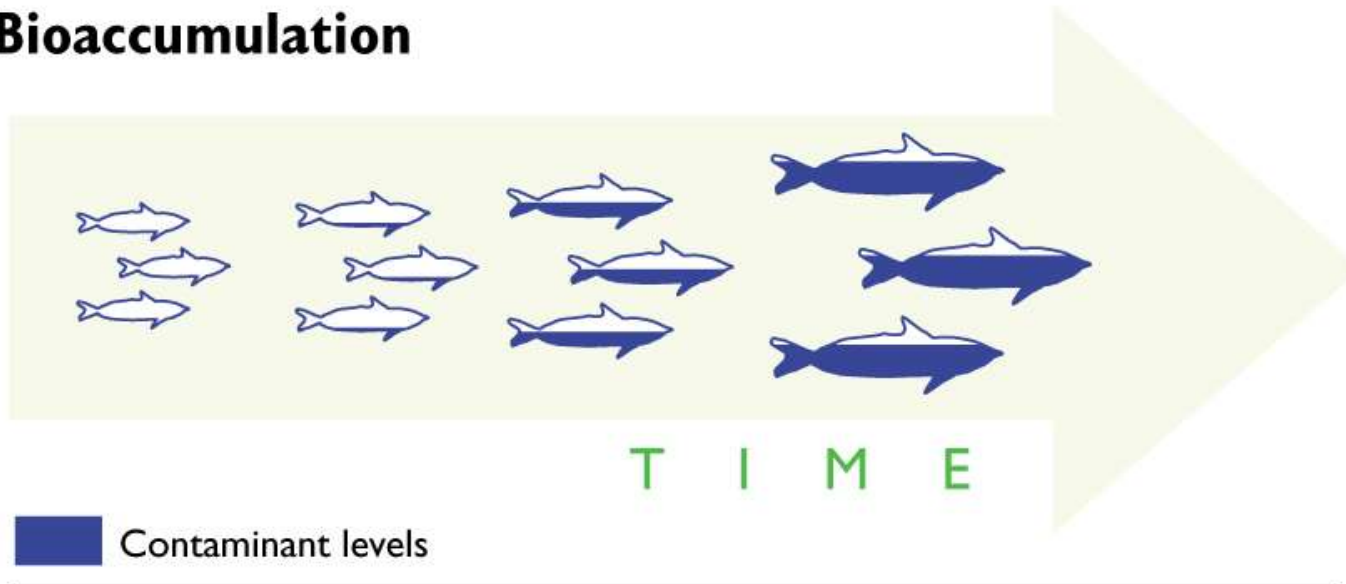
- Adott elem, vagy vegyület táplálékláncon keresztüli transzportját jelenti, vagyis több egymást követő akkumulációt foglal magába, megnövelve ezzel a másodlagos mérgezés rizikóját (NENDZA et al. 1997).
- A tápláléklánc mentén a dúsulás olyan mértékű lehet, hogy mérgezési tünetek léphetnek fel az élőlényeknél még abban az esetben is, ha a vizsgált anyag koncentrációja a környező közegben alatta marad a toxikus határértéknek (BARANOWSKA et al. 2005).

A biomagnifikáció kimutatására legalább három trofitási szinten kell nyomon követni a vizsgált szennyezőanyag koncentrációját pl. fitoplankton, zooplankton, hal



Bioakkumuláció, biomagnifikáció

Bioaccumulation



Biológiai lebonthatóság

- A szennyezőanyagokat **biológiai lebonthatóságuk szerint** általában három fő csoportra osztják:
 - **könnyen lebomlók** (degradable) pl. etil-benzol, naftalin, kommunális szennyvizek szerves anyag tartalma, állati eredetű hulladékok.

Perzisztens szennyezőanyagok:

- **nehezen lebomlók** (persistent) pl. AROCLOR 1254, benz(a)pirén, hexaklór-benzol, DDT, DDD, DDE;
- a **lebontásnak ellenálló** (recalcitrant), **gyakorlatilag nem lebomlók** pl. higany-és ólomvegyületek, aszfalt, bitumen, azbeszt, hosszú felezési idejű radioaktív anyagok.

A biológiai lebonthatóság mérőszáma a
féléletidő:

Etil-benzol (10 nap); DDT (16 év)

Biodegradáció

- A biológiai lebomlás (biodegradáció a mikroorganizmusok által végzett, biológiai-biokémiai történések sorozatán keresztül megvalósuló, lebontási (katabolitikus), ill. átalakítási (transzformációs) folyamatok összessége.
- Lehet **teljes és részleges**.
- **A teljes biodegradáció vagy mineralizáció** során a kiindulási szerves vegyületek, enzimek katalizált reakciók egymásra épülő sorozatán keresztül, szén-dioxidra és vízre oxidálódnak.
- **A részleges biodegradáció három alapvető típusa**
 - A lebontást, átalakítást végző enzimek közül valamelyik hiányzik, ezért a folyamat megreked valamilyen közti termékénél, vegyületénél, a képződött energiát a biodegradációban résztvevő mikroszervezet energiaforrásként hasznosítja.
 - **Kometabolizmus:** a kiindulási vegyület részleges (néha teljes) oxidációja bekövetkezik ugyan, de a biodegradációt végző mikroszervezetek a folyamatból származó energiát, ill. anyagokat nem használják fel.
 - Polimerizáció vagy más szintézis folyamatok révén a kiindulási anyagoknál összetettebb és/vagy stabilabb vegyületek keletkeznek.

- **Bioremediáció** alatt azokat a gyakorlatban kivitelezett, felhasznált biodegradációs folyamatokat foglalják össze, amelyek segítségével a talajokba, vizekbe, üledékekbe került, közegészségügyi/ környezetegészségügyi szempontból veszélyt jelentő környezetszennyező anyagokat eltávolítják vagy méregtelenítik, detoxikálják, azaz...
- Biodegradációs és/vagy fitoremediációs folyamatok felhasználása a szennyezett területek kármentesítésére, megtisztítására.

A PERZISZTENS (P), BIOAKKUMULATÍV (B) ÉS MÉRGEZŐ (T) ANYAGOK (PBT), VALAMINT NAGYON PERZISZTENS (vP) ÉS NAGYON BIOAKKUMULATÍV (vB) ANYAGOK (vPvB) AZONOSÍTÁSI KRITÉRIUMAI

	Perzisztencia (P) kritériuma, nap felezési idő	Nagyfokú perzisztencia (vP) kritériuma, nap felezési idő	Bioakkumuláció (B) kritériuma, biokoncentrációs tényező	Nagyfokú bioakkumuláció (vB) kritériuma, biokoncentrációs tényezője	Toxicitás (T) kritériuma
Tenger-vízben	> 60	> 60	a vízben élő fajokban > 2000	a vízben élő fajokban > 5000	<p>a) tengeri és édesvízi élőlények esetében a hosszú távon megfigyelhető hatást nem okozó koncentráció (NOEC) vagy a hatásos koncentráció érték (EC_x (PI. EC₁₀)) kisebb, mint 0,01 mg/l;</p> <p>b) az 1272/2008/EK rendelet szerint besorolható rákkeltőként (1. és 2. kategória), mutagénként vagy reprodukciót károsító hatásúként;</p> <p>c) a krónikus toxicitás egyéb bizonyítéka áll rendelkezésre, például az anyag megfelel az 1272/2008/EK rendelet szerinti, ismétlődő expozíció esetén célszervi toxikus hatást mutat (STOT RE 1. vagy 2. kategória).</p> <p>STOT = célszervi toxicitás RE = ismétlődő (ezen kívül van egyszeri) Specific target organ toxicity single exposure vagy Specific target organ toxicity repeated exposure</p>
Édesvízben vagy torkolati vízben	> 40				
Tengeri üledékben	>180				
Édesvízi vagy torkolati vízi üledékben	> 120	> 180			
TALAJBAN	> 120	> 180			

Összefoglalás

- Környezet, környezeti elemek
- Környezethasználat, környezetterhelés, környezetszennyezés
- Szennyező források (pontoszerű, diffúz)
- Emisszió, immisszió, transzmisszió
- Elsődleges szennyező anyagok, másodlagos szennyező anyagok
- Másodlagos szennyezés
- Szennyezettségi fok, szennyezés eloszlás
- Szennyezőanyagok típusai, csoportosítása
- Expozíciós útvonalak
- Emberi egészségre gyakorolt hatások (toxikus, rákkeltő, mutagén, teratogén, stb.)
- „BIO”: Bioakkumuláció, Biokoncentrációs faktor, Biomagnifikáció, Biológiai bonthatóság, Biodegradáció, Bioremediáció

