

Mennyiségi kockázatfelmérési példa I.

Egyszerű egészségkockázat felmérési példa

Összefoglalás:

Humán hatásviselők közvetlen benzol és toluol expozíciónak vannak kitéve

Többféle expozíciós szituáció

Feladat:

A kitettség (expozíció) és a kockázat mértékének meghatározása ismert koncentrációk mellett

A megengedhető koncentrációk kiszámítása adott kockázati szint mellett



I/1. feladat



A vízfogyasztásából eredő **kitettség** (bevitel) mértékének felmérése

- Egy felnőtt 0,05 mg/l benzol és 0,5 mg/l toluol tartalmú vizet fogyaszt 30 éven keresztül. Határozzuk meg az átlagos napi bevitel mértékét mindkét kockázatos anyagra a megfelelő expozíciós paraméterek és egyenletek felhasználásával.
- A benzol daganatképző hatású, míg a toluol nem
- Használjunk RME (konzervatív) expozíciós paramétereket

$$\text{Bevitel} = \frac{C_w (\text{mg} / \text{l}) * IR (\text{l} / \text{nap}) * EF (\text{nap} / \text{év}) * ED (\text{év})}{BW (\text{kg}) * AT (\text{év} * \text{nap} / \text{év})}$$

$$\text{Benzol} = \frac{0,05 \text{mg} / \text{l} * 2,0 \text{l} / \text{nap} * 350 \text{nap} / \text{év} * 30 \text{év}}{70 \text{kg} * 70 \text{év} * 365 \text{nap} / \text{év}} = 5,87 * 10^{-4} \text{mg} / \text{kg} * \text{nap}$$

$$\text{Toluol} = \frac{0,5 \text{mg} / \text{l} * 2,0 \text{l} / \text{nap} * 350 \text{nap} / \text{év} * 30 \text{év}}{70 \text{kg} * 30 \text{év} * 365 \text{nap} / \text{év}} = 1,37 * 10^{-2} \text{mg} / \text{kg} * \text{nap}$$

IR = a bevitel mértéke

EF = az expozíció gyakorisága

ED = az expozíció hossza, időtartama

BW = testtömeg

AT = átlagolási idő

Cw = koncentráció a vízben



I/2. feladat



A szennyezőanyag gőzök belégzéséből eredő **kitettség** (bevétel) mértékének felmérése

- Egy felnőtt 0,01 mg/m³ benzol és 1,0 mg/m³ toluol tartalmú levegőt lélegez be szabadterben 30 éven keresztül. Határozzuk meg az átlagos napi bevétel mértékét mindkét kockázatos anyagra a megfelelő expozíciós paraméterek és egyenletek felhasználásával.
- A benzol daganatképző hatású, míg a toluol nem
- Használjunk RME lakossági expozíciós paramétereket

IR = a bevétel mértéke

EF = az expozíció gyakorisága

ED = az expozíció hossza, időtartama

BW = testtömeg

AT = átlagolási idő

C_A = koncentráció a levegőben

$$\text{Bevétel} = \frac{C_A (\text{mg} / \text{m}^3) * IR (\text{m}^3 / \text{nap}) * EF (\text{nap} / \text{év}) * ED (\text{év})}{BW (\text{kg}) * AT (\text{év} * \text{nap} / \text{év})}$$

$$\text{Benzol} = \frac{0,01 \text{mg} / \text{m}^3 * 20 \text{m}^3 / \text{nap} * 350 \text{nap} / \text{év} * 30 \text{év}}{70 \text{kg} * 70 \text{év} * 365 \text{nap} / \text{év}} = 1,17 * 10^{-3} \text{mg} / \text{kg} * \text{nap}$$

$$\text{Toluol} = \frac{1,0 \text{mg} / \text{m}^3 * 20 \text{m}^3 / \text{nap} * 350 \text{nap} / \text{év} * 30 \text{év}}{70 \text{kg} * 30 \text{év} * 365 \text{nap} / \text{év}} = 0,27 \text{mg} / \text{kg} * \text{nap}$$



I/3. feladat

Szennyezett talaj lenyeléséből eredő **kitettség** (bevétel) mértékének felmérése

- Egy gyerek 1 mg/kg benzol és 10 mg/kg toluol tartalmú talajt nyel le. Határozzuk meg az átlagos napi bevétel (dózis) mértékét mindkét kockázatos anyagra a megfelelő expozíciós paraméterek és egyenletek felhasználásával.
- A benzol daganatképző hatású, míg a toluol nem
- Használjunk RME (konzervatív) lakossági expozíciós paramétereket

IR = a bevétel mértéke

EF = az expozíció gyakorisága

ED = az expozíció időtartama

BW = testtömeg

AT = átlagolási idő

Cs = koncentráció a talajban

CF = mértékegység váltószám

$$\text{Bevétel} = \frac{C_s (\text{mg} / \text{kg}) * \text{IR} (\text{mg} / \text{nap}) * \text{CF} (10^{-6} \text{ kg} / \text{mg}) * \text{EF} (\text{nap} / \text{év}) * \text{ED} (\text{év})}{\text{BW} (\text{kg}) * \text{AT} (\text{év} * \text{nap} / \text{év})}$$

$$\text{Benzol} = \frac{1,0 \text{ mg} / \text{kg} * 200 \text{ mg} / \text{nap} * 10^{-6} \text{ kg} / \text{mg} * 350 \text{ nap} / \text{év} * 6 \text{ év}}{15 \text{ kg} * 70 \text{ év} * 365 \text{ nap} / \text{év}} = 1,1 * 10^{-6} \text{ mg} / \text{kg} * \text{nap}$$

$$\text{Toluol} = \frac{10 \text{ mg} / \text{kg} * 200 \text{ mg} / \text{nap} * 10^{-6} \text{ kg} / \text{mg} * 350 \text{ nap} / \text{év} * 6 \text{ év}}{15 \text{ kg} * 70 \text{ év} * 365 \text{ nap} / \text{év}} = 1,3 * 10^{-4} \text{ mg} / \text{kg} * \text{nap}$$



I/4. feladat



Az I/1, 2 és 3. feladatban meghatározott dózissal számítsuk ki a **daganatkockázat** mértékét benzolra az alábbi hatásviselők és expozíciós szituációk esetén:

- Felnőtt, vízfogyasztás
- Gyerek, a szennyezett talaj lenyelése
- Felnőtt, a szennyezőanyag gőzök belégzése szabadterben
- A benzol orális és inhalációs meredekségi tényezője, $SF=0,029 \text{ (mg/kg- nap)}^{-1}$

Daganatkockázat = Bevitel x Toxicitás

Bevitel = (mg/kg- nap)

Toxicitás = Orális vagy Inhalációs SF $(\text{mg/kg- nap})^{-1}$

1., Felnőtt vízfogyasztás, benzol

$$\text{Daganatkockázat} = 5,87 \times 10^{-4} \text{ mg/kg- nap} \times 0,029 \text{ (mg/kg- nap)}^{-1} = 2 \times 10^{-5}$$

2., Gyerek lenyeli a szennyezett talajt, benzol

$$\text{Daganatkockázat} = 1,1 \times 10^{-6} \text{ mg/kg- nap} \times 0,029 \text{ (mg/kg- nap)}^{-1} = 3 \times 10^{-8}$$

3., Felnőtt belélegzi a szennyezőanyag gőzöket szabadterben, benzol

$$\text{Daganatkockázat} = 1,17 \times 10^{-3} \text{ mg/kg- nap} \times 0,029 \text{ (mg/kg- nap)}^{-1} = 3 \times 10^{-5}$$



I/5. feladat



Az I/1, 2 és 3. feladatban meghatározott dózissal számítsuk ki a **kockázati hányados** mértékét toluolra az alábbi hatásviselők és expozíciós situációk esetén:

- Felnőtt, vízfogyasztás
- Gyerek, a szennyezett talaj lenyelése
- Felnőtt, a szennyezőanyag gőzök belégzése szabadterben
- A toluol orális referencia dózisa = 0,2 mg/kg-nap
- A toluol inhalációs referencia dózisa = 0,114 mg/kg-nap

HQ = Bevitel / Toxicitás

Bevitel = (mg/kg-nap)

Toxicitás = Orális vagy Inhalációs RfD (mg/kg-nap)

1., Felnőtt vízfogyasztás, toluol

$$\text{HQ} = 1,37 \times 10^{-2} \text{ mg/kg-nap} / 0,2 \text{ mg/kg-nap} = 0,07$$

2., Gyerek lenyeli a szennyezett talajt, toluol

$$\text{HQ} = 1,3 \times 10^{-4} \text{ mg/kg-nap} / 0,2 \text{ mg/kg-nap} = 0,00065$$

3., Felnőtt belégzi a szennyezőanyag gőzöket szabadterben, toluol

$$\text{HQ} = 0,27 \text{ mg/kg-nap} / 0,014 \text{ mg/kg-nap} = 2,4$$



I/6. feladat



Határozzuk meg a talajvízben megengedhető benzol koncentrációját (RBSL)

- Expozíciós útvonal: A talajvíz fogyasztása
- Hatásviselő: Felnőtt lakossági
- Expozíció: RME
- Megengedhető daganatkockázat:
CR=1 x 10⁻⁵

$$\begin{aligned}RBSL(mg/l) &= \frac{CR * BW(kg) * AT(év * nap / év)}{IR(l / nap) * EF(nap / év) * ED(év) * SF(mg / kg * nap)^{-1}} = \\ &= \frac{1 * 10^{-5} * 70kg * 70év * 365nap / év}{2,0l / nap * 350nap / év * 30év * 0,029(mg / kg * nap)^{-1}} = \\ &= 0,029mg / l(ppm) = \\ &= 29\mu g / l(ppb)\end{aligned}$$

Határozzuk meg a talajvízben megengedhető toluol koncentrációját (RBSL)

- Expozíciós útvonal: A talajvíz fogyasztása
- Hatásviselő: Felnőtt lakossági
- Expozíció: RME
- Megengedhető kockázati hányados:HQ=1

$$\begin{aligned}RBSL(mg/l) &= \frac{HQ * RfD(mg / kg * nap) * BW(kg) * AT(év * nap / év)}{IR(l / nap) * EF(nap / év) * ED(év)} = \\ &= \frac{1 * 0,2mg / kg * nap * 70kg * 30év * 365nap / év}{2,0l / nap * 350nap / év * 30év} = \\ &= 7,3mg / l(ppm) = \\ &= 7300\mu g / l(ppb)\end{aligned}$$

Mennyiségi kockázatelemzési példa II.

Környezeti kockázat elemzése

Összefoglalás:

Szénhidrogén termék került a felszín alatti környezetbe lakott területtől távol

Több éve monitorozott ismert összetételű szennyeződés

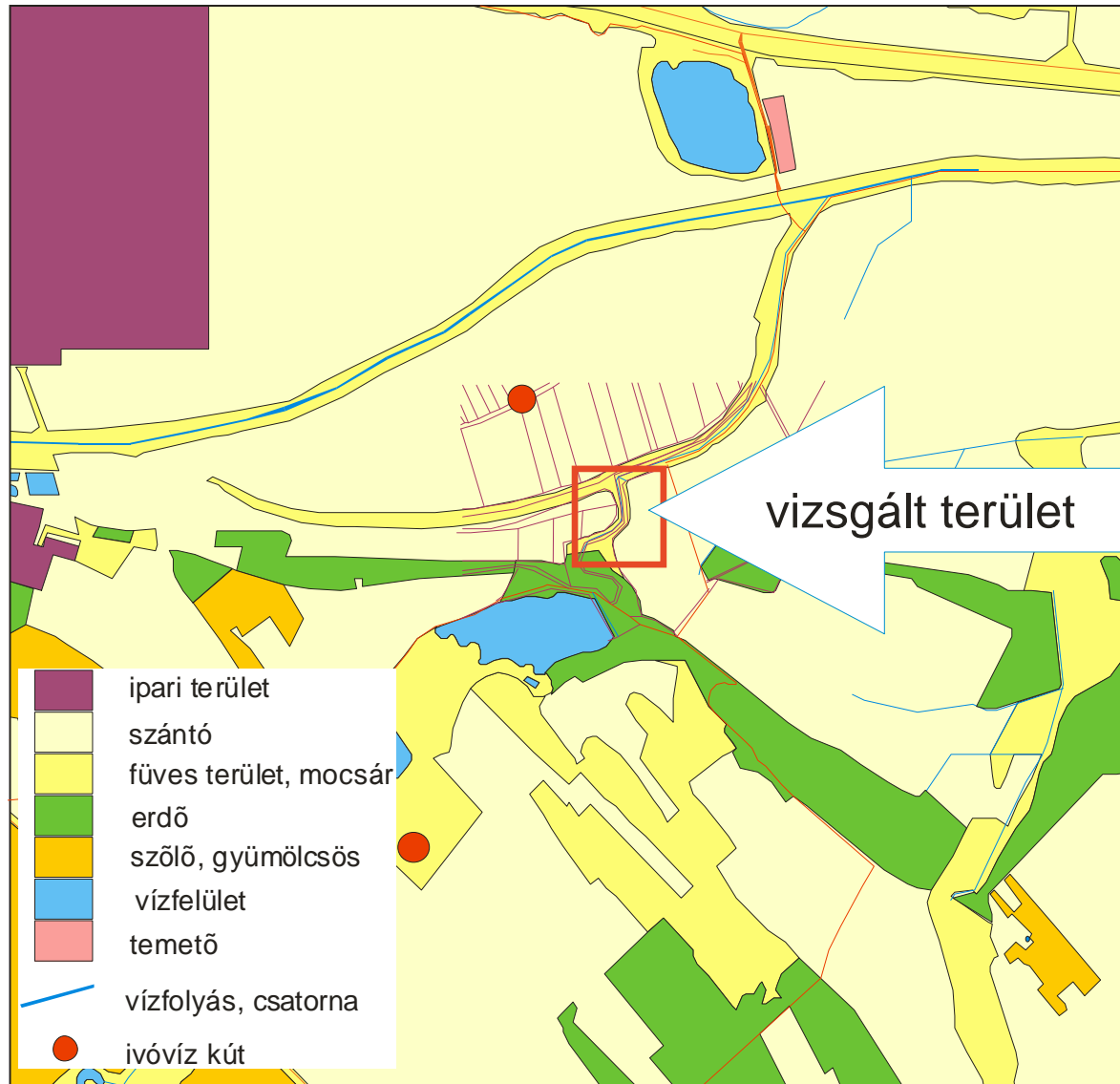
Időszakos vízfolyás a szennyezett terület közvetlen közelében