Ökotoxikológiai alapok

Dr. Kaszab Edit

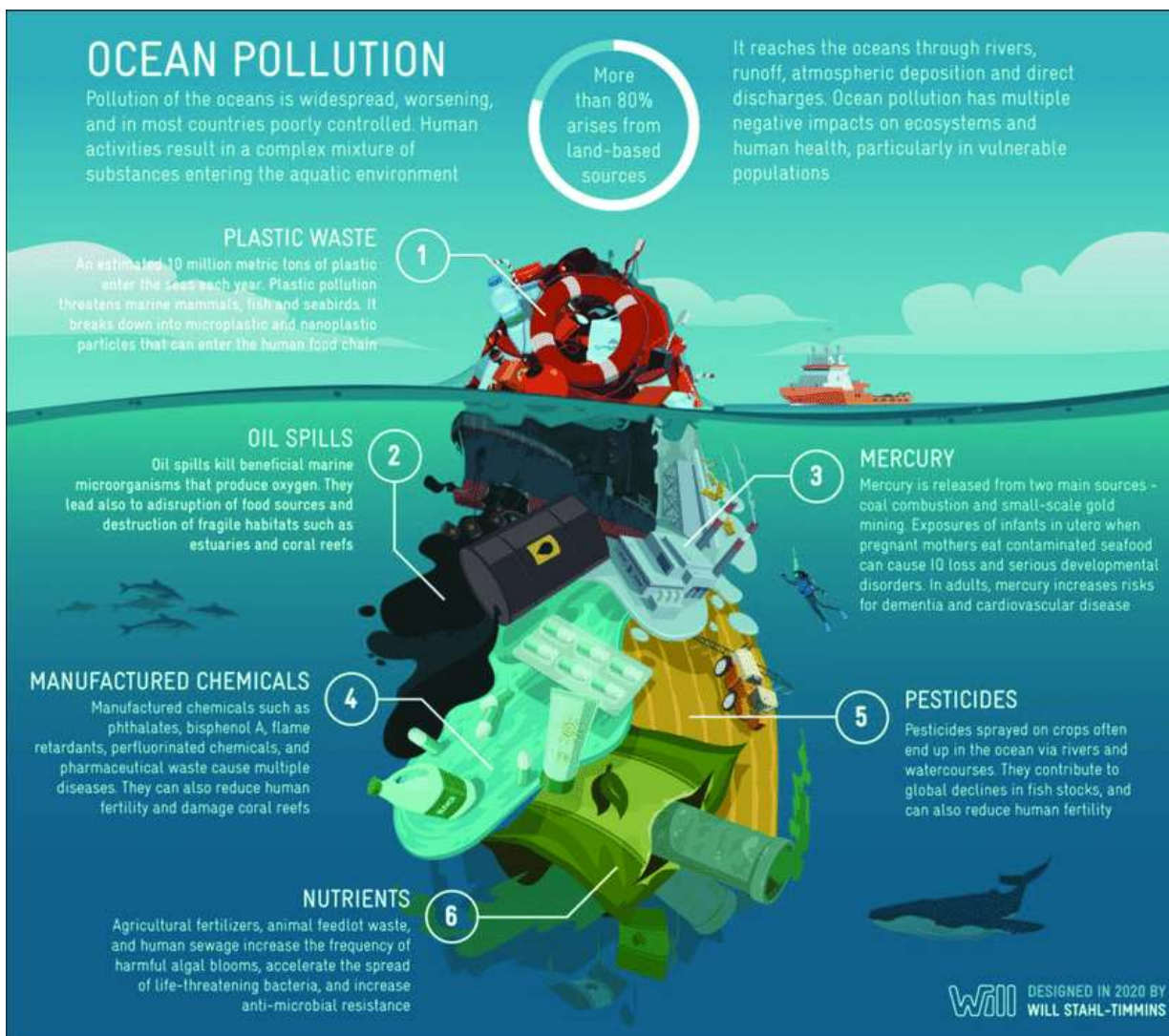
Kaszab.edit@uni-mate.hu



Komplex szennyező dések

Számos vegyület önálló
élettani/ökológiai hatásairól is
alig van információnk →

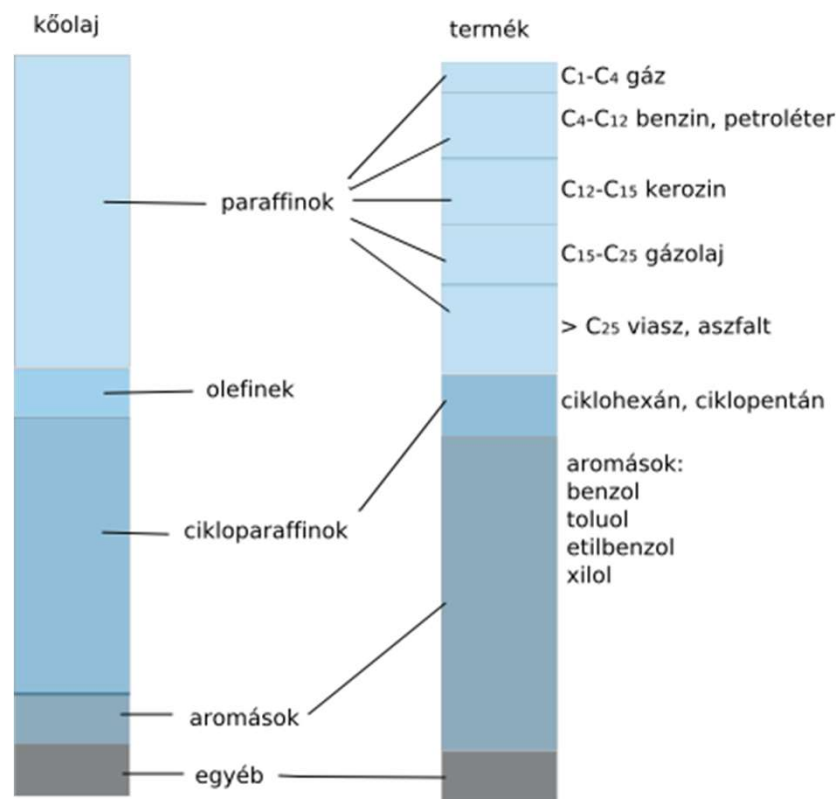
**AZ ISMERT ÉS
NÖVEKVŐ
JELENTŐSÉGŰ
SZENNYEZŐ ANYAGOK
NEM CSUPÁN
ÖNÁLLÓAN, HANEM
KOMPLEX KEVERÉKEK
FORMÁJÁBAN
FORDULNAK ELŐ A
KÖRNYEZETBEN.**



Komplex szennyeződések

A kőolaj összetétele

Elem	w (%)
C	81-88
H	10-14
S	<5
O	<2
N	<2
Fémek	<0,15%

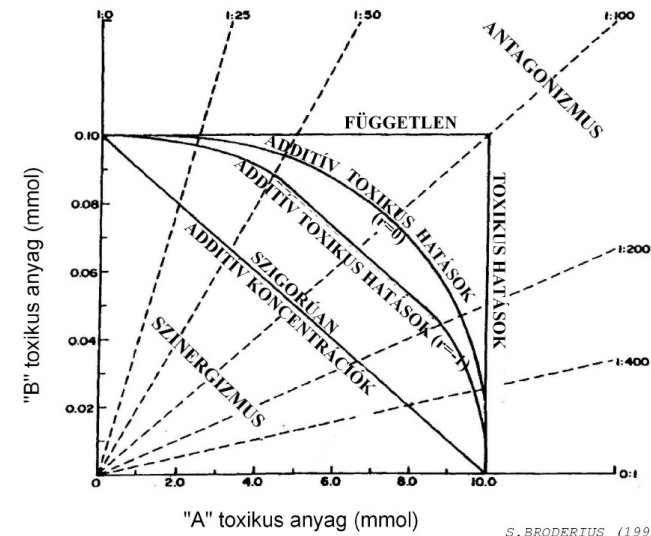
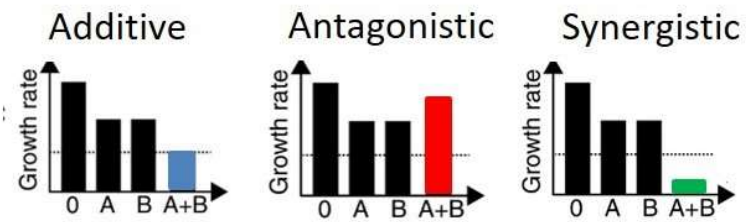


Kevert szennyezések esetén számolnunk kell a szennyezőanyagok szinergista és antagonistá viselkedésével

- **Szinergizmus**nak nevezzük azt a jelenséget, amikor két vagy több anyag egymás hatását erősíti, és ez többlethatásban nyilvánul meg.

Szinergizmus érvényesülhet pl. egy azbeszttel dolgozó dohányos esetében: megnőhet a tüdőrákban történő megbetegedés valószínűsége. A korábbi SZIE Állattani és Ökológiai Tanszékén kísérletesen is igazolt tény, hogy csirke embriók esetében a Cr(VI) jelenléte szignifikánsan megnövelte a benz(a)pirén által okozott mutagén és teratogén elváltozások típusát és gyakoriságát. (Mutagén: génhibákat okozó anyag, karcinogén: daganatos, rákos megbetegedést okozó anyag.)

- **Antagonizmus**ról akkor beszélünk, ha a kevert szennyezések komponenseinek együttes hatása kisebb, mint azok külön-külön való érvényesülésének számítható, előre valószínűsíthető (számítási) összege, vagyis egymás hatását gyengítik, pl. egymásra hatásuk során rosszul oldódó fémek keletkezhetnek, így az élő szervezetek számára való felvehetőségük korlátozódik, leromlik.



Két vegyület együttes toxikus hatása

Kockázatfelmérés hagyományos eszközei

- Talajok, álló-,folyó-, talajvizek, ill. levegő minőségének meghatározása fizikai, **kémiai**, biológiai vizsgálatokkal
- Szükséges a folyamatos és pontos mintavételezés
- Korlátok:
 - Szennyező anyagok meghatározott körére terjednek ki
 - Nem teljeskörű - gyakran igen **sokféle szerves anyag**, egyenkénti mennyiségi meghatározásuk (sőt kimutatásuk is) rendkívül körülményes
 - Környezeti kockázatról nem kapunk valós képet
 - Szennyező anyagok formája, hatása változhat (környezeti hatások, idő)
 - Tulajdonságaik változhatnak (antagonista, szinergista hatások)
 - A szennyezőanyagok mennyiségi és minőségi megismerése még nem egyenlő a (komplex) **hatásaik** ismeretével → **TOXIKOLÓGIA**

Toxikológiai vizsgálatok

- Toxikológia=méregtan
- Mi a méreg?

Színtelen, szagtalan, íztelen, és ezeket pusztít el minden évben! A halált legtöbbször az okozza, hogy véletlenül a tüdőbe kerül, de ezzel ártalmi korántsem merültek ki. Abban a testrészben, amelyik hosszan érintkezik a szilárd formájával, súlyos szövetkárosodás jöhet létre. Ha az emésztőrendszerbe jut, túlzott izzadás és vizeletkiválasztás következhet be, de felfűvódás, hányinger, hányás is előfordulhat. A dependencia kialakulása után a szer megvonása biztos halált jelent.

- a savas eső fő komponense,
- hozzájárul az üvegházhatáshoz,
- súlyos égést okozhat,
- hozzájárul természeti környezetünk eróziójához,
- számos fém korrózióját, rozsdásodását sietteti,
- hibát okozhat az áramszolgáltatásban, rontja az autók fékhatását,
- rákos daganatokban is kimutatható.

A veszély ellenére felhasználják

- ipari oldószerként és hűtőanyagként,
- atomerôművekben,
- poliuretán hab gyártásához,
- tûzoltáshoz,
- különbözô kegyetlen állatkísérletekben,
- a rovarirtók permetezéséhez,
- a gyorséttermek egyes készítményeihez és más élelmiszerekhez.

A gyárak a szennyezett változatát folyókba és a tengerekbe engedik, és semmi sem állíthatja meg ôket, mert az eljárásuk még mindig törvényes. Óriási hatást fejt ki az élővilágra!



Toxikológiai vizsgálatok

- Toxikológia=méregtan
- Mi a mérég?
 - Minden anyag mérég ...egyedül a dózis határozza meg, hogy mi nem mérgező.
Pl. Konyhasó LD50= 4g/ttkg (patkány)
 - „Az egyén érzékenysége különbözteti meg a mérget a gyógyszertől. A toxikológia alapelve: az egyén válasza egy dózusra.” (S. G. Gilbert, 1997)

Ökotoxikológia, ökotoxikus hatás

- Az ökoszisztéma-károsító hatás megismerése létfontosságú, mert
 - - visszafordíthatatlan folyamatokat eredményezhet (fajok kihalása)
 - - veszélyeztetheti a mezőgazdasági termelést
 - - felboríthatja az anyagkörforgalmakat (N, P, S, C, ...)
- FELADAT: az ökoszisztémát veszélyeztető hatások megismerése - ÖKOTOXIKOLÓGIA

Ökotoxikológia (def.) (Réné Truhaut):

Az ökotoxikológia kémiai és fizikai anyagok élő szervezetekre kifejtett toxikus hatásainak vizsgálatával foglalkozik, különös tekintettel az adott ökoszisztéma populációiban és közösségeiben tapasztalható hatásokra, beleértve a vizsgált anyag átadásának és terjedésének útvonalait a környezetben.

Az ökotoxikológia feladata tehát a szennyező anyagok biológiai közösségekre, a vízi és a szárazföldi ökoszisztémára gyakorolt káros hatásának vizsgálata.