Feladat:

Az akut ökológiai kockázatok becslése



II/1. A terület elhelyezkedése, története, területhasználat

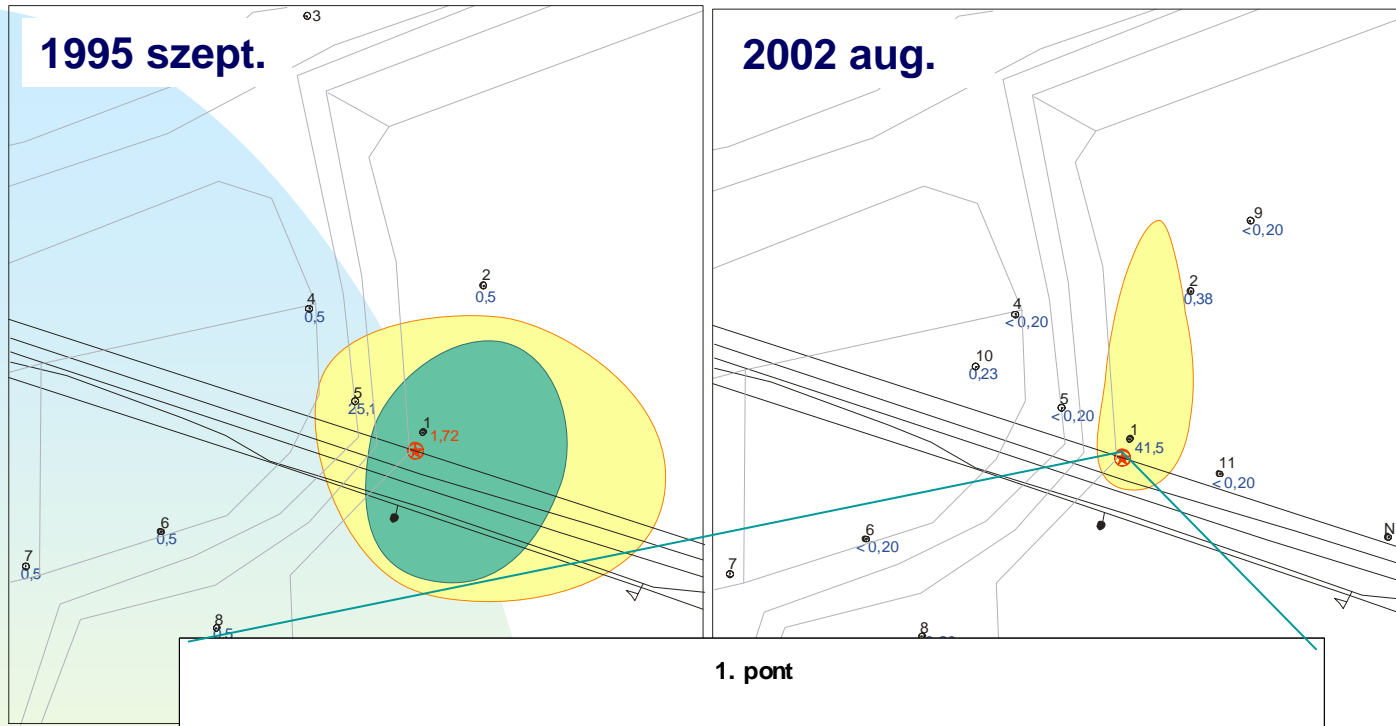


A szennyezettség

- lakott területtől távol,
- mezőgazdasági művelésű tábla szélén,
- egy időszakos vízfolyású patak közvetlen közelében történt.

vizsgált terület

II/2. Monitoring vizsgálati eredmények



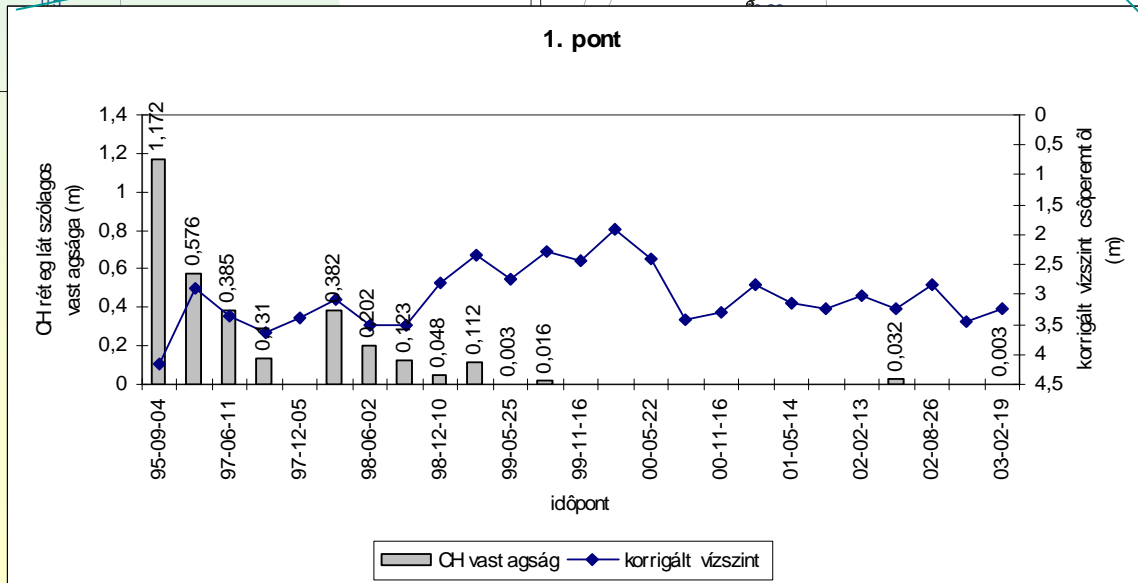
Jelmagyarázat

- sérülés helye
- monitoring kút
- 0,576 önálló fázisú szénhidrogén látszólagos vastagsága
- önálló fázisú szénhidrogén elterjedése
- 9,78 talajvízben oldott TPH koncentrációja (mg/l)
- szennyezett talajvíz elterjedése (TPH > 1 mg/l)

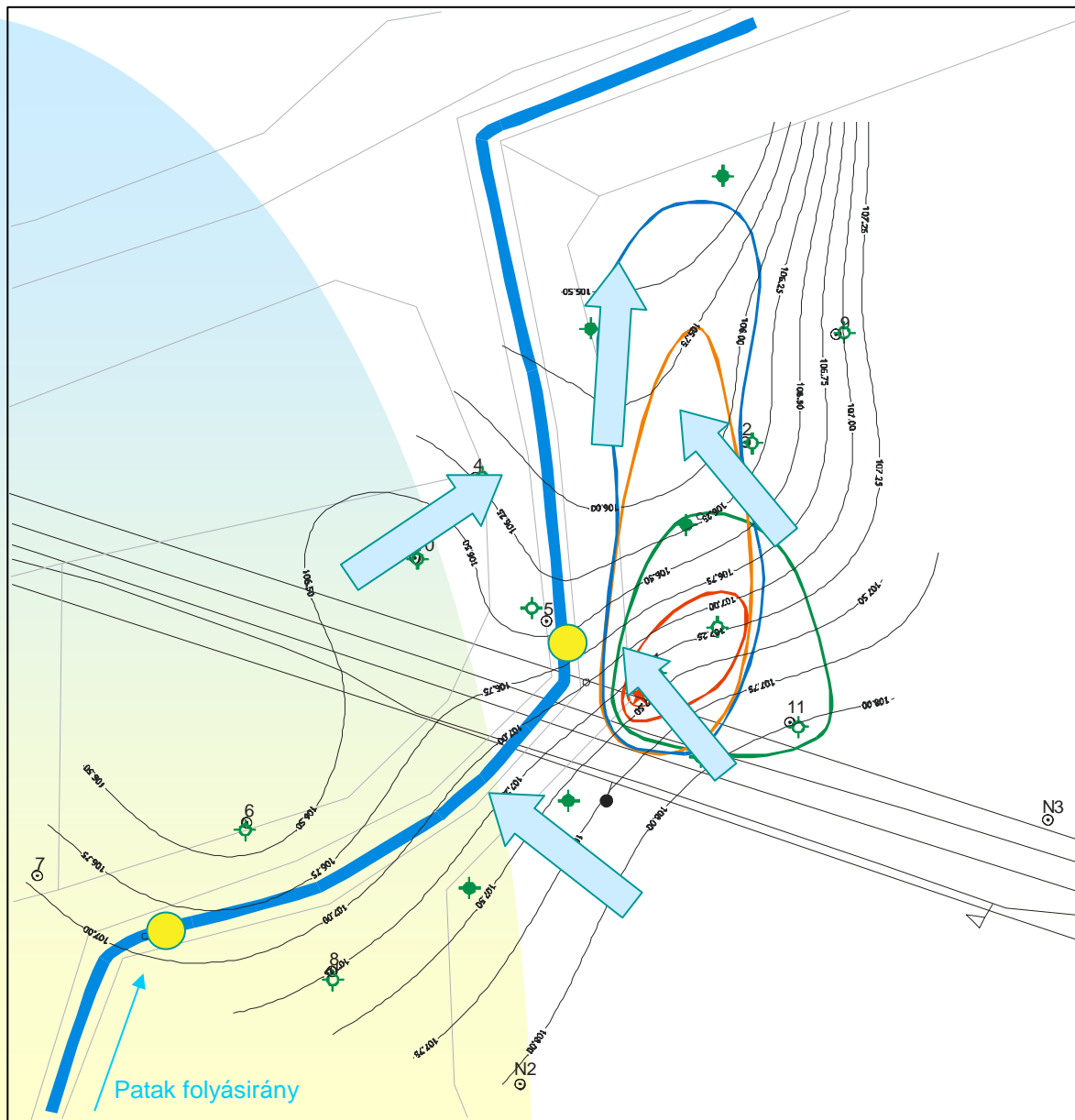
M = 1 : 2000

A területen számos talajvíz monitoring kút negyedéves vízkémiai vizsgálata állt rendelkezésre.



A monitoring vizsgálatok folyamatosan csökkenő mértékű és elterjedési területű felszín alatti szennyezettséget mutattak.



II/3. Állapotfelmérés 2003-ban



Jelmagyarázat

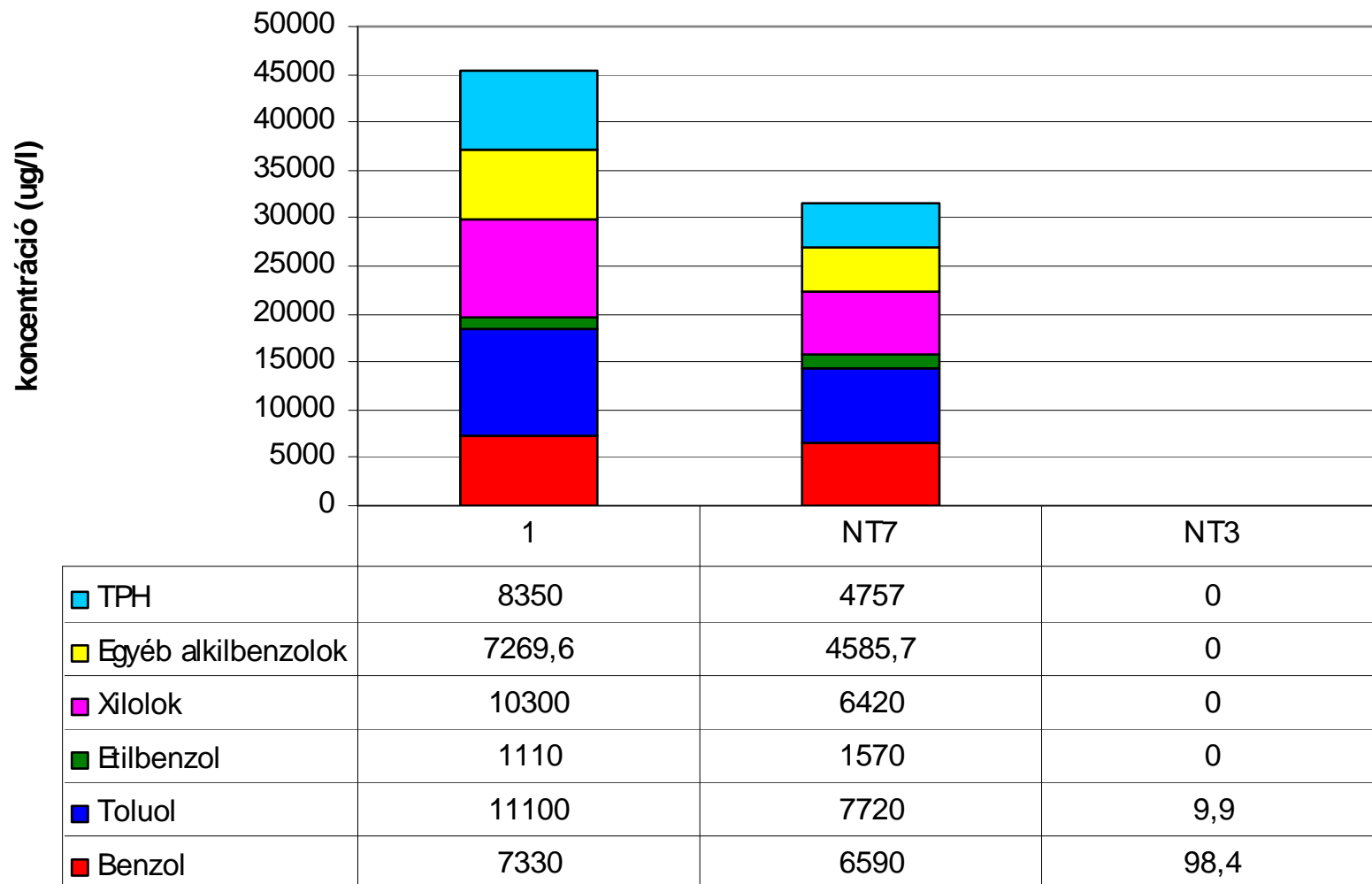
-  sérülés helye
-  monitoring kút
-  talaj- és talajvíz mintavételi furat
-  TPH és BTEX "B" fölé a talajban
-  TPH és BTEX "C2" fölé a talajban
-  BTEX "C2" fölé a talajvízben
-  TPH "C2" fölé a talajvízben