ÖKOTOXIKUS HATÁS

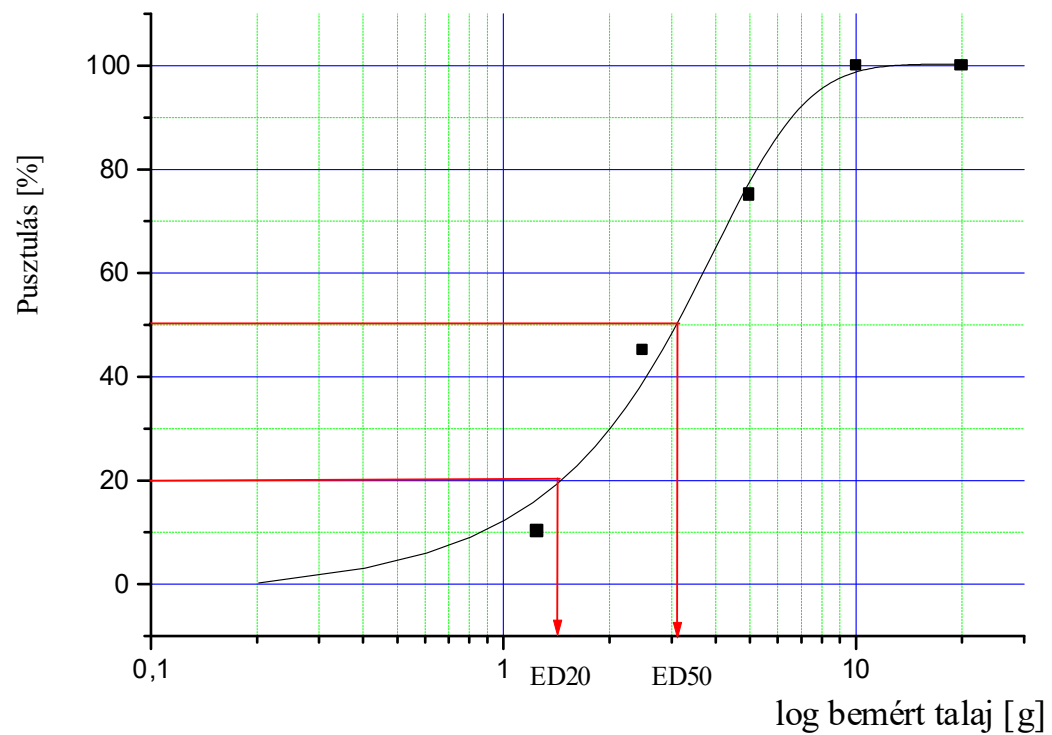


- Mit nevezünk „ökotoxikus”-nak?
- **„Ökotoxikus: az élő szervezeteket, azok utódait vagy populációit közvetlenül vagy a táplálékláncon át, azonnal vagy meghatározott idő elteltével károsító (mérgező, teratogén, mutagén stb.)” anyag, hatás.**
44/2000. (XII. 27.) EüM rendelet a veszélyes anyagokkal és a veszélyes készítményekkel kapcsolatos egyes eljárások, illetve tevékenységek részletes szabályairól

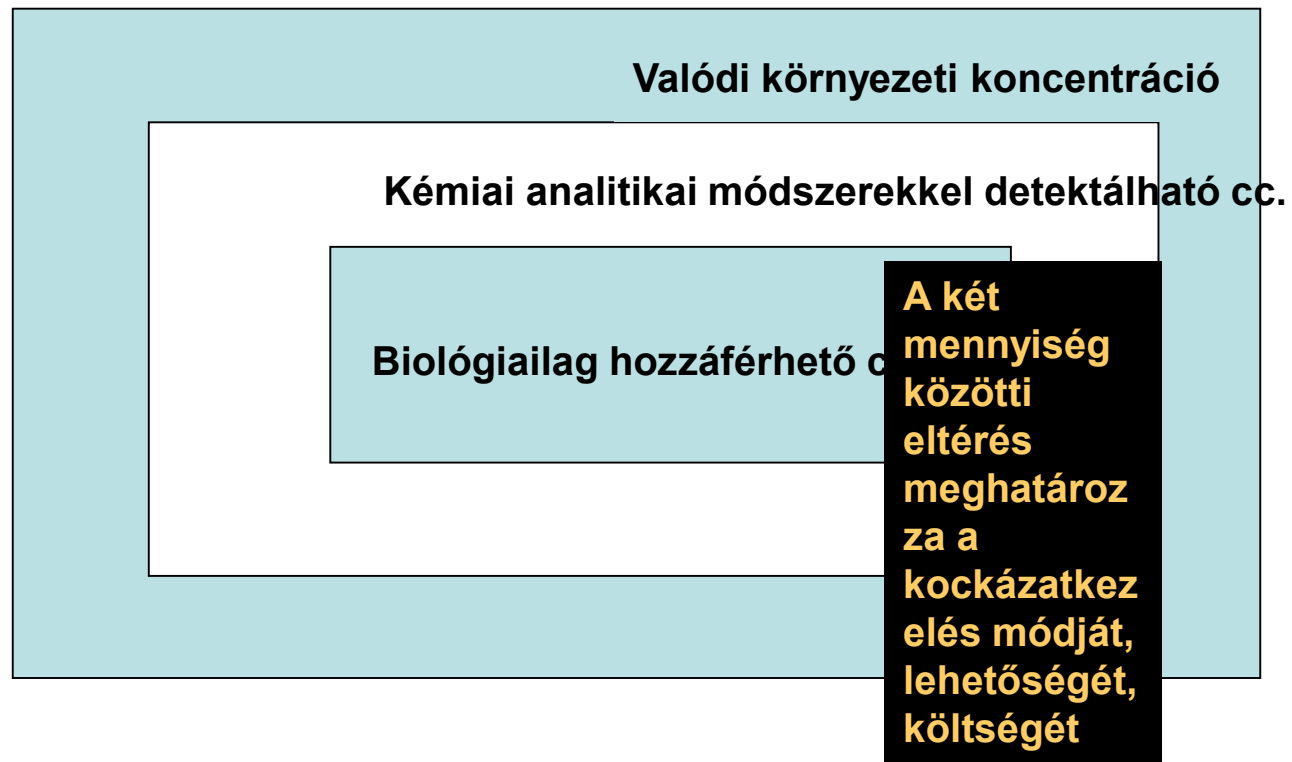
Az ökotoxikológia alapja - dózis-válasz / koncentráció-válasz

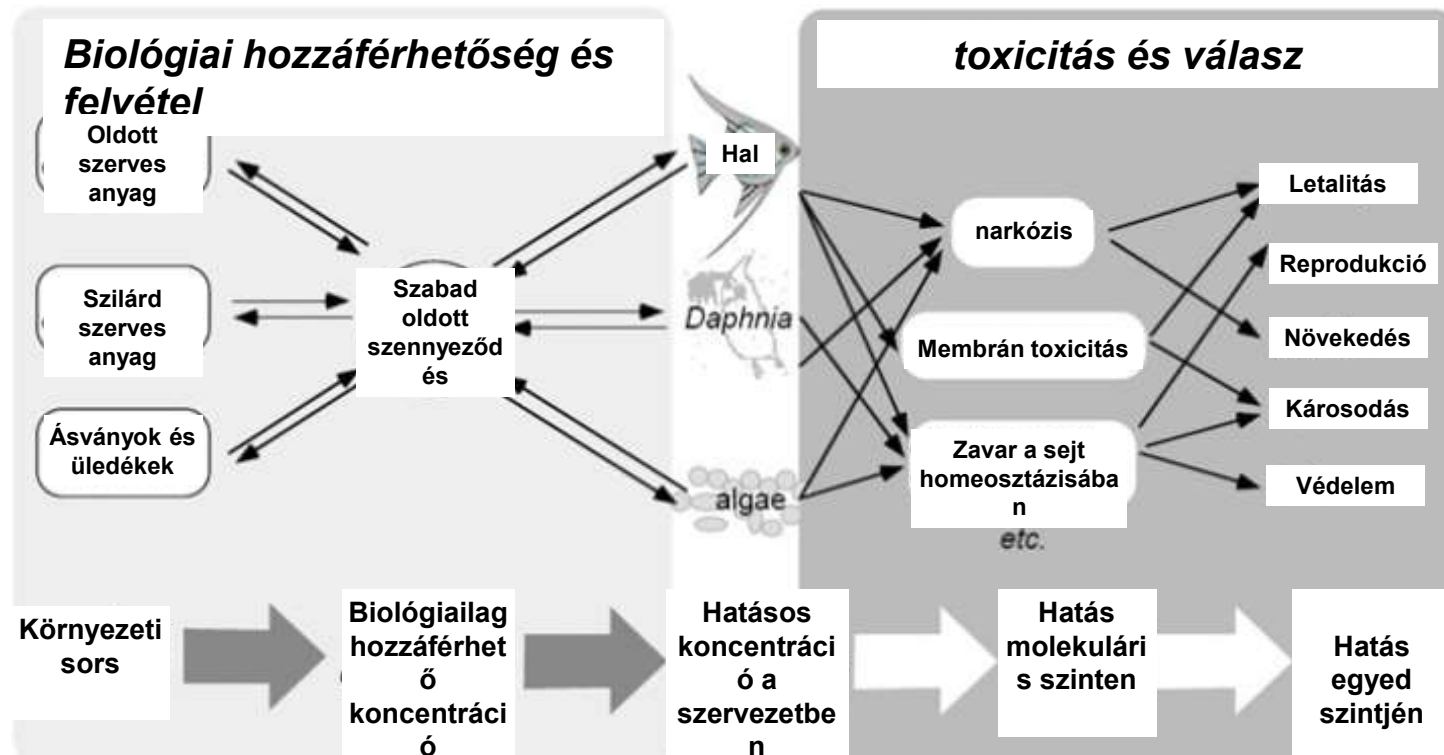
- **Dózis** (toxikológia): aktuális anyagmennyiség, amely az organizmusba bekerül, amelyet az organizmus különböző expozíciós útvonalakon felvesz
- **Környezeti koncentráció** (ökotoxikológia)
 - Környezetben jelen levő anyagokból mennyi jut a szervezetbe?
 - Nincs szoros összefüggésben a dózissal (fajlagos felület, alak, légzés, határoló felületek minősége)
- Környezeti minták
 - Nem adható meg hatásos szennyező anyag koncentráció, csak a környezeti minta hatásos mennyisége
 - Ismeretlen koncentrációban ismeretlen anyagok

Dózis hatás összefüggés – példa (végpont: letalitás)



Szennyező anyagok a környezetben






A szennyezőanyag **hatásos koncentrációja** egy szervezetben, vagy a célhelyen jelenti a kapcsolatot a szennyezőanyag környezeti sorsa és a szennyező-toxikus hatás között (Escher et al., 1997)

Hogyan tudjuk vizsgálni a dózis-válasz,
koncentráció válasz összefüggéseket? -

Biotesztek

- A bioteszt, vagy bioassay olyan vizsgálat, mely során egy tesztrendszert jól definiált és **kontrollált körülmények között** exponálunk egy tesztanyag vagy minta különböző ismert koncentrációival

- Adott dózisú/koncentrációjú szennyező anyag hatásának vizsgálata tesztszervezeteken
- Az eredmény nem alkalmazható közvetlenül az emberre, de extrapolációval következtethetünk az emberre gyakorolt hatásokra (biztonsági faktorok alkalmazásával)

Biotesztek végpontjai: hatás tekintetében

- Akut (rövidtávú) tesztek
- Krónikus (hosszútávú) tesztek
- Reprodukтивitás (szaporodás) tesztek
- Teratogenitás (utódnemzedéket károsító) tesztek
- Fertilitási (termékenységi) tesztek
- Genotoxicitás tesztek
- Hormonhatást kimutató tesztek
- Allergia tesztek
- Funkcionális vizsgálatok: viselkedés toxikológia (labirintus kísérlet)



Biotesztek végpontja: hatás számszerűsítése

LC – letális (halálos)
koncentráció

EC - effektív (hatásos)
koncentráció

LD – letális dózis

ED – hatásos dózis

- Akut toxicitás
 - LC_{10} , LC_{20} , LC_{50} , LC_{90}
 - EC_{10} , EC_{20} , EC_{50} , EC_{90}
 - LD_{10} , LD_{20} , LD_{50} , LD_{90}
 - ED_{10} , ED_{20} , ED_{50} , ED_{90}
 - Krónikus toxicitás:
 - NOEC (No Observed Effect Concentration)
 - NOEL (No Observed Effect Level)
 - NOAEC (No Observed Adverse Effect Concentration)
 - LOEC (Lowest Observed Effect Concentration)
 - LOEL (Lowest Observed Effect Level)
 - MATC (Maximum Acceptable Toxicant Concentration)
- NOEC és LOEC mértani átlaga**

A felsoroltak közül a leggyakrabban használatos ökotoxikológiai vizsgálati végpontok az alábbiak:

Akut toxicitás vizsgálatánál:

- LC 50, (Lethal Concentration 50 – az a koncentráció mely a kísérleti egyedek felének elpusztulását okozza)
- EC 50, (Effective Concentration 50 – az a koncentráció, mely bármilyen végpont esetén a kontrollhoz képest 50%-os csökkenést okoz).

Krónikus toxicitás vizsgálatánál:

- NOEC (No Observable Effect Concentration - az a legmagasabb koncentráció, amelynek nincs megfigyelhető hatása),
- LOEC (Lowest Observable Effect Concentration - az a legalacsonyabb koncentráció, amely már hatást mutatott),
- MATC (Maximal Acceptable Concentration - a szennyező maximális, még elfogadható koncentrációja).

NOEC és LOEC egymástól számíthatóak: például $NOEC = LOEC/2$, MATC a LOEC és NOEC érték átlagaként számítható.

HONNAN TUDJUK MEG EZEKET AZ ÉRTÉKEKET? – TOXIKOLÓGIAI ADATBÁZISBÓL (pl. TOXNET)

Ha az adatbázisban nem találunk egy vegyületre adatot, akkor a szerkezet hasonlósága alapján becsülhetjük a toxicitását, hasonló szerkezetű ismert hatású vegyület adataiból (az eljárás angol nyelvű rövidítése QSAR = *Quantitative Structure - Activity Relationship*).

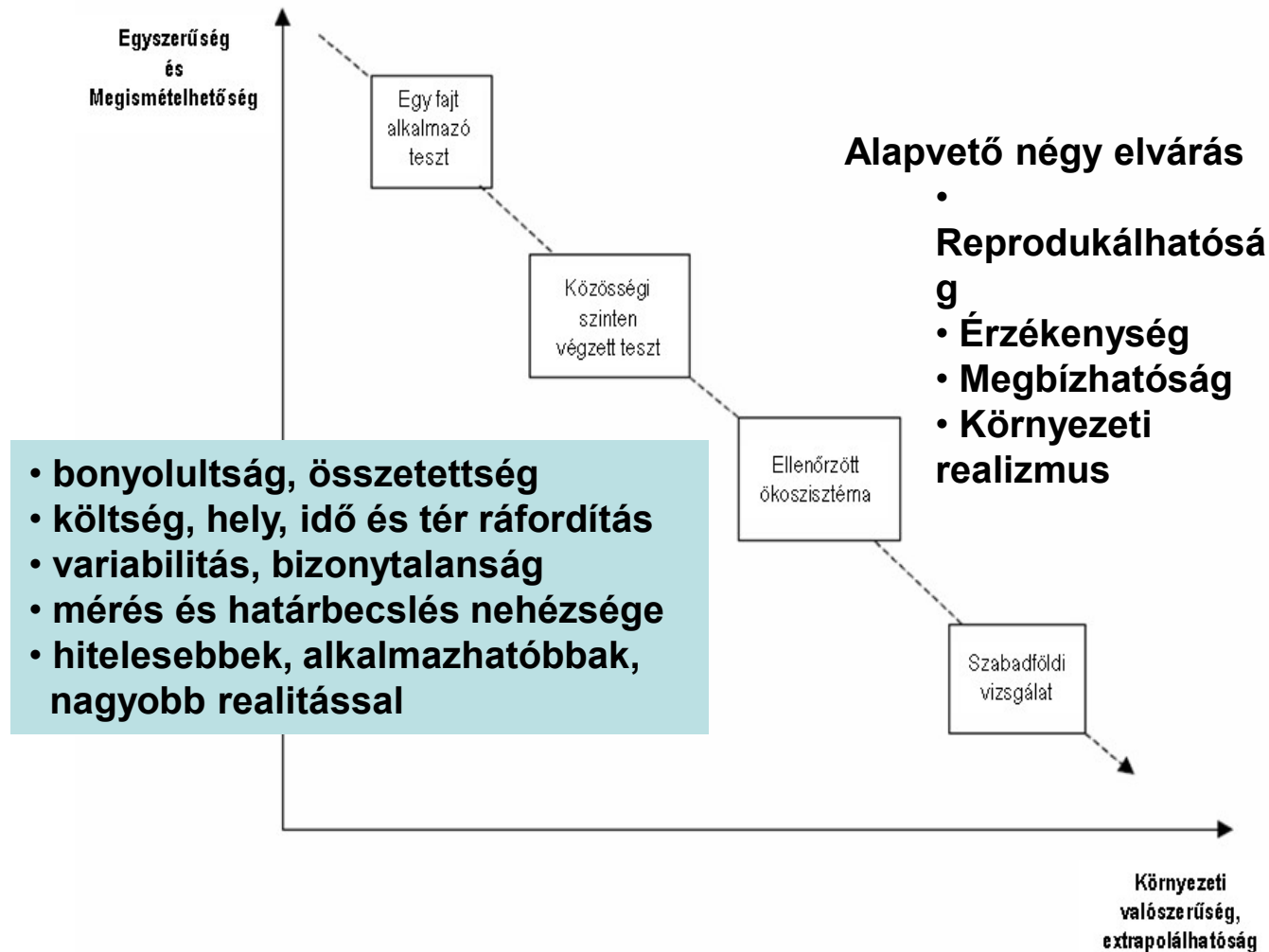
DE NE FELEJTSÜK:

Ha az adatbázisokban nem találunk egy vegyületre adatot, akkor arra alkalmas laboratóriumban KIMERHETO !!!

Tesztszervezet kiválasztásának szempontjai

- Érzékenység
 - Ökoszisztéma érzékenysége = a legérzékenyebb faj érzékenysége
- Mérhető válasz
- Egyszerűség
- Reprodukálhatóság
- Valószerűség, extrapolálhatóság
- Költséghatékonyság

Az ökotoxikológiai módszerek előnyei,



Ökotoxikológiai vizsgálatok lépései

- Szilárd minta: kivonat készítése (szennyező-talaj-tesztservezet kapcsolat elhanyagolása)
- Oldószerek megválasztása az extrakcióhoz (csak modellezi a természetes kioldódást)
- Direkt érintkezés: az érzékenység növekszik
- Teszt kivitelezése
- Eredmények értékelése, extrapolálása, időbeni változók detektálása...

ÖKOTOXIKOLÓGIAI TESZTEK

A tesztekben használt élőlények

**Jogszályi előírás és/vagy
szabványban való
megjelenés alapján**

Szabványos módszerek (biotesztekhez)

OECD = Organization for Economic Cooperation Development

ISO = International Standardization Organization

US EPA = US Environmental Protection Agency

SETAC = Society for Environmental Toxicology and Chemistry

IOBC = International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants

EPPO = European and Mediterranean Plant Protection Organization

ASTM = American Society of Testing and Materials

ANSI = American National Standards Institute

CEN = European Committee for Standardization

AFNOR = Association Francaise de Normalisation

EEC = European Economic Community

WHO = World Health Organisation

BBA = Biologische Bundesanstalt für Land-und Forstwirtschaft

OPPTS = The Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances(EPA)

DIN = German Deutsches Institut für Normung

Szabványosított vizsgálatok

Jellemző fajok vagy laboratóriumi tesztorganizmusok válasza, ebből előrejelzés a teljes ökoszisztémára

Veszélyes hulladékok vizsgálatánál

- *Thamnocephalus platyurus* levéllábú rák lárvák (MSZ 20359:2003)
 - Alga növekedési teszt (MSZ 21978-2:1986)
 - Csíranövény teszt: fehér mustár (MSZ 21978-8:1985)
 - *Daphnia* teszt:vízibolha (MSZ 21978-13:1985)
 - Halteszt: szivárványos guppi (MSZ 21978-3:1986)
 - *Azotobacter agile* (MSZ 21978-30:1988) Neve napjainkban: *Azomonas agilis*

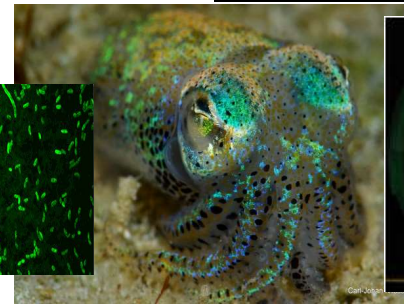
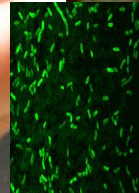
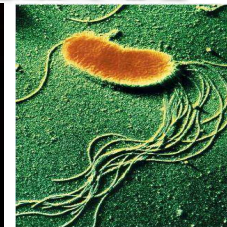
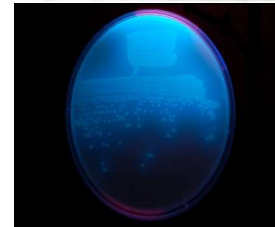
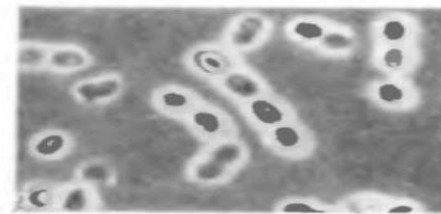
Talajtoxicitás tesztek

- *Pseudomonas fluorescens* (MSZ 21470-889)
- *Azotobacter chroococcum* (MSZ-08-1721-86)