- Új fúrasi és mintavételi pontok kijelölése a korábbi vizsgálati eredmények alapján
- Folyadékszint mérések, a felszín alatti és felszíni víz kapcsolatának vizsgálata
- Kémiai analitikai program, talaj-, talajvíz- és felszíni víz mintavétel (EPH, VPH, PAH)
- A szennyezettség elterjedési területének és összetételének bemutatása

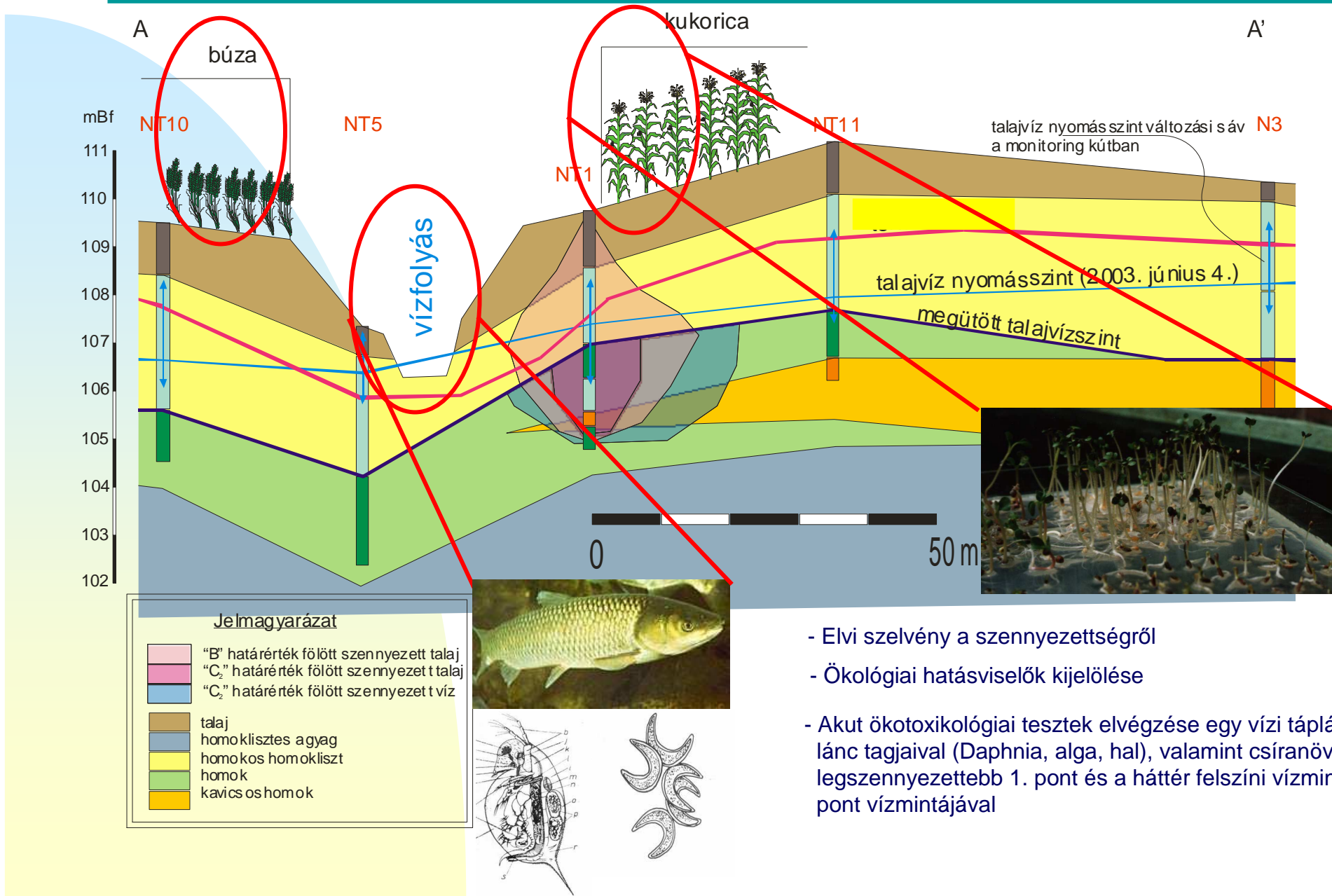
II/4. Az oldott szénhidrogén szennyezettség a csóva középvonala mentén



Talajvízben oldott szénhidrogének (2003)



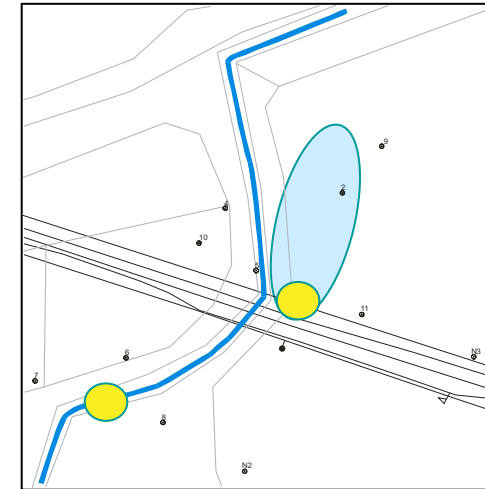
II/5. Elméleti kockázati modell ökológiai hatásviselőkre



II/6a. A hatás vizsgálata, akut ökotoxikológiai tesztek

Háttér patakvízminta ökotoxikológia vizsgálata:

Daphnia teszt	0 pusztulás%	MSZ EN ISO 6341 :1998
Daphnia teszt10x	0 pusztulás%	MSZ EN ISO 6341 : 1998
Daphnia teszt100x	0 pusztulás	
Statikus hal teszt	0 pusztulási	MSZ EN ISO 7346-2 : 2000
Hal teszt10x	0 pusztulás%	MSZ EN ISO 7346-2 : 2000
Hal teszt100x	0 pusztulási	MSZ EN ISO 7346-2 : 2000
Alga teszt	6 gátlási %	MSZ EN 28692 : 1998
Alga teszt10x	0 gátlás	MSZ EN 28692 : 1998
Alga teszt100x	0 gátlási %	MSZ EN 28692 : 1998
Csíránövény teszt	1 gátlás	MSZ 22902-4:1991
Csíránövény teszt10x	0 gátlási %	MSZ 22902-4 : 1991
Csíránövény teszt100x	0 gátlási %	MSZ 22902-4 : 1991

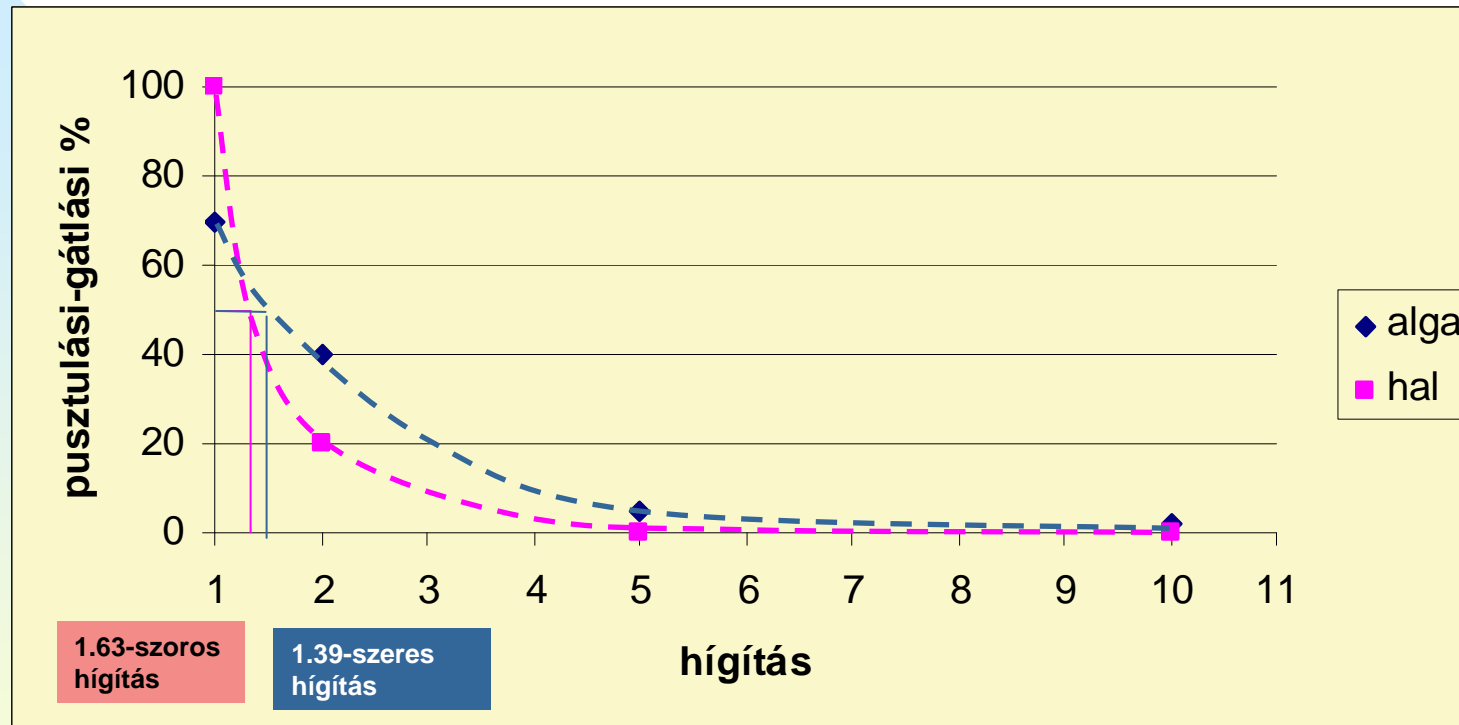


Az 1. sz. monitoring kútból vett talajvízminta ökotoxikológia vizsgálata:

Daphnia teszt	0 pusztulási	MSZ EN ISO 6341 :1998
Daphnia teszt10x	0 pusztulási	MSZ EN ISO 6341 :1998
Daphnia teszt100x	0 pusztulási	MSZ EN ISO 6341 : 1998
Alga teszt	70 gátlási%	MSZ EN 28692 : 1998
Alga-teszt 2x	40 gátlási%	MSZ EN 28692 : 1998
Alga-teszt 5x	5 gátlási%	MSZ EN 28692 : 1998
Alga teszt10x	2 gátlási%	MSZ EN 28692 : 1998
Alga teszt100x	0 gátlási%	MSZ EN 28692 : 1998
Hal teszt	100 pusztulási	MSZ EN ISO 7346-2 : 2000
Hal-teszt 2x	20 pusztulási	MSZ EN ISO 7346-2 : 2000
Hal-teszt 5x	0 pusztulási	MSZ EN ISO 7346-2 : 2000
Hal teszt10x	0 pusztulási	MSZ EN 28692 : 1998
Hal teszt100x	0 pusztulási	MSZ EN 28692 : 1998
Csíránövény teszt	2 gátlási%	MSZ 22902-4: 1991
Csíránövény teszt10x	0 gátlási%	MSZ 22902-4 : 1991
Csíránövény teszt100x	0 gátlási%	MSZ 22902-4 : 1991

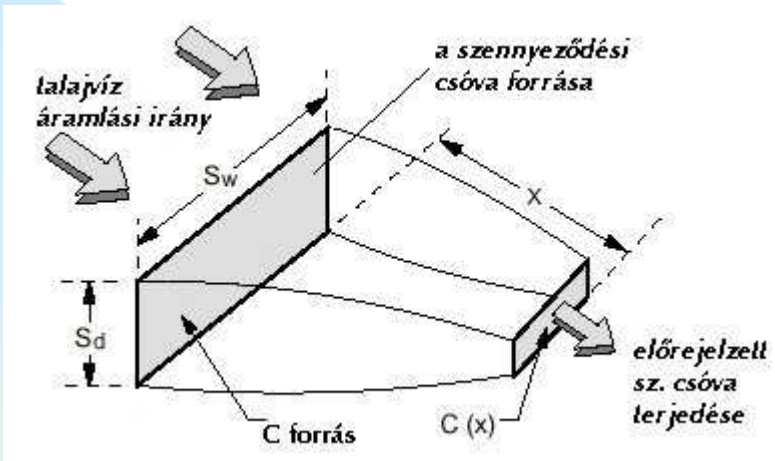
LC50 = 61,5% (hal-teszt esetében) és EC50 = 72,0% (alga-teszt esetében). **Daphnia és Sinapis alba szervezetekre nem gyakorol toxikus hatást.**

II/6b. A kritikus hígítás meghatározása



A laboratóriumi ökotoxikológiai vizsgálatok alapján a kritikus hígítás értéke 1,63 a halakra gyakorolt toxikus hatás miatt. Vagyis ökotoxikológiai szempontból az 1. kútban mért szennyezőanyagok koncentrációja 1,63-szoros hígításban már nem okoz pusztulást.