Vízminőség vizsgálat

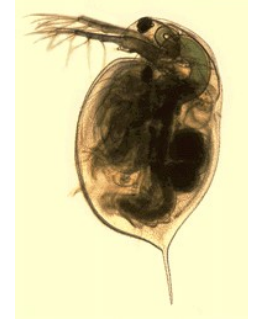
- *Pseudomonas putida* (MSZ 10712), felszíni víz, ivóvíz
- *Aliivibrio fischeri* (kurtafarkú tintahal) lumineszcencia gátlás (ISO 11348) , Neve napjainkban: *Aliivibrio fischeri*. Szennyvíz, édesvíz, sósvíz, karsztvíz, vizes extraktumok és szűrletek (talajé, üledéké is)
- Vízminták genotoxicitásának meghatározása: Ames teszt (ISO 16240:2005)

AKUT TOXICITÁS KIFEJEZÉSE: LD₅₀, ill. EC₅₀ értékekkel

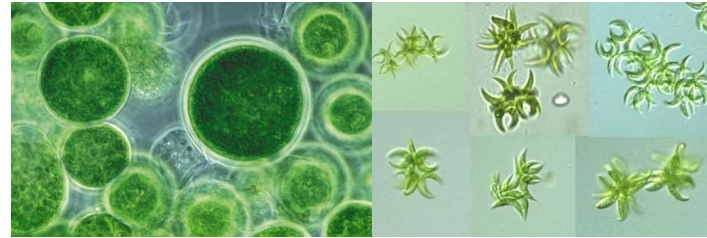


Ökotoxikológiai tesztszervezetek

- Veszélyes hulladékok vizsgálatánál:
 - Alga növekedési teszt
 - Csíranövény teszt (fehér mustár)
 - *Daphnia* teszt (vízibolha)
 - Halteszt (szivárványos guppi)
 - *Azotobacter agile*
- Szennyvíziszap kihelyezésnél:
 - Talajtoxicitás tesztek
 - *Pseudomonas fluorescens*
 - *Azotobacter chroococcum*
 - *Pseudomonas putida*
- Bakteriális biotesztek
 - *Aliivibrio fischeri* lumineszcencia gátlás
- Több fajt tartalmazó tesztek
- Teratogenitási teszt



Algatesztek



Tesztszervezet: tengeri, vagy édesvízi algák

pl. egysejtű édesvízi zöldalga → *Selenastrum capricornutum*

- Típusai:

- Növekedési teszt: a szaporodásra gyakorolt mérgező hatás meghatározása
- Fotoszintézis-gátlás mérése: az algák fotoszintézisének gátlására utaló, lecsökkent, felszabaduló oxigénmennyiség mérése

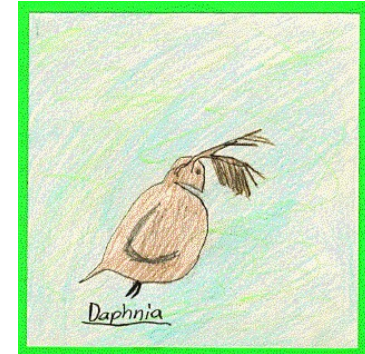
Csíranövény teszt



- Tesztszervezet: fehér mustár (*Sinapis alba*) →
- Vizsgálat menete (MSZ 22902-4:1990):
 - Csírázás, szár- és gyökérnövekedés-gátlás mérése a kontrollhoz képest
 - A vizsgálandó anyag hígításaira 20 mustármagot helyezünk
 - 24 óra → csírázás
 - 72 óra → gyökér, szárhossz

Daphnia immobilizációs vizsgálat

- Tesztorganizmus: *Daphnia magna* és *Daphnia pulex* (**vízibolha**)
- A vizsgálat menete (MSZ EN ISO 6341:1998):
 - Különböző mértékben hígított szennyvízhez 10-10 db tesztorganizmust adunk
 - 48 órás tesztidőtartam után a még mozgó egyedek számlálása
 - Mozgásképtelen = elpusztult



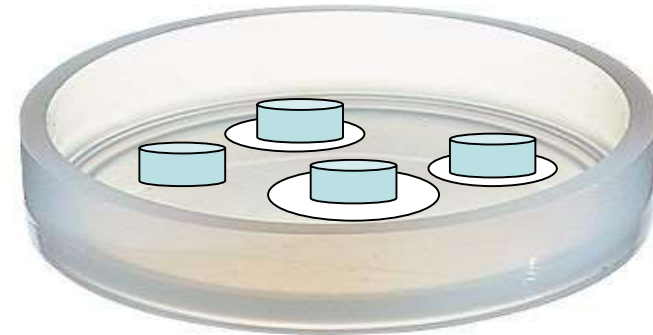
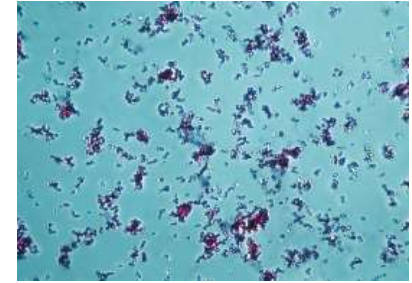
Halteszt



- Tesztszervezet: pl.: zebradánió (*Danio rerio*)
- A vizsgálat menete (MSZ EN ISO 7346-1:2000):
 - A szennyvíz mérgező hatására – a különböző mértékben hígított mintákban – a halak állapotáról és az elpusztult egyedek számából következtettünk.
 - Táplálás nincs, 4 óránként ellenőrzés, 96 óra időtartam
 - Elpusztultnak tekintjük, ha a faroknyelükhöz érve nem mutattak reakciót

Azotobacter chroococcum

- **Talajokban** szabadon élő nitrogénkötő mikroszervezet
- Toxikus (mérgező) anyagokkal szemben fokozottan érzékeny
- A vizsgálat menete (MSZ-8-1721/1-86):
 - Nitrogénmentes tápagar lemez felületére nedves talajból préselt blokkokat helyezünk
 - A blokkból a toxikus anyagok a tápagarba diffundálnak → gátlási zóna jön létre
 - Toxikus a talajminta, ha 48 óra után a gátlási zóna átlagos átmérője > 1 mm

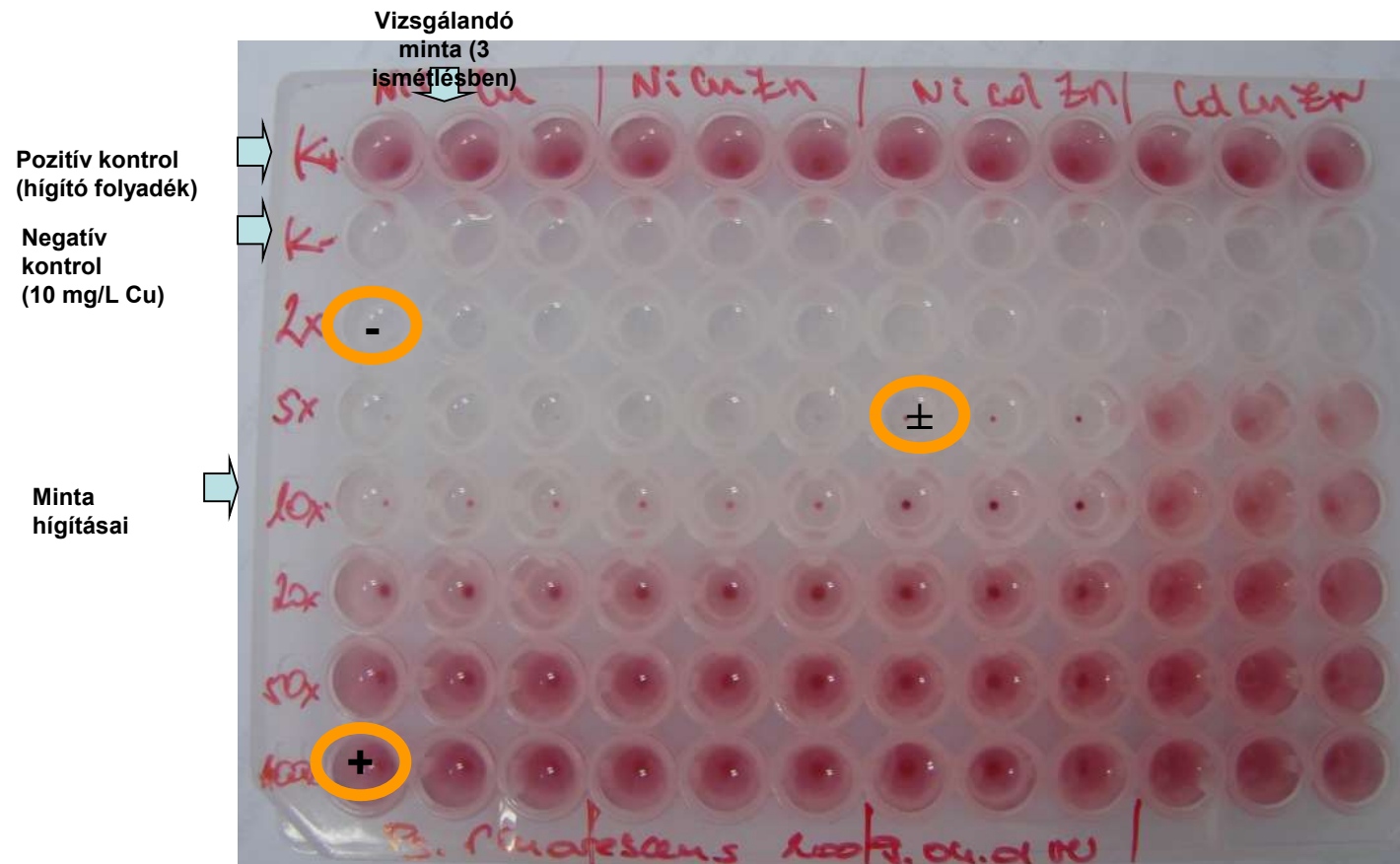


Azotobacter agile,
Pseudomonas fluorescens

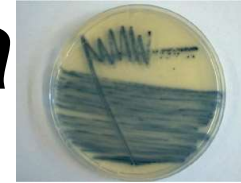


- Talajbaktériumokra kifejtett toxikus hatás mérése
- Szaporodás vizsgálatán alapszik (TTC dehidrogenáz enzim hozzáadása mellett színváltozás)
- A vizsgálat menete (MSZ 21978/30-1988; MSZ 21470-88):
 - Folyékony hulladékkivonatból hígítási sor készítés
 - *A. agile/P. fluorescens* + TTC + a minta megfelelő hígítása
 - 40-48 óra után leolvasás, értékelés

Azotobacter agile, Pseudomonas fluorescens



Pseudomonas putida



A vizsgálat menete (MSZ EN ISO 10712:1998):

- Sejtnövekedést-gátlást mérünk a tesztminta különböző hígításaival
- Optikai sűrűséget határozzuk meg 16 órás tesztidőszak után