II/7a. A környezeti koncentráció meghatározása; az oldalirányú terjedés miatti hígulás

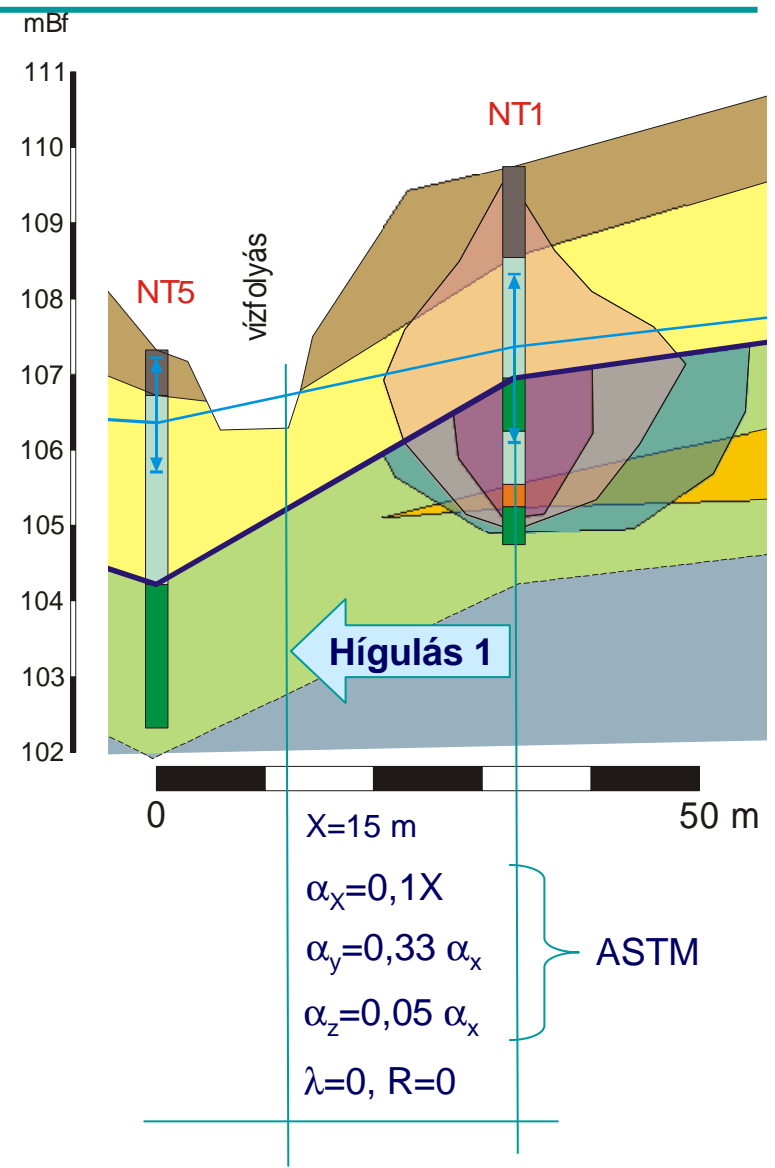


$$\frac{C(x,0,0,\infty)}{C(0,0,0,0)} = \exp\left(\frac{x}{2\alpha_x} \left[1 - \left\{1 + \frac{4\lambda\alpha_x}{v_c}\right\}^{1/2}\right]\right) \operatorname{erf}\left(\frac{S_w}{4(\alpha_y x)^{1/2}}\right) \operatorname{erf}\left(\frac{S_d}{4(\alpha_z x)^{1/2}}\right)$$

C/C0=DAF=2,02

=1, mert a biodegradáció mértékét ($\lambda = 0$) elhanyagolhatónak tekintettük

A transzport oldalon először az oldalirányú hígulás (szorpció és biodegradáció nélkül) miatti koncentrációcsökkenés azaz „hígulás” mértékét határoztuk meg.



x = távolság a forrás és a hatásviselő között, S_w, S_d = az oldott csóva szélessége, vastagsága a forrásban, $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z = x,y,z$ irányú diszperzivitás, DAF = a terjedési útvonalon számított hígulási koncentrációcsökkenési faktor, λ = biodegradációs állandó, felezési idő, R = retardációs faktor (megkötődés), V_c = a szennyezőanyag terjedési sebessége

II/7b. A környezeti koncentráció meghatározása; a felszíni vízzel történő keveredés miatt kialakuló hígulás

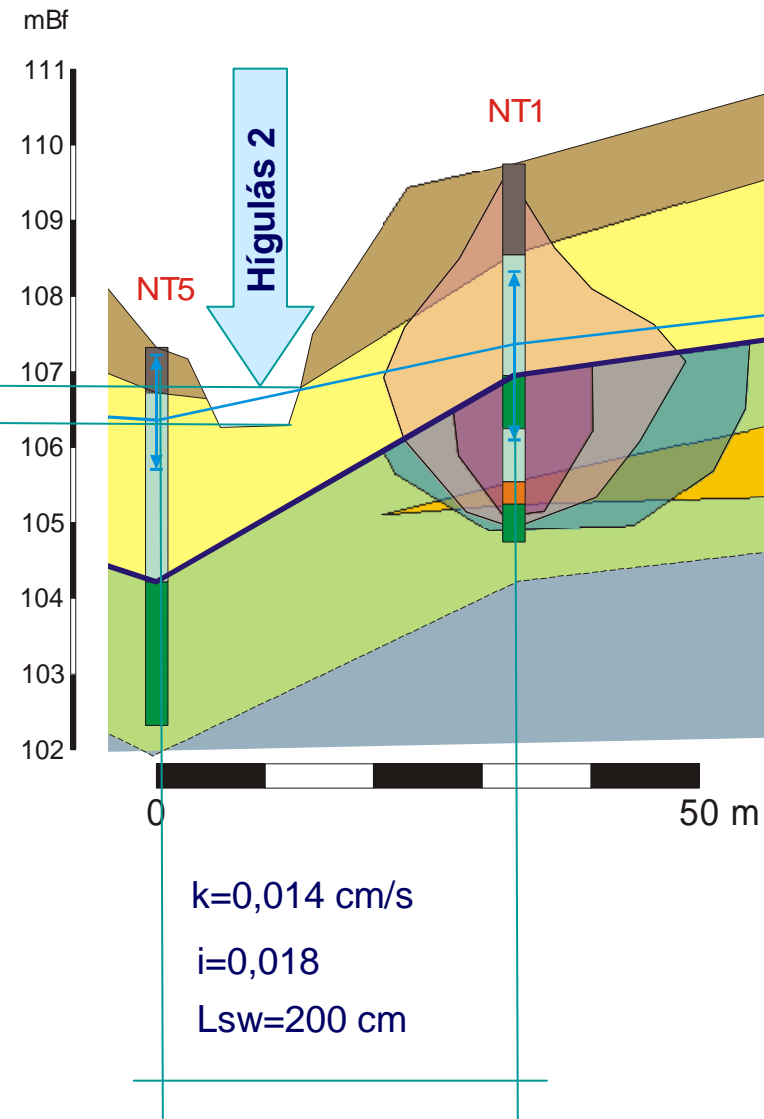


$$DF_{SW} = \frac{Q_{di}}{Q_{SW}} = \frac{k * i * d_{mix} * L_{SW}}{Q_{SW}} \quad =DF_{sw}=3,3$$

$Q_{sw}=1$ liter/perc

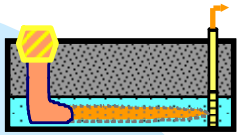
$D_{mix}=100$ cm

A transzport oldalon másodsorban a szennyezőanyagok felszíni vízzel történő keveredése miatti (kis vízhozam mellett) „hígulás” mértékét határoztuk meg.



k = a patakmeder falának szivárgási tényezője, i = horizontális hidraulikus gradiens, L_{sw} = az a patakmeder hossz amelyen a szennyezőanyag csóva a felszíni vízbe bejuthat, D_{mix} = a talajvíz-felszíni víz keveredési zónája, Q_{sw} = a patak vízhozama, DF_{sw} = talajvíz-felszíni víz hígulási faktor

II/8. A kockázatok értékelése, következtetés



PEC-oldal, azaz a környezeti koncentráció

Hígulások:
DAF, DF_{sw}

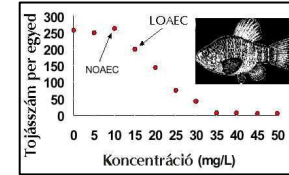
$$\text{Hígulási faktor} = 2,02 \cdot 3,3 = 6,67$$

PNEC-oldal, azaz a károsan még nem ható koncentráció

Ökotoxikológiai tesztek
Hal, alga, Daphnia, csíranövény

$$\text{Kritikus hígítás} = 1,63 \text{ (hal)}$$

PEC < PNEC;



A kimutatott kevert vegyi anyagok nem okozhatnak akut ökológiai kockázatot a vizsgált vízi élőhelyre és a természetben használnó növényekre nézve, mert még konzervatív modellezés használata mellett sem mutatható ki a megengedhetőnél nagyobb mértékű kockázat.

Mennyiségi kockázatelemzési példa III. Egészségkockázat elemzés

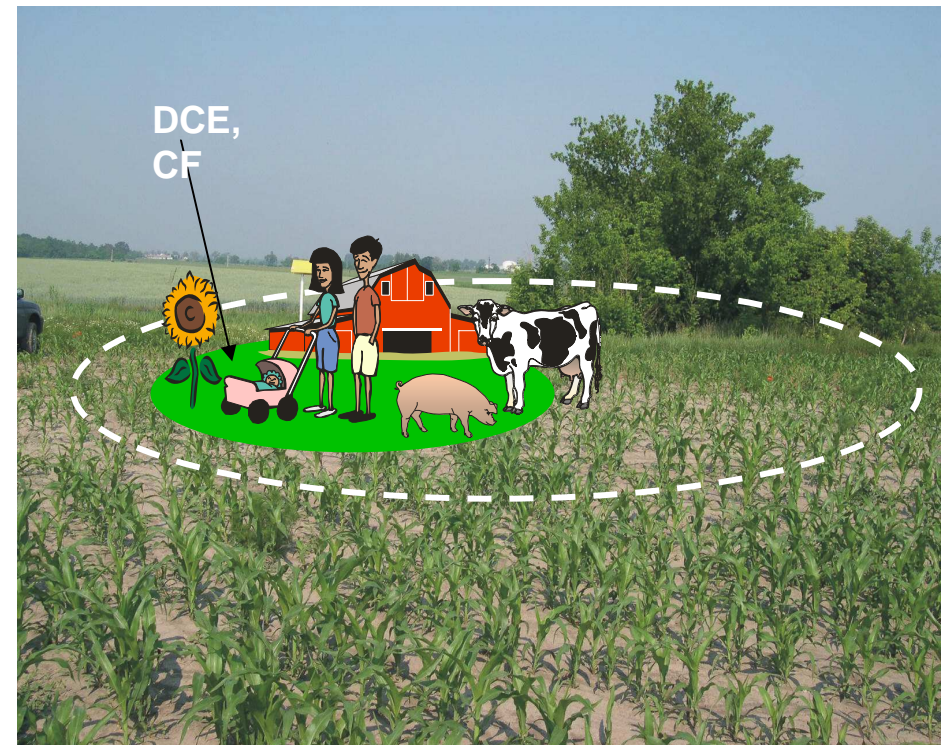
Összefoglalás:

- Felszín alatti víz diklór-etilénnel és kloroformmal szennyezett
- Humán hatásviselők közvetlenül a szennyezőforrás területén
- Többféle releváns expozíciós kapu (lenyelés, belégzés, ivó-, itató- és öntözővíz használat)

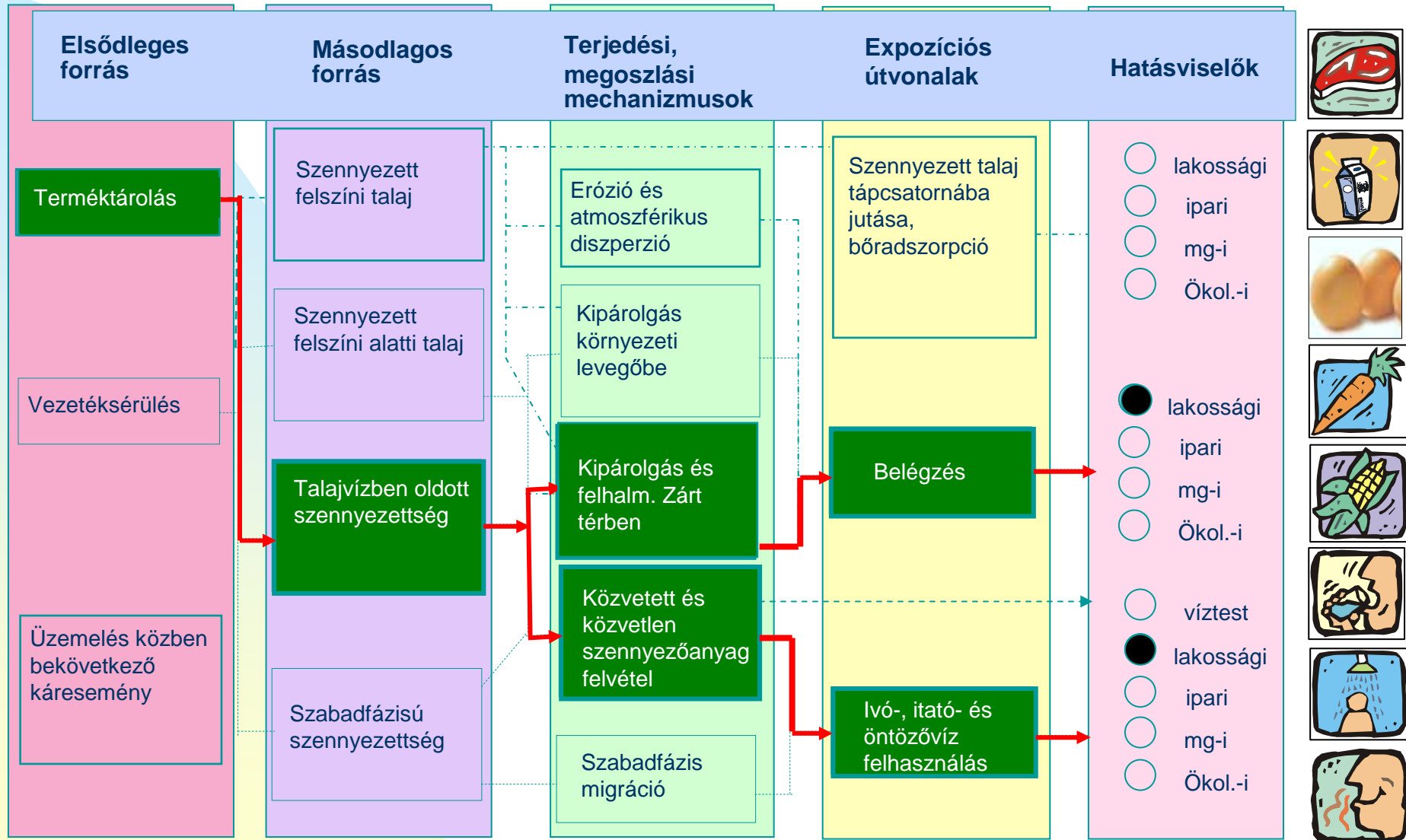
Feladat:

D kármentesítési szennyezettségi határérték képzése "egyszerű" expozíció becsléssel

- első körben konzervatív megközelítést használva
- második körben területspecifikus értékeket használva
- a kapott értékek összevetése a B értékekkel



III/1. Kockázati modell, releváns expozíciós szituációk



III/2. A kockázatos anyagok fizikai-kémiai-toxikológiai alapadatainak begyűjtése ismert adatbázisokból



Kockázatos anyag	CAS #	Fizikai-Kémiai paraméterek																				
		Moláris tömeg (MW) (g/mol)	ref	Henry Konstans (H') (-)	ref	Diffúziósebesség levegőben (Da) (cm ² /s)	ref	Diffúziósebesség vízben (Dw) (cm ² /s)	ref	Talaj szerves szén - víz megoszlási hányados (Koc) (l/kg)	ref	Talaj-víz megoszlási hányados (Kd) (l/kg)	ref	Oktanol /Víz megoszlási hányados Kow (l/kg)	ref	Tej transzfer koefficiens BCFmi (nap/l)	ref	Hús transzfer koefficiens BCFme (day/kg)	ref	Abszorpció faktor: Orális-Víz AAFo (-)	ref	Abszorpció faktor: Dermalis-Víz AAFd (-)
1,2-diklór-etilén (cisz)	156-59-2	9,7E+01	1	1,7E-01	1	7,4E-02	1	1,1E-05	1	3,6E+01	1	-	159,40	3	use Kow	-	use Kow	-	1	4	1	4
Kloroform	67-66-3	1,2E+02	1	1,5E-01	1	1,0E-01	1	1,0E-05	1	4,0E+01	1	-	91,20	3	use Kow	-	use Kow	-	1	4	1	4

Kockázatos anyag	CAS #	Toxicitási faktorok											
		Daganatképző potenciál, Orális (SFo) (mg/kg-nap)-1	ref	Referencia dózis, Orális (RfDo) (mg/kg-nap)	ref	Daganatképző potenciál, Inhalációs (SFI) (mg/kg-nap)-1	ref	Referencia dózis, Inhalációs (RfDi) (mg/kg-nap)	ref	Daganatképző potenciál, Dermalis (SFd) (mg/kg-nap)-1	ref	Referencia dózis, Dermalis (RfDd) (mg/kg-nap)	ref
1,2-diklór-etilén (cisz)	156-59-2	-	-	1,0E-02	1h	-	-	1,0E-02	1r	-	-	1,0E-02	9
Kloroform	67-66-3	3,1E-02	1	1,0E-02	1i	-	-	8,6E-04	1n	3,1E-02	10	1,0E-02	9

- (1) Oct. 2004 version USEPA Region 9 PRG Table Key : i=IRIS p=PPRTV c=California EPA n=NCEA h=HEAST x=Withdrawn r=Route-extrapolation
- (2) Based on Infant 10 mg/l NOAEL value, Integrated Risk Information System (IRIS) <http://www.epa.gov/IRIS/subst/0076.htm>
- (3) RAIS (Risk Assessment Information System), Oak Ridge National Laboratories (ORNL), <http://risk.lsd.ornl.gov/cgi-bin/tox/> and Montgomery, Groundwater Chemicals Desk Reference, 2nd Edition, CRC Publishers, 1996.
- (4) Assumed to be 100%
USEPA Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment) Interim, Sept 2001, Appendix B-2
- (5) Exhibit B-2
RiscWorkBench v4.0. database
- (6) SADA (Spatial Analysis and Decision Assistance) v3.0.database:<http://www.tiem.utk.edu/~sada/>
Parameters taken from the United States Environmental Protection Agency's (EPA's) Integrated Risk Information System (IRIS), the Health Effects Assessment Summary Tables (HEAST), and other information sources.
- (7) Buchter, B. et al., 1989: Correlation of Groundwater Kd and N retention Parameters with Soils and Elements, Soil Science, 148, 370-379.
- (8) Groundwater Services, Inc. Chemical Properties Database: <http://www.gsi-net.com/useful%20tools/ChemPropDatabaseHome.asp>
- (9) equal with RfDo according to RiscWorkBench v4.0. manual
- (10) equal with SFo according to RiscWorkBench v4.0. manual

III/3. A kitettség, azaz az expozíció mértékének becslésére szolgáló általános összefüggés



PEC

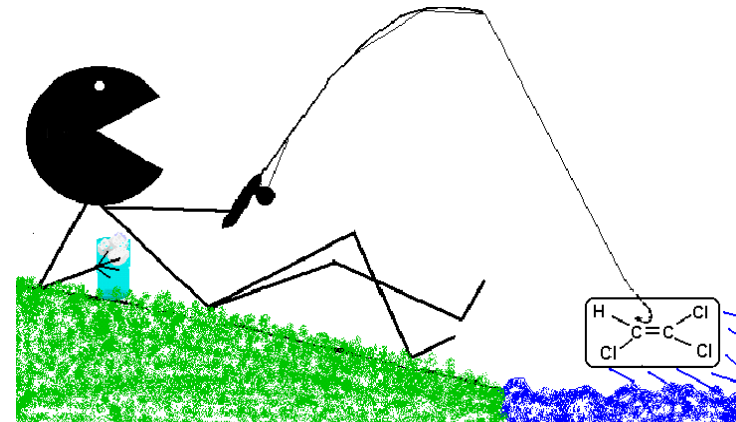
Átlagos napi bevitel [mg/kgxnap]:

Expozíciós faktorok

$$\text{ÁND} = C / \text{NAF} * (\text{IR} * \text{EF} * \text{ED}) / (\text{BW} * \text{AT})$$

- **C**: max. szennyezőanyag koncentráció a forrásban [mg/kg, mg/l]
- **PEC**: a szennyezőanyag koncentrációja az expozíció helyén [mg/kg, mg/l]
- **NAF**: természetes hígulási-koncentrációcsökkenési faktor az expozíció helyéig-kapujáig terjedési útvonalon (hígulás, lebomlás..)
- **IR**: lenyelt környezeti közeg, élelmiszer mennyiség [l/nap, kg/nap, m³/óra]
- **EF**: az expozíció gyakorisága [nap/év]
- **ED**: az expozíció időtartama [év]
- **BW**: a hatásviselő testtömege [kg]
- **AT**: átlagos expozíciós időtartam toxikus és rákkeltő anyagokra [év]

Jelen esetben C = PEC, mert a hatásviselők a szennyezőforrás területén tartózkodnak!!



III/4. Az elképzelhető legnagyobb expozíciót (RME=Reasonable Maximum Exposure) leíró expozíciós paraméterek megadása



	Egység	Felnőtt-RME		r e f	Gyerek-RME		r e f
		Nem-rákkeltő	Rákkeltő		Nem-rákkeltő	Rákkeltő	
Expozíciós Paraméterek							
EF=az expozíció gyakorisága	nap/év	350	350	1	350	350	1
EFidi=locsolás közbeni expozíciók gyakorisága	nap/év	150	150	1	150	150	1
ED=az expozíció időtartama	év	-	30	1	-	6	1
ETir=a locsolóvíz használat ideje közvetlen lenyelésre vonatkozóan	hr/nap	2	2	1	2	2	1
ETinh=ETder=a locsolóvíz használat ideje belégzés és bőrkontaktus vonatkozásában	óra/nap	2	2	1	2	2	1
ETin=expozíciós idő zárt térben	óra/nap	24	24	1	24	24	1
LT=élethossz	év	-	70	1	-	70	1
BW=testtömeg	kg	70	70	1	15	15	1
FI=a szennyezett tej és hús részaránya a teljes bevitt mennyiségből	-	1	1	2	1	1	2
Fle=a szennyezett tojás részaránya a teljes bevitt mennyiségből	-	1	1	2	1	1	2
Flv=a szennyezett vízzel locsolt zöldségek részaránya a teljes mennyiségből	-	0,25	0,25	1	0,25	0,25	1
IR=talajvíz fogyasztás	l/nap	2	2	1	1	1	1
IRir=locsolóvíz lenyelés	ml/hr	50	50	1	50	50	1
InhRo=óránként belélegzett levegő mennyisége szabadtérben	m ³ /hr	0,83	0,83	1	0,83	0,83	1
IRin=óránként belélegzett levegő mennyisége zárttérben	m ³ /hr	0,83	0,83	1	0,83	0,83	1
IRcmeat=napi sertéshús fogyasztás	kg/nap	0,08	0,08	4	0,039	0,039	4b
IRpmeat=napi szárnyashús fogyasztás	kg/nap	0,142	0,142	5	0,062	0,062	5b
IRmilk=napi tejtermék fogyasztás	kg/nap	2,08	2,08	6	0,826	0,826	6b
IRegg=napi tojásfogyasztás	kg/nap	0,0995	0,0995	7	0,049	0,049	7b
IR _{vr} =napi "gyökér"zöldség fogyasztás	g/nap	282	282	10	106	106	10b
IR _{va} =napi "felszín feletti termésű" zöldség fogyasztás	g/nap	431	431	11	167,6	167,6	11b
SA=a teljes test bőrfelületének nagysága	cm ²	23000	23000	1	7280	7280	1
FS=a locsoláskor kitétt bőrfelület aránya a teljes testéhez képest	-	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1
LRF=a tüdőben való visszatartás	-	1	1	2	1	1	2
AF=a szennyezőanyagok felszívódásának mértéke a háziállatokban	-	1	1	2	1	1	2
fgw=a talajvíz részaránya a háziállatok itatásában	-	1	1	2	1	1	2
PIW=a locsolóvíz és a csapadékvíz aránya	-	1	1	2	1	1	2
Qwbc=a sertések vízfogyasztása	l/nap	15	15	8	15	15	8
Qwdc=a tejlő tehén vízfogyasztása	l/nap	50	50	8	50	50	8
Qwp=a szárnyasok vízfogyasztása	l/nap	0,4	0,4	8	0,4	0,4	8

A napi bevitel mértékét a szennyezőanyag koncentráció és az expozíciós faktorok ismeretében lehet megadni mind rákkeltő mind a nem rákkeltő hatás tekintetében.

Adott esetben a felnőtteket ért expozíció meghatározása mellett a gyermekeket ért expozíció mértékének meghatározása is szükséges lehet.

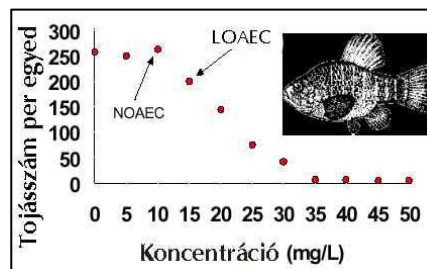
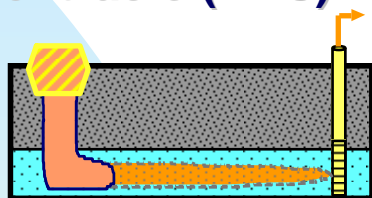
Jelen esetben első körben az elképzelhető legnagyobb expozíciót (RME=Reasonable Maximum Exposure) leíró expozíciós paramétereket használjuk föl az expozíció mértékének (ÁND) konzervatív meghatározása érdekében.