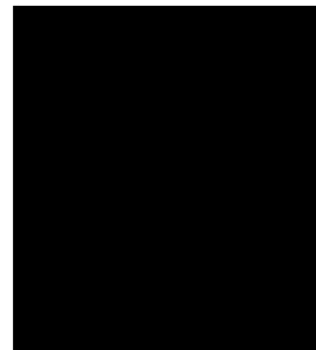


Az *Aliivibrio fischeri* tesztorganizmus



- Mélytengeri mikroszervezet – sós víz
- Szimbionta baktérium (*Euprymna scolopes*)
- Jellegzetes tulajdonsága a biolumineszcencia
 - Biokémiai folyamat, mely fénykibocsátást idéz elő

A mérgező anyag változásokat idéz elő a sejt állapotában → a biolumineszcencia csökken



Lumineszcencia gátláson alapuló ökotoxikológiai teszt

MÓDSZER

Aliivibrio fischeri lumineszcencia gátlás Microtox/Tox Alert 100® luminométeren (MSZ EN ISO 11348-2:2000)

ALKALMAZÁSI TERÜLET

- Szennyvíz
- Csurgalékvíz
- Édesvíz (felszíni és talajvíz)

- Pórusvíz

ELŐNYEI

- Gyors (1,5 óra)
- Reprodukálható
- Egyszerű
- Költséghatékony
- Nem okoz etikai problémákat

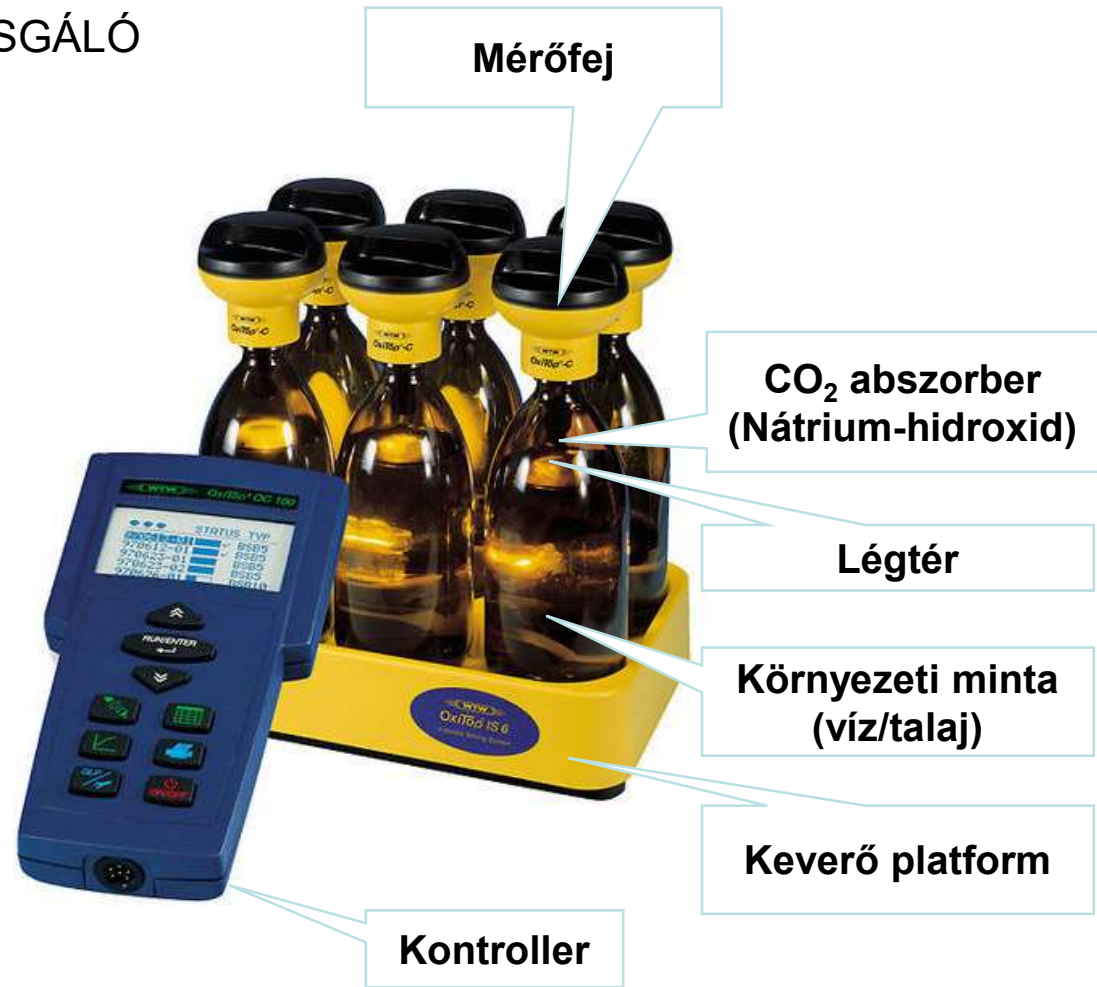


ToxAlert 100®
Merck (Germany)



*Kép: Kuczyńska, A. et al.,
2004*

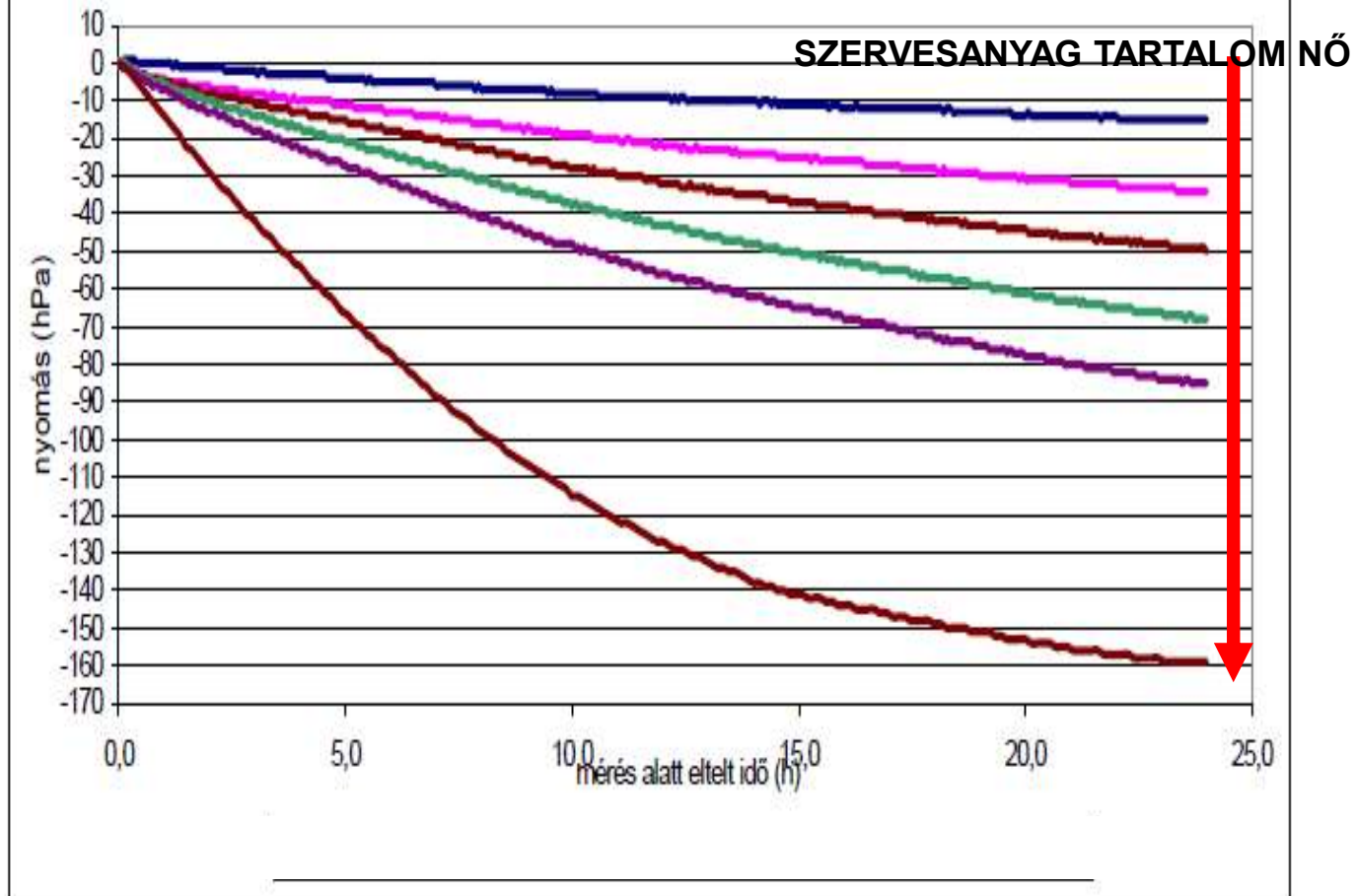
OxiTop® talajrespirációs rendszer - TALAJLÉGZÉS INTENZITÁSÁT VIZSGÁLÓ RENDSZER



BIOLÓGIAI OXIGÉNIGÉNY (BOI)

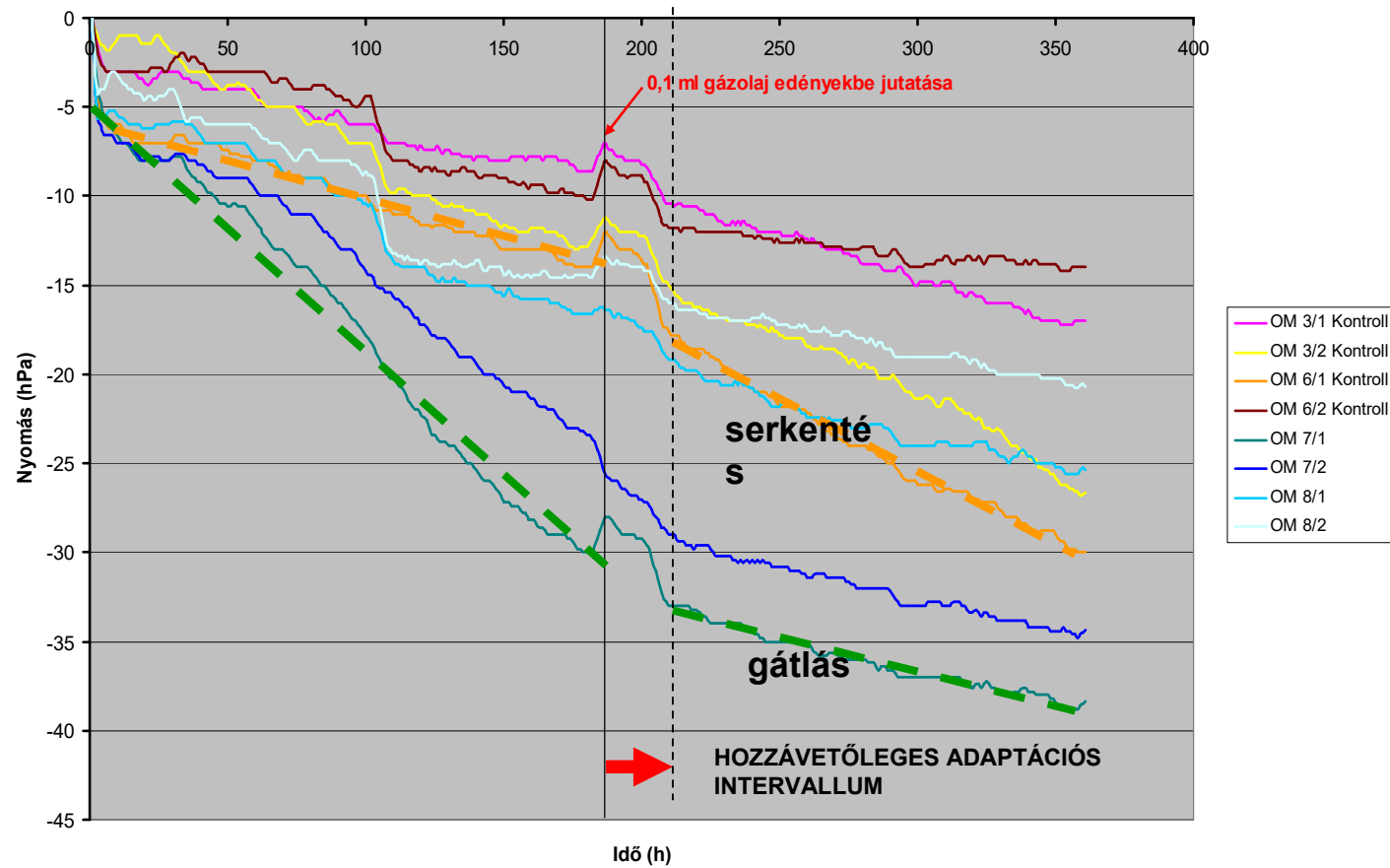
- BOI azt az oxigénigényt méri egy mintában, melyre a metabolizálható szervesanyag tartalom biológiai oxidálásához szükség van. Csak a biodegradálható anyagokat mérjük
- Jó, de nem tökéletes
- Alternatíva:
 - KOI (az összes oxidálható anyagot mérjük), ill. TOC (összes szerves szén tartalom)
 - Pontosabb, amikor a KOI/BOI arányát vesszük figyelembe