- 1 RiscWorkBench felnőtt és gyerek RME
 - 2 becsült 100%
 - 4 USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték felnőttekre (1,137 g sertéshús/kg*nap)
 - 4b USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték 1-2 éves gyerekekre (2,633 g sertéshús/kg*nap)
 - 5 USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték felnőttekre (2,035 g szárnyashús/kg*nap)
 - 5b USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték 1-2 éves gyerekekre (4,144 g szárnyashús/kg*nap)
 - 6 USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték felnőttekre (29,72 g tejtermék/kg*nap)
 - 6b USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték 1-2 éves gyerekekre (55,07 g tejtermék/kg*nap)
 - 7 USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték felnőttekre (1,422 g tojás/kg*nap)
 - 7b USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték 1-2 éves gyerekekre (3,299 g tojás/kg*nap)
 - 8 <http://ianpubs.unl.edu/beef/g467.htm>
- Általános vízfogyasztási adatok kifejlett állatokra vonatkozóan, Water Quality Criteria, FWPCA 1968:
- 10-16 gallon tejlő tehenre, 3-5 gallon sertésre, 8-10 gallon 100 db csirkére és 10-15 gallon 100 db pulykára
 - 10 USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték felnőttekre (4,029 g/kg*nap)
 - 10b USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték 1-2 éves gyerekekre (7,048 g/kg*nap)
 - 11 USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték felnőttekre (6,152 g/kg*nap)
 - 11b USEPA Exp. Fact. Handbook, az átlag 95%-os felső megbízhatósági határához tartozó érték 1-2 éves gyerekekre (11,17 g/kg*nap)

III/5. A D érték képzés folyamata minden releváns expozíciós szituációra és kockázatos anyagra



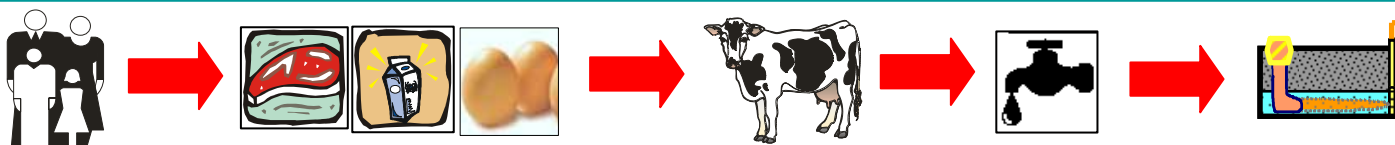
Expozíciós Koncentráció (PEC) x Expozíciós faktor x Toxicitás = kockázat



kockázat felmérés
pl.: $\dot{A}ND/TDI=HQ$

D érték számítás
pl.: $THQ=1, \dot{A}ND=TDI \Rightarrow c=TDI/EM$

III/6. Az állati termékek (tej, tojás, hús) fogyasztásakor az itatóvízben megengedhető szennyezőanyag koncentrációk



Jelmagyarázat

EF=az expozíció gyakorisága
 ED=az expozíció időtartama
 LT=élethossz
 BW=testtömeg
 FI=a szennyezett tej és hús részaránya a teljes bevitt mennyiségből
 Fle=a szennyezett tojás részaránya a teljes bevitt mennyiségből
 IRcmeat=napi sertéshús fogyasztás
 IRpmeat=napi szárnyashús fogyasztás
 IRmilk=napi tejtermék fogyasztás
 IRegg=napi tojásfogyasztás
 AF=a szennyezőanyagok felszívódásának mértéke a háziállatokban
 fgw=a talajvíz részaránya a háziállatok itatásában
 BCFme=partition coefficient beef cattle and chicken meat/diet
 BCFmi=partition coefficient dairy cattle milk/diet
 BCFeg=partition coefficient for chicken egg/diet

Jelmagyarázat

THQ=tolerálható egészségkockázati hányados
 TR=tolerálható daganatkockázat
 Qwbc=a sertések vízfogyasztása
 Qwdc=a tejelő tehén vízfogyasztása
 Qwp=a szárnyasok vízfogyasztása
 Kow=oktanol/víz megoszlási hányados
 AAFo=orális abszorpciós faktor
 RfDo=orális referencia dózis
 SFo=orális daganatképző potenciál
 RBSL=kockázati alapú célérték

Paraméter / egység	Expozíciós paraméterek			
	Felnőtt-RME		Gyerek-RME	
	Nem-rákkeltő	Rákkeltő	Nem-rákkeltő	Rákkeltő
EF (nap/év)	350	350	350	350
ED (év)	-	30	-	6
LT (év)	-	70	-	70
BW (kg)	70	70	15	15
FI (-)	1	1	1	1
Fle (-)	1	1	1	1
IRcmeat (kg/nap)	0,08	0,08	0,039	0,039
IRpmeat (kg/nap)	0,142	0,142	0,062	0,062
IRmilk (kg/nap)	2,08	2,08	0,826	0,826
IRegg (kg/nap)	0,0995	0,0995	0,049	0,049
AF (-)	1	1	1	1
fgw (-)	1	1	1	1
Qwbc (l/nap)	15	15	15	15
Qwdc (l/nap)	50	50	50	50
Qwp (l/nap)	0,4	0,4	0,4	0,4

Kockázatos anyag	Vegyianyag specifikus tényezők / egység									Megengedhető kockázatos anyag koncentráció a talajvízben ha a hatásviselők szennyezett vízzel itatott állatok húsát, tejét vagy tojását fogyasztják (mg/l)			
	Kow (l/kg)	BCFmi (nap/kg)	BCFme (nap/kg)	BCFeg (nap/kg)	AAFo (-)	RfDo (mg/kg*nap)	SFo 1/(mg/kg*nap)	THQ (-)	TR (-)				
Note		(1)	(2)	(3)						RBSL (4)	RBSL (5)	RBSL (4)	RBSL (5)
cis-DCE	159,40	1,26E-06	3,99E-06	1,28E-03	1	1,00E-02	-	1	1E-06	3910	-	1969	-
CF	91,20	7,20E-07	2,28E-06	7,30E-04	1	1,00E-02	3,10E-02	1	1E-06	6833	51,4	3442	130

based on Thomas E. McKone, Uncertainty and Variability in Human Exposures to Soil Contaminants Through Home-Grown Food: A Monte Carlo

Note:

1-2-3 Assessment, Risk Analysis Vol. 14., No. 4, 1994

(1) for organic chemicals partition coefficient dairy cattle milk/diet calculated by $BCFmi=7,9 \cdot 10^9 \cdot Kow$

(2) for organic chemicals partition coefficient pork and chicken meat/diet calculated by $BCFme=2,5 \cdot 10^8 \cdot Kow$

(3) for organic chemicals partition coefficient chicken egg/diet calculated by $BCFeg=8,0 \cdot 10^6 \cdot Kow$

a használt összefüggések:

$$(4) = THQ \cdot RfDo / (AAFo \cdot EF / (BW \cdot 365) \cdot 0,001 \cdot fgw \cdot AF \cdot (Qwbc \cdot BCFme \cdot FI \cdot IRcmeat + Qwp \cdot BCFme \cdot FI \cdot IRpmeat + Qwdc \cdot BCFmi \cdot FI \cdot IRmilk + Qwp \cdot BCFeg \cdot Fle \cdot IRegg)) / 1000$$

$$(5) = TR / (SFo \cdot (AAFo \cdot EF \cdot ED / (BW \cdot LT \cdot 365) \cdot 0,001 \cdot fgw \cdot AF \cdot (Qwbc \cdot BCFme \cdot FI \cdot IRcmeat + Qwp \cdot BCFme \cdot FI \cdot IRpmeat + Qwdc \cdot BCFmi \cdot FI \cdot IRmilk + Qwp \cdot BCFeg \cdot Fle \cdot IRegg)) / 1000$$

III/7. A talajvíz közvetlen fogyasztásakor (ivóvízként) megengedhető szennyezőanyag koncentrációk



Jelmagyarázat

EF=az expozíció gyakorisága

ED=az expozíció időtartama

LT=élethossz

BW=testtömeg

IR=talajvíz fogyasztás

AAFo=orális abszorpciós faktor

THQ=tolerálható egészségkockázati hányados

TR=tolerálható daganatkockázat

RfDo=orális referencia dózis

SFo=orális daganatképző potenciál

RBSL=kockázati alapú célérték

Paraméter / egység
EF (nap/év)
ED (év)
LT (év)
BW (kg)
IR (l/nap)

Expozíciós paraméterek			
Felnőtt-RME		Gyerek-RME	
Nem-rákkeltő	Rákkeltő	Nem-rákkeltő	Rákkeltő
350	350	350	350
-	30	-	6
-	70	-	70
70	70	15	15
2	2	1	1

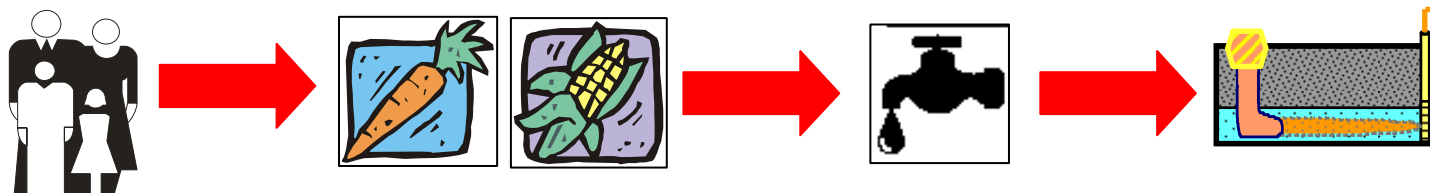
Vegyianyag specifikus tényezők / egység

Kockázatos anyag	AAFo (-)	RfDo (mg/kg*nap)	SFo 1/(mg/kg*nap)	THQ (-)	TR (-)	Megengedhető kockázatos anyag koncentráció a talajvízben ha a hatásviselők közvetlenül a talajvizet fogyasztják (mg/l)			
						RBSL (1)	RBSL (2)	RBSL (1)	RBSL (2)
Note									
cis-DCE	1	1,00E-02	-	1	1E-06	0,365	-	0,156	-
CF	1	1,00E-02	3,10E-02	1	1E-06	0,365	0,00275	0,156	0,0059

a használt összefüggések:

Note: (1) = $RfDo \cdot THQ \cdot BW \cdot 365 / (IR \cdot EF \cdot AAFo)$
 (2) = $TR \cdot LT \cdot BW \cdot 365 / (SFo \cdot IR \cdot ED \cdot EF \cdot AAFo)$

III/8. A szennyezett talajvízzel öntözött zöldségek fogyasztásakor megengedhető szennyezőanyag koncentrációk



Jelmagyarázat

EF=az expozíció gyakorisága
 ED=az expozíció időtartama
 LT=élethossz
 BW=testtömeg
 PIW=a locsolóvíz és a csapadékvíz aránya
 IRvr=napi "gyökér"zöldség fogyasztás
 IRva=napi "felszín feletti típusú" zöldség fogyasztás: RfDo=orális referencia dózis
 Kow=oktanol/víz megoszlási hányados
 Kd=talaj-víz megoszlási hányados
 RCF=gyökér biokoncentrációs faktor
 ABCF=a felszín feletti növényi részek biokonc. faktora

foc=a konyhakertek talajának szerves széntartalma
 Flv=a szennyezett vízzel locsolt zöldségek részaránya a teljes mennyiségből
 Koc=Talaj szerves szén-víz megoszlási hányados
 THQ=tolerálható egészségkockázati hányados
 TR=tolerálható daganatkockázat
 AAFo=orális abszorpciós faktor
 SFo=orális daganatképző potenciál
 RBSL=kockázati alapú célérték

Paraméter / egység
EF (nap/év)
ED (év)
LT (év)
BW (kg)
Flv (-)
PIW (-)
IRvr (g/nap)
IRva (g/nap)

Expozíciós paraméterek			
Felnőtt-RME		Gyerek-RME	
Nem-rákkeltő	Rákkeltő	Nem-rákkeltő	Rákkeltő
350	350	350	350
-	30	-	6
-	70	-	70
70	70	15	15
0,25	0,25	0,25	0,25
1	1	1	1
282	282	106	106
431	431	167,6	167,6

Vegyianyag- és terület specifikus tényezők / egység

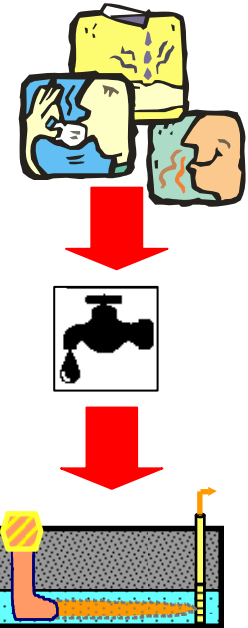
Kockázatos anyag	Kow (l/kg)	Koc/Kd (l/kg)	foc (-)	RFC (l/kg)	ABCF (l/kg)	AAFo (-)	RfDo (mg/kg*nap)	SFo 1/(mg/kg*n ap)	THQ (-)	TR (-)	Megengedhető kockázatos anyag koncentráció a talajvízben ha a hatásviselőik olyan zöldségeket fogyasztanak, melyet szennyezett talajvízzel locsoltak (mg/l)			
Note		(1)		(2)	(3)						RBSL (4)	RBSL (5)	RBSL (4)	RBSL (5)
cis-DCE	159,40	35,50	0,05	2,38	0,55	1	1,00E-02	-	1	1E-06	3,214	-	1,82	-
CF	91,20	39,80	0,05	1,83	0,85	1	1,00E-02	3,10E-02	1	1E-06	3,306	0,0249	1,86	0,070

Note: (1) Koc for organic chemicals, and Kd for inorganic chemicals
 (2) for organic chemicals root concentration factor calculated by $RCF=(10^{(0,778*\log Kow-1,52)})+0,82$
 (3) for organic chemicals above-ground concentration factor calculated by $ABCF=(10^{(1,588-0,578*\log Kow)})*(1-0,85)*Koc*foc=$

a használt összefüggések:

(4) $= (RfDo * THQ * BW * 365) / ((RFC * IRvr + ABCF * IRva) * Flv * EF * AAFo * PIW * 10^{-3})$
 (5) $= (TR * LT * BW * 365) / ((RFC * IRvr + ABCF * IRva) * Flv * EF * ED * AAFo * PIW * SFo * 10^{-3})$

III/9. A szennyezett talajvíz öntözővízként történő felhasználása során megengedhető szennyezőanyag koncentrációk



Jelmagyarázat

EFidi=locsolás közbeni expozíciók gyakorisága
 ED=az expozíció időtartama
 ETir=a locsolóvíz használat ideje közvetlen lenyelésére vonatkozóan
 ETinh=ETder=a locsolóvíz használat ideje belégzés és bőrkontaktus vonatkozásában
 LT=élethossz
 BW=testtömeg
 IRir=locsolóvíz lenyelés
 InhRo=óránként belélegzett levegő mennyisége szabadtérben
 SA=a teljes test bőrfelületének nagysága
 FS=a locsoláskor kitett bőrfelület aránya a teljes testéhez képest
 LRF=a tüdőben való visszatartás
 W=az öntözőberendezés sugarának szélessége
 T=a locsolóvíz hőmérséklete
 Qspr=a locsoló berendezés vízhozama
 d=a locsoló berendezést elhagyó vízcsapok sugara
 t=a vízcsapok esési ideje
 He=belégzési magasság
 U=átlagos szélesebesség