Különböző szerves anyag tartalmú talajok légzési aktivitása



Különböző talajokhoz adagolt gázolaj hatása a légzési aktivitásra

Ópuszteszer (OM) összesítő
2005.09.22. - 2005.10.06.



Szabványosított vizsgálatok összefoglalása

Jellemző fajok vagy laboratóriumi tesztorganizmusok válasza, ebből előrejelzés a teljes ökoszisztémára
Veszélyes hulladékok vizsgálatánál

- *Thamnocephalus platyurus* levéllábú rák lárvák (MSZ 20359:2003)
 - Alga növekedési teszt (MSZ 21978-2:1986)
 - Csíranövény teszt: fehér mustár (MSZ 21978-8:1985)
 - *Daphnia* teszt: vízibolha (MSZ 21978-13:1985)
 - Halteszt: szivárványos guppi (MSZ 21978-3:1986)
 - *Azotobacter agile* (MSZ 21978-30:1988) Neve napjainkban: *Azomonas agilis*

Talajtoxicitás tesztek

- *Pseudomonas fluorescens* (MSZ 21470-889)
- *Azotobacter chroococcum* (MSZ-08-1721-86)

Vízminőség vizsgálat

- *Pseudomonas putida* (MSZ 10712), felszíni víz, ivóvíz
- *Aliivibrio fischeri* (*kurtafarkú tintahal*) lumineszcencia gátlás (ISO 11348) , Neve napjainkban: *Aliivibrio fischeri*. Szennyvíz, édesvíz, sósvíz, karsztvíz, vizes extraktumok és szűrlétek (talajé, üledéké is)
- Vízminták genotoxicitásának meghatározása: Ames teszt (ISO 16240:2005)

AKUT TOXICITÁS KIFEJEZÉSE: LD₅₀, ill. EC₅₀ értékekkel

Kémiai analitika vs. ökotoxikológia

- Az egyszerű ökotoxikológiai tesztek
 - Gyorsak
 - Pontosak
 - Jól reprodukálhatóak
 - Szabványosításuk nem ütközik nehézségekbe
- A kémiai analízishez viszonyítva
 - Olcsóbbak
 - Pontosabbak
 - Érzékenyebbek

Kémiai analitika vs. ökotoxikológia

- Egyezik:
 - Egyik módszerrel sem mérhető veszélyes szintű szennyezés
 - Mindkét módszerrel egyértelmű a veszélyes anyag jelenléte
- Nem egyezik:
- Az analitikai eredmények nagy szennyezőanyag koncentrációt mutatnak, míg az ökotoxikológiai hatás kicsi
 - vegyi anyagok kötött (biológiailag nem hozzáférhető) állapotban vannak → kioldásuk biológiai folyamatokkal nem lehetséges, nem hozzáférhető „kémiai időzített bomba”
 - Antagonista hatások
- Kémiai analitikai eredmények nem támasztják alá a tapasztalt ökotoxikus hatást
 - Új, ismeretlen, nem várt anyag
 - Természetben tapasztalható additív/szinergens hatások
 - Analitikai módszerrel ki nem mutatható fizikai-kémiai állapotban van a szennyező
 - A biodegradáció során toxikus közti-, mellék- vagy végtermék keletkezett

KRITIKA AZ „ÖKOTOXIKUSSÁG”, ILL. AZ ÖKOTOXICITÁSI VIZSGÁLATOKKAL SZEMBEN

Az ökoszisztéma, mint receptor (hatásviselő) rendkívül összetett,

ehhez képest a káros hatások (expozíció) mérésére, becslésére rendelkezésre álló módszerek kezdetlegesek,

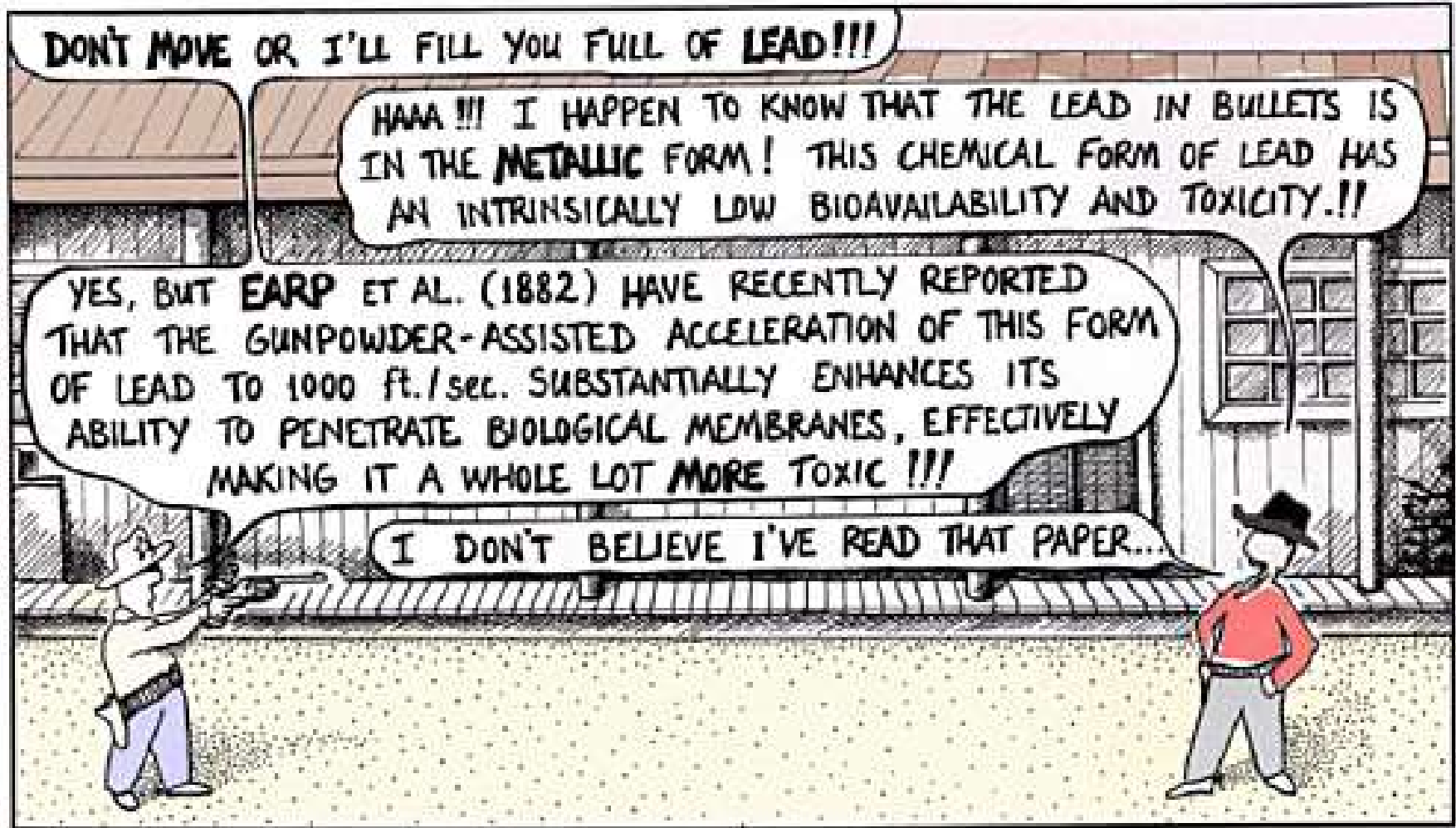
általában az adott ökoszisztéma egy-egy (alacsony fejlettségi szinten álló) tagjára gyakorolt, egyféle káros hatás kimutatására alkalmasak,

ráadásul ezeket a szervezeteket leginkább az eredeti környezetükből kiragadva vizsgáljuk, a populációk közötti kölcsönhatások mérése különösen nagy nehézségekbe ütközik.

HA A KRITIKA IGAZ, AKKOR ADJUK FEL az ökotoxikológiai kockázatok
becslését?

FOLYAMATOS ADATGYŰJTÉS, ADATBÁZIS NYOMONKÖVETÉS

- Tegyük meghatározóvá két elvet kockázatbecslésünk során:
 - Alkalmazzunk konzervatív megközelítést, vagyis mindig a legrosszabb lehetőséget, esetet, kimenetelt vegyük figyelembe az ökotoxikológiai kockázatok megítélésénél! (Azonos elv a humán környezetegészségügyi kockázatbecsléssel.)
 - **Amennyiben egy életközösség valamely tagját (faját, itt értsd az életközösségből választott tesztszervezet) károsodás éri, akkor ez a károsodás az egész életközösségre kihat, még akkor is, ha ennek mértékét a vizsgált esetben, helyszínen jelenleg nem tudjuk mérni, prognosztizálni.**



ENVIRONMENTAL SCIENTISTS IN THE WILD WEST

copyright Nick Kim
<http://strangematter.sci.waikato.ac.nz/>

Ökotoxicitási tesztek - összefoglalás

Általában egyféle szennyezőt kimutató, egy fajt alkalmazó biotesztek, melyek válasza a szennyezőanyag akut toxikus hatását mutatja és csak kevéssé képesek a hosszú távú hatások jelzésére (gyakran rövid ideig tartó vizsgálatok). Az akut hatások jelzőszáma a LC50 (a vizsgált faj 50 %-nak elpusztulását eredményező konc.)