Jelmagyarázat

AAFo=orális abszorpciós faktor
 AAFd=dermális abszorpciós faktor
 AAFi=inhalációs abszorpciós faktor
 PC=a bőr átteresztő képessége
 MW=moláris tömeg
 H'=Henry állandó (20C)
 KLT=hőmérséklet korrigált teljes tömeg átadási faktor
 fv=kipárolgott szennyezőanyag hányad
 RfDi=inhalációs referencia dózis
 SFi=inhalációs slope factor
 RfDd=dermális referencia dózis
 SFd=dermális slope factor
 RfDo=orális referencia dózis
 SFO=orális daganatképző potenciál
 THQ=tolerálható egészségkockázati hányados
 TR=tolerálható daganatkockázat

Expozíciós paraméterek

Paraméter / egység	Felnőtt-RME		Gyerek-RME	
	Nem-rákkeltő	Rákkeltő	Nem-rákkeltő	Rákkeltő
EFidi (nap/év)	150	150	150	150
ED (év)	-	30	-	6
LT (év)	-	70	-	70
BW (kg)	70	70	15	15
ETir (hr/nap)	2	2	2	2
ETinh=ETder (hr/nap)	2	2	2	2
IRir (ml/hr)	50	50	50	50
InhRo (m3/hr)	0,83	0,83	0,83	0,83
SA (cm2)	23000	23000	7280	7280
FS (-)	0,5	0,5	0,5	0,5
LRF (-)	1	1	1	1
Terület-specifikus adatok				
W (m)	9	9	9	9
T (C)	25	25	25	25
Qspr (l/min)	50	50	50	50
d (cm)	0,2	0,2	0,2	0,2
t (sec)	5	5	5	5
He (m)	2	2	2	2
U (m/sec)	2,25	2,25	2,25	2,25

Vegyianyag specifikus tényezők / egység

Kockázatos anyag	AAFo (-)	AAFd (-)	AAFi (-)	PC (cm/hr)	MW (g/mol)	H' (-)	KLT (cm/hr) T>20C	KLT (cm/hr) T<20C	fv (-) T>20C	fv (-) T<20C	SFo 1/(mg/kg*nap)	RfDo (mg/kg*nap)	SFi 1/(mg/kg*nap)	RfDi (mg/kg*nap)	SFd 1/(mg/kg*nap)	RfDd (mg/kg*nap)	THQ (-)	TR (-)	Megengedhető kockázatos anyag koncentráció a talajvízben ha a hatásviseleők locsolóvíz használat közben lenyelés, belégzés vagy bőrkontaktus útján exponálódnak (mg/l)			
	Note						(1)	(1)	(2)	(2)										RBSL (3)	RBSL (4)	RBSL (3)
cis-DCE	1	1	1	1,0E-02	97	0,17	13,6	11,8	0,4	0,4	-	1,0E-02	-	1E-02	-	1,0E-02	1	1E-06	7,41	-	3,65	-
CF	1	1	1	8,9E-03	119	0,15	12,2	10,6	0,4	0,4	3,1E-02	1,0E-02	-	9E-04	3,1E-02	1,0E-02	1	1E-06	8,32	0,063	2,31	0,137

Note: (1) temperature adjusted overall mass transfer coefficient calculation method:
 $y = (-1,3272 \cdot (T-20)) - 0,001053(T-20)^2 / (T+105)$ if T is over 20C
 $y = 1301 / (998,33 + 8,1855 \cdot (T-20)) + 0,00585 \cdot (T-20)^2 - 3,30233$ if T is under 20C
 u_1 =water viscosity in g/m*sec at $T=1,002 \cdot 10^9$ if T is over 20C
 u_1 =water viscosity in g/m*sec at $T=100 \cdot 10^9$ if T is under 20C
 u_2 =water viscosity at 20C=1,002 g/m*sec
 kg =gas-phase mass-transfer coefficient in cm/hr= $kgH_2O \cdot (18/MW)^{0,5}$, where $kg_{H_2O}=30000$ cm/hr
 kl =liquid-phase mass-transfer coefficient in cm/hr= $kl_{CO_2} \cdot (44/MW)^{0,5}$, where $kl_{CO_2}=20$ cm/hr
 K_L =overall mass transfer coefficient in cm/hr= $(1/kl+1/(H \cdot kg))^{-1}$
 $K_{L,T}$ =temperature adjusted overall mass transfer coefficient in cm/hr= $K_L \cdot (293 \cdot u_1 / ((273+T) \cdot u_2))^{0,5}$
 (2) fv =fraction volatilized= $1 - \exp(-K_{L,T} \cdot t / 600d)$

minimum of results used if solved this three equations:
 (3) $a = RfDo \cdot THQ \cdot BW \cdot 365 / (IRir \cdot ETir \cdot EFidi \cdot AAFo \cdot 10^{-3})$
 $b = RfDd \cdot THQ \cdot BW \cdot 365 / (SA \cdot FS \cdot ETder \cdot EFidi \cdot AAFd \cdot PC \cdot 10^{-3})$
 $c = RfDi \cdot THQ \cdot BW \cdot 365 \cdot W \cdot He \cdot U \cdot 60 / (InhRo \cdot AAFi \cdot ETinh \cdot LRF \cdot EFidi \cdot Q)$
 minimum of results used if solved this three equations:
 (4) $a = TR \cdot LT \cdot BW \cdot 365 / (SFO \cdot IRir \cdot ED \cdot ETir \cdot EFidi \cdot AAFo \cdot 10^{-3})$
 $b = TR \cdot LT \cdot BW \cdot 365 / (SFd \cdot SA \cdot FS \cdot ED \cdot ETder \cdot EFidi \cdot AAFd \cdot PC \cdot 10^{-3})$
 $c = TR \cdot LT \cdot BW \cdot 365 \cdot W \cdot He \cdot U \cdot 60 / (SFi \cdot InhRo \cdot AAFi \cdot ETinh \cdot ED \cdot LRF \cdot EFi$

Jelmagyarázat

ED=az expozíció időtartama
 ETin=expozíciós idő zárt térben
 LT=élethossz
 BW=testtömeg
 EF=az expozíció gyakorisága
 IRin=óránként belélegzett levegő mennyisége zárt térben
 QT=teljes porozitás
 Q_{TRACK}=az aljzat repedéseinek teljes porozitása
 Q_{AS}=a vadózus zóna talajának levegőtartama
 Q_{WS}=a vadózus zóna talajának víztartalma
 Q_{ACAP}=a kapilláris zóna talajának levegőtartama
 Q_{WCAP}=a kapilláris zóna talajának víztartalma
 Q_{ACRACK}=az aljzat repedéseinek levegőtartalma
 Q_{WCRACK}=az aljzat repedéseinek víztartalma
 h_{CAP}=a kapilláris zóna vastagsága
 h_V=a vadózus zóna vastagsága
 L_{GW}=a talajvíz felszín alatti mélysége=h_{CAP}+h_V
 ER=a szellőztetések aránya zárt térben
 L_B=az épület alapterülete/alpterület
 L_{CRACK}=az épület aljzatának vastagsága
 eta=az épület aljzatának repedezettsége

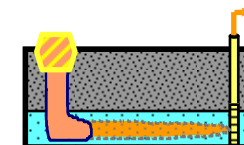
Jelmagyarázat

AAFi=inhalációs abszorpció faktor
 RfDi=inhalációs referencia dózis
 SFi=inhalációs slope factor
 THQ=tolerálható egészségkockázati hányados
 TR=tolerálható daganatkockázat
 H'=Henry konstans (20C)
 Da=Diffuzivitás a levegőben
 Dw=Diffuzivitás vízben
 D^{eff}_s=effektív diffúziós koefficiens a talajban
 D^{eff}_{CAP}=effektív diffúziós koefficiens a kapilláris zónában
 D^{eff}_{CRACK}=effektív diffúziós koefficiens az épület aljzatában
 D^{eff}_{WS}=effektív diffúziós koefficiens a talajvíz és a talajfelszín között
 VF_{wesp}=kipárolgási faktor; talajvízből zárt térbe

Paraméter / egység	Expozíciós paraméterek			
	Felnőtt-RME		Gyerek-RME	
	Nem-rákkeltő	Rákkeltő	Nem-rákkeltő	Rákkeltő
IRin (m3/óra)	0,83	0,83	0,83	0,83
ED (év)	-	30	-	6
LT (év)	-	70	-	70
BW (kg)	70	70	15	15
ETin (óra/nap)	24	24	24	24
EF (nap/év)	350	350	350	350

Paraméter / egység	Földtani-vízföldtani jellemzők				Note
	(1)	(1)	(1)	(1)	
Q _T (-)	0,410	0,410	0,410	0,410	(2)
Q _{TRACK} (-)	0,380	0,380	0,380	0,380	(2)
Q _{AS} (-)	0,330	0,330	0,330	0,330	(2)
Q _{WS} (-)	0,080	0,080	0,080	0,080	(2)
Q _{ACAP} (-)	0,041	0,041	0,041	0,041	(2)
Q _{WCAP} (-)	0,369	0,369	0,369	0,369	(2)
Q _{ACRACK} (-)	0,260	0,260	0,260	0,260	(2)
Q _{WCRACK} (-)	0,120	0,120	0,120	0,120	(2)
h _{CAP} (cm)	5	5	5	5	(3)
h _V (cm)	395	395	395	395	(4)
L _{GW} (cm)	400	400	400	400	(4)
ER (1/s)	0,00014	0,00014	0,00014	0,00014	(2)
L _B (cm)	200	200	200	200	(2)
L _{CRACK} (cm)	15	15	15	15	(2)
eta (-)	0,01	0,01	0,01	0,01	(2)

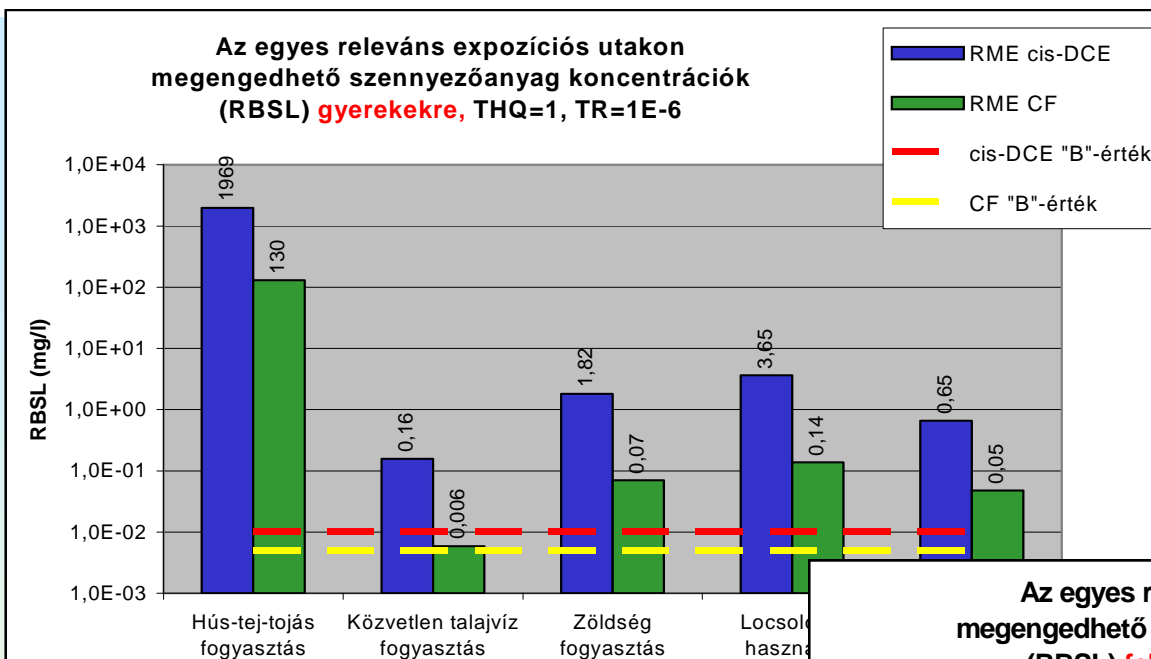
III/10. A szennyezőanyagok zárt térbe párolgása esetén megengedhető koncentrációk.