A tesztorganizmust körültekintően kell kiválasztani, hogy a kapott eredmény alapján következtetéseket vonhassunk le a magasabb trófikus szintek élőlényekre. A különböző tesztorganizmusok érzékenysége egy adott szennyezőanyagra nagy változatosságot mutat. Egy ökoszisztéma érzékenységét a legérzékenyebb fajok érzékenysége határozza meg. Ezért *gyakran a szennyezőanyagra legérzékenyebb fajt választjuk* tesztelésre.

ESETTANULMÁNY – HAZAI KÖÖLAJ FINOMÍTÓ



Kőolaj finomítás

- A víz és a kőzettörmelék elkülönítése ülepítéssel
- Gáztalanítás
- Frakcionált desztilláció
- A frakcionáló oszlop felső részén a szobahőmérsékleten is gáznemű összetevők (metán, etán, propán, bután) távoznak.
- A toronyban a gőzök minden tálcán a folyadékban átbuborékolva szállhatnak felfelé.
- A lefelé folyó reflux hatására a magasabb forráspontú termékek fokozatosan cseppfolyósodnak,
- Lefelé haladva az egyre magasabb forráspontú összetevők vezethetők el: benzin, kerozin, dízelolaj, kenőolajok, ipari olajok.
- Legalul a legmagasabb forráspontú pakurát vezetik el.

Az olajfinomítás környezetterhelése

- Szennyvízképződés:
 - Technológiai, kommunális szennyvíz, csapadékvíz
 - Technológiai víz:
 - Olaj és olajszármazékok
 - Fenolok
 - Kénhidrogén
 - Ammónia
 - Aminok
 - Szuszpendált, vagy oldott szilárd anyagok (ásványi sók)
- **Becslések szerint a tisztítatlan szennyvíz a feldolgozott nyersolaj 0,5-4%-át tartalmazza!**
- Az elfolyó szennyvizek befogadója gyakran valamilyen felszíni élővíz → ökológiai kockázat

A szénhidrogének ökototoxicitásáról



- Az alifás szénhidrogének hidrofób jellege a szénatomszám emelkedésével növekszik →
 - Mértékét az *oktanol-víz megoszlási hányados* fejezi ki ($K_{OW} > 5$ esetében nincs kimutatható akut toxicitás)
 - Csekély vízoldhatóság → a biológiai hozzáférhetőség csökken.
 - $C_{10} <$ alkánok esetében a vízoldhatóság olyan kicsi, hogy az rövid idejű expozíciónál akadályozza a CH molekulák toxikus koncentrációban történő felvételét.
- Az aromás szénhidrogének jobban oldódnak vízben, mint az azonos C atomszámú alifások → nagyobb toxicitás (C_9 - C_{16} frakció a kerozinok, motorikus gázolajok toxicitásában meghatározó)

Hidrofób anyagok toxicitásának jellemzése

- Toxikus koncentráció helyett **toxikus terhelési szint** (Effective Loading, EL; Lethal Loading, LL) LL50, EL50, IL50
- Nemcsak a vízben oldott anyagok mennyiségére, hanem a vízzel kölcsönhatásba került **vizsgált anyag teljes mennyiségére** utal
- Az alacsony forrásponjú termékek (motorbenzin, kerozin) akut toxicitási értékei: 1-100 mg/l közé esnek (tesztorganizemtől függően)
- A dízel és gázolajok értékei kissé kedvezőbbek
- Az ökotoxikológiai tesztorganizetek közül gerinctelenek és az algák érzékenysége általában nagyobb, mint a halaké

Üzemanyag	Tesztorganizmus	Vizsgálati végpont	Minta-előkészítés	Eredmény (mg·l ⁻¹)	Referencia
Motorbenzinek	<i>Salmo gairdneri</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	diszperziós	82-119	WESTLAKE (1991)
	<i>Alosa sapidissima</i> (hal)	LL ₅₀ , 48h	diszperziós	91	TAGATZ (1961)
	<i>Nitocra spinipes</i> (a.r. rák)	EL ₅₀ , 96h	diszperziós	201	TARKPEA ÉS SVANDBERG (1982)
	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	vizes kivonat	10-18	CONCAWE (1996a)
	<i>Pimephales promelas</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	vizes kivonat	8.3	PPSC (1995a)
	<i>Daphnia magna</i> (a.r. rák)	EL ₅₀ , 48h	vizes kivonat	4,5-32	PPSC (1995b)
	<i>Mysidopsis bahia</i> (m.r. rák)	EL ₅₀ , 96h	vizes kivonat	5,9	PPSC (1995c)
	<i>Selenastrum capricornutum</i> (alga)	I _L 50, 72h	vizes kivonat	3,1-30000	CONCAWE (1996b)
Kerozinok	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	vizes kivonat	18-25	CONCAWE (1996c)
	<i>Brachydanio rerio</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	vizes kivonat	7,3	DSM KUNSTOFFEN BV (1989a)
	<i>Pimephales promelas</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	diszperziós	45	HEDTKE és PUGLISI (1982)
	<i>Daphnia magna</i> (a.r. rák)	EL ₅₀ , 48h	vizes kivonat	1,4-21	CONCAWE (1996c)
	<i>Selenastrum capricornutum</i> (alga)	I _L 50, 72h	vizes kivonat	3,7-8,3	CONCAWE (1996c)

**Keresztényi I.
(2008)**

Üzemanyag	Tesztorganizmus	Vizsgálati végpont	Minta-előkészítés	Eredmény (mg·l ⁻¹)	Referencia
Gázolajok	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	vizes kivonat	21-230	SHELL RESEARCH Ltd. (1996)
	<i>Cyprinodon variegatus</i> , <i>Menidia beryllina</i> , <i>Fundulus similis</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	diszperziós	33-125	ANDERSON et al. (1974)
	<i>Mysidopsis almyra</i> (m.r. rák)	TL _m , 48h	diszperziós	1,6	ANDERSON et al. (1974)
	<i>Daphnia magna</i> (a.r. rák)	EL ₅₀ , 48h	vizes kivonat	6,2-210	SHELL RESEARCH Ltd. (1996), FRAUNHOFER (2000)
	<i>Selenastrum capricornutum</i> (alga)	I _r L ₅₀ , 72h	vizes kivonat	>10-78	SHELL RESEARCH Ltd. (1996)
Alapolajok	<i>Lepomis macrochirus</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	diszperziós	>10 000	MOBIL (1991)
	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	diszperziós	>1 000	BARBIERI et al. (1993) BP (1991)
	<i>Brachydanio rerio</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	diszperziós	>1 000	LAKICS et al. (1999)
	<i>Scenedesmus subspicatus</i> (alga)	I _r L ₅₀ , 96h	vizes kivonat	>1 000	SHELL RESEARCH Ltd. (1994a)
	<i>Selenastrum capricornutum</i> (alga)	I _r L ₅₀ , 96h	diszperziós	1 960-4 700	LAKICS et al. (1999)
	<i>Pimephales promelas</i> (hal)	Reprodukció, letalitás	diszperziós	1 000-5 000	BARBIERI et al. (1993)
	<i>Daphnia magna</i> (a.r. rák)	Reprodukció, letalitás	vizes kivonat	1-1 000	BARBIERI et al. (1993) BP (1995a)
	<i>Azotobacter agile</i> (baktérium)	EL ₅₀ , 48h	diszperziós	>4 000	LAKICS et al. (1999)

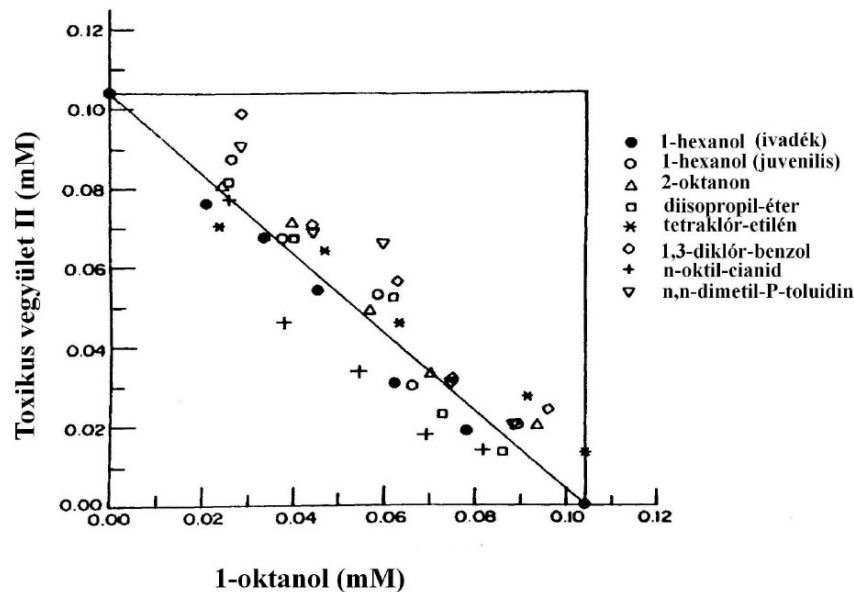
Üzemanyag	Tesztorganizmus	Vizsgálati végpont	Minta-előkészítés	Eredmény (mg·l ⁻¹)	Referencia
Fáradt olajok	<i>Jordanella floridae</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	átfolyásos, diszperzióval	74	HEDTKE és PUGLISI (1982)
	<i>Artemia salina</i> (a.r. rák)	EL ₅₀ , 48h	vizes kivonat	>22 500	MACLEAN és DOE (1989)
	<i>Thamnocephalus platyurus</i> (a.r. rák)	EL ₅₀ , 48h	vizes kivonat	>20 000	LAKICS et al. (1999)
	<i>Tetrahymena thermophila</i> (egysejtű)	EL ₅₀ , 96h	vizes kivonat	>10 000	LAKICS et al. (1999)
	<i>Selenastrum capricornutum</i> (alga)	LL ₅₀ , 96h	vizes kivonat	1 500-30 000	LAKICS et al. (1999)
	<i>Brachydanio rerio</i> (hal)	LL ₅₀ , 96h	vízen úszó olajos fázis	1,3-79,6	AGIP PETROLI (1994a)
	<i>Daphnia magna</i> (a.r. rák)	EL ₅₀ , 48h	oldószeres kivonat vízben	2,3-2,5	AGIP PETROLI (1994b)

Ökotoxicitási sorrend:

*motorbenzin, kerozin > dízel,
gázolaj > fűtőolajok >
kenőanyagok*

A fáradt olajok ökotoxicitása jóval nagyobb lehet (tartalmazza a

Eredő ökototoxicitás



**Eredő ökototoxicitás halakon (*Pimephales promelas*)
oktanol, illetve hozzá adagolt toxikus vegyületek
esetében**

Heterogén
összetételű olajipari
termékeknél az
egyik, ismert
komponenshez
adagolt további
vegyületek által
módosított
ökototoxicitást
értékelik →
- termékfejlesztés
- ellenőrzés

Köszönöm a figyelmet 😊