Kockázatos anyag	Vegyianyag specifikus tényezők / egység													Megengedhető kockázatos anyag koncentráció a talajvízben ha a hatásviselők a talajvízből kipárolgó gőzöket zárt térben lélegzik be (mg/l)			
	AAFI (-)	H' (-)	Da (cm ² /s)	Dw (cm ² /s)	D ^{eff} _s (cm ² /s)	D ^{eff} _{CAP} (cm ² /s)	D ^{eff} _{CRACK} (cm ² /s)	D ^{eff} _{WS} (cm ² /s)	VF _{wesp}	SFi 1/(mg/kg*nap)	RfDi (mg/kg*nap)	THQ (-)	TR (-)	(10)	(11)	(10)	(11)
Note					(5)	(6)	(7)	(8)	(9)					(10)	(11)	(10)	(11)
cis-DCE	1	0,17	7E-02	1E-05	1E-02	3E-05	6E-03	2E-03	1E-02	-	1,0E-02	1	1E-06	3,0	-	0,65	-
CF	1	0,15	1E-01	1E-05	2E-02	3E-05	8E-03	2E-03	1E-02	-	8,6E-04	1	1E-06	0,2	-	0,05	-

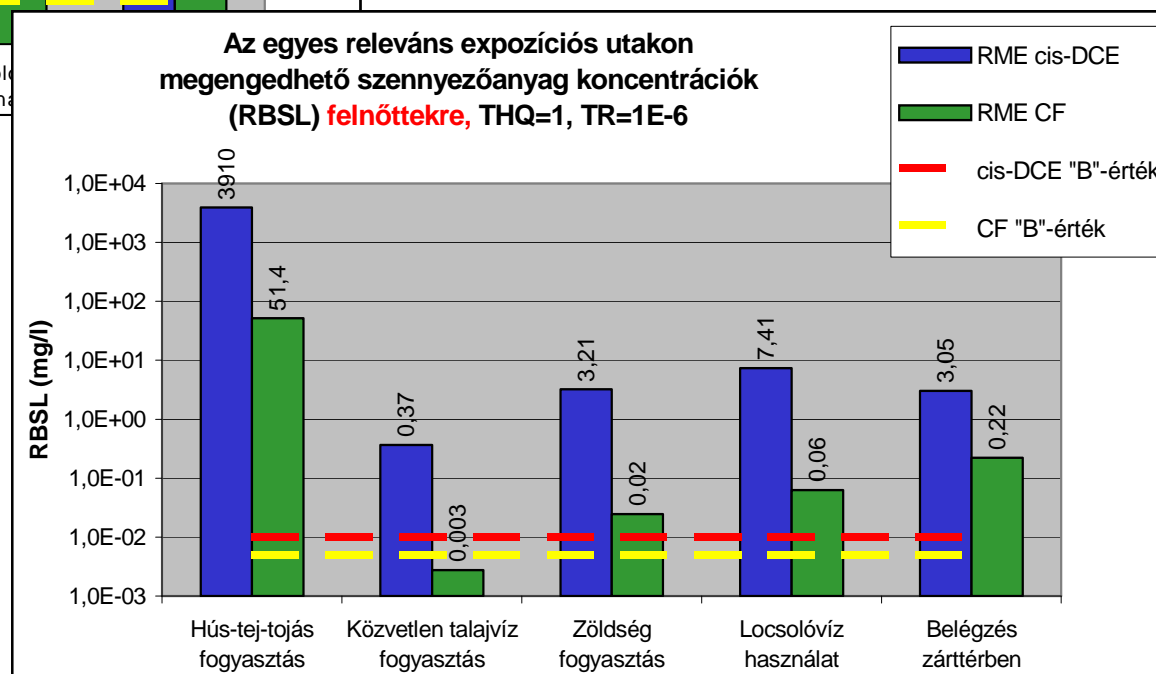
- (1) homok réteg található a talajvízszint fölött a telítetlen zónában
- (1a) homoklisztes-homok réteg található a talajvízszint fölött a telítetlen zónában
- (2) American Society For Testing And Material, ASTM E 1739-95, Standard Guide for Risk Based Corrective Action Applied at Petroleum Releases Site Parameter Estimation Guidelines for Risk-Based Corrective Action (RBCA) Modeling, NGWA Petroleum Hydrocarbons Conference Houston, Texas, November 1996
- (3) Modeling, NGWA Petroleum Hydrocarbons Conference Houston, Texas, November 1996
- (4) mérésen alapul
- (5) $D^{eff}_s = Da(Q_{AS}^{3,33})/Q_T^2 + Dw(1/H) * (Q_{WS}^{3,33})/Q_T^2$
- (6) $D^{eff}_{CAP} = Da(Q_{ACAP}^{3,33})/Q_T^2 + Dw(1/H) * (Q_{WCAP}^{3,33})/Q_T^2$
- (7) $D^{eff}_{CRACK} = Da(Q_{ACRACK}^{3,33})/Q_T^2 + Dw(1/H) * (Q_{WCRACK}^{3,33})/Q_T^2$
- (8) $D^{eff}_{WS} = (h_{CAP} + h_V) / (h_{CAP} / D^{eff}_{CAP} + h_V / D^{eff}_s)$
- (9) $VF_{wesp} = H' * ((D^{eff}_{WS} / L_{GW}) / (ER * L_B)) * 1000 / (1 + (D^{eff}_{WS} / L_{GW}) / (ER * L_B) + (D^{eff}_{WS} / L_{GW}) / ((D^{eff}_{CRACK} / L_{CRACK}) * eta)) =$
- (10) $= (RfDi * THQ * BW * 365 * 1000 / (IRin * EF * ETin * AAFi)) * 0,001 / VF_{wesp}$
- (11) $= (TR * LT * BW * 365 * 1000 / (SFi * IRin * ED * EF * ETin * AAFi)) * 0,001 / VF_{wesp}$

III/11. A konzervatív feltételezés mellett (RME) kockázati alapon számított megengedhető szennyezőanyag koncentrációk és a „B” értékek



A RME expozíciós paraméterek használatára akkor van szükség, ha az expozíció pontos becsléséhez nem áll rendelkezésre elegendő adat és az adathiányból eredő bizonytalanságot konzervatív feltételezésekkel úgy csökkenthetjük, hogy a lehető legrosszabb esetet vesszük alapul.

Konzervatív expozíciós paraméterek használata mellett A vizsgált expozíciós szituációk közül csupán a talajvíz közvetlen fogyasztása esetén számított megengedhető koncentráció „B” érték körüli, vagy valamivel az alatti abban az esetben, ha a számításhoz.



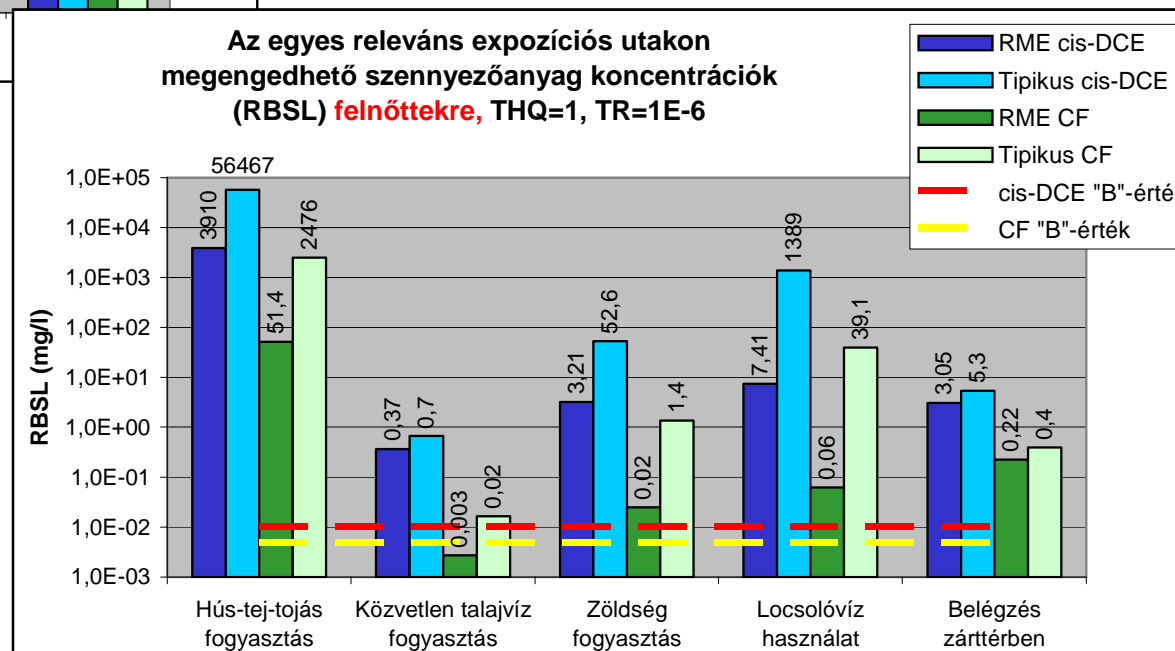
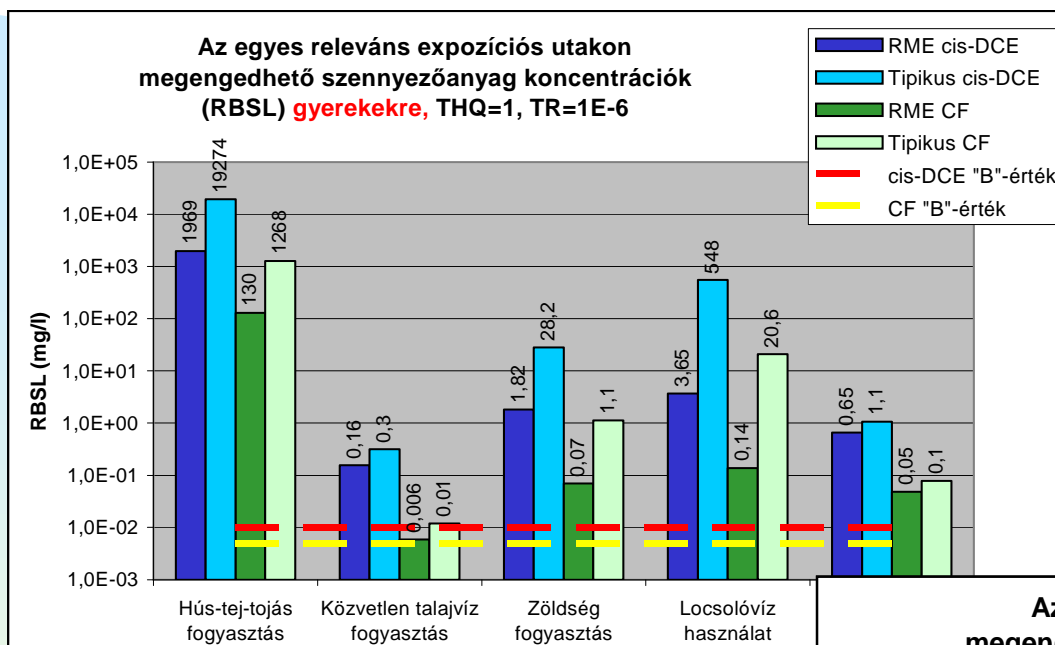
III/12. Tipikus expozíciós paraméterek használata RME helyett



	Egység	Felnőtt-RME		r e f	Felnőtt-Tipikus		r e f	Gyerek-RME		r e f	Gyerek-Tipikus		r e f
		Nem-rákkeltő	Rákkeltő		Nem-rákkeltő	Rákkeltő		Nem-rákkeltő	Rákkeltő		Nem-rákkeltő	Rákkeltő	
Expozíciós Paraméterek													
EF=az expozíció gyakorisága	nap/év	350	350	1	350	350	1a	350	350	1	350	350	1a
EFidi=locsolás közbeni expozíciók gyakorisága	nap/év	150	150	1	20	20	1a	150	150	1	20	20	1a
ED=az expozíció időtartama	év	-	30	1	-	9	1a	-	6	1	-	6	1a
ETir=a locsolóvíz használat ideje közvetlen lenyelésére vonatkozóan	hr/nap	2	2	1	0,5	0,5	1a	2	2	1	0,5	0,5	1a
ETinh=ETder=a locsolóvíz használat ideje belégzés és bőrkontaktus vonatkozásában	óra/nap	2	2	1	0,5	0,5	1a	2	2	1	0,5	0,5	1a
ETin=expozíciós idő zárt térben	óra/nap	24	24	1	18,3	18,3	1a	24	24	1	19,6	19,6	1a
LT=élethossz	év	-	70	1	-	70	1a	-	70	1	-	70	1a
BW=testtömeg	kg	70	70	1	70	70	1a	15	15	1	15	15	1a
FI=a szennyezett tej és hús részaránya a teljes bevitt mennyiségből	-	1	1	2	0,4	0,4	3	1	1	2	0,4	0,4	3
Fle=a szennyezett tojás részaránya a teljes bevitt mennyiségből	-	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
Flv=a szennyezett vízzel locsolt zöldségek részaránya a teljes mennyiségből	-	0,25	0,25	1	0,1	0,1	1a	0,25	0,25	1	0,1	0,1	1a
IR=talajvíz fogyasztás	l/nap	2	2	1	1,1	1,1	1a	1	1	1	0,5	0,5	1a
IRir=locsolóvíz lenyelés	ml/hr	50	50	1	10	10	1a	50	50	1	10	10	1a
InhRo=óránként belélegzett levegő mennyisége szabadterben	m ³ /hr	0,83	0,83	1	0,625	0,625	1a	0,83	0,83	1	0,625	0,625	1a
IRin=óránként belélegzett levegő mennyisége zártterben	m ³ /hr	0,83	0,83	1	0,625	0,625	1a	0,83	0,83	1	0,625	0,625	1a
IRcmeat=napi sertéshús fogyasztás	kg/nap	0,08	0,08	4	0,02	0,02	4a	0,039	0,039	4b	0,0074	0,0074	4c
IRpmeat=napi szárnyashús fogyasztás	kg/nap	0,142	0,142	5	0,042	0,042	5a	0,062	0,062	5b	0,017	0,017	5c
IRmilk=napi tejtermék fogyasztás	kg/nap	2,08	2,08	6	0,561	0,561	6a	0,826	0,826	6b	0,394	0,394	6c
IRregg=napi tojásfogyasztás	kg/nap	0,0995	0,0995	7	0,022	0,022	7a	0,049	0,049	7b	0,012	0,012	7c
IRvr=napi "gyökér"zöldség fogyasztás	g/nap	282	282	10	87,2	87,2	10a	106	106	10b	36	36	10c
IRva=napi "felszín feletti termésű" zöldség fogyasztás	g/nap	431	431	11	127,5	127,5	11a	167,6	167,6	11b	46	46	11c
SA=a teljes test bőrfelületének nagysága	cm ²	23000	23000	1	18400	18400	1a	7280	7280	1	6800	6800	1a
FS=a locsoláskor kitett bőrfelület aránya a teljes testéhez képest	-	0,5	0,5	1	0,1	0,1	1a	0,5	0,5	1	0,1	0,1	1a
LRF=a tüdőben való visszatartás	-	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
AF=a szennyezőanyagok felszívódásának mértéke a háziállatokban	-	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
fgw=a talajvíz részaránya a háziállatok itatásában	-	1	1	2	0,5	0,5	9	1	1	2	0,5	0,5	9
PIW=a locsolóvíz és a csapadékvíz aránya	-	1	1	2	0,5	0,5	12	1	1	2	0,5	0,5	12
Qwbc=a sertések vízfogyasztása	l/nap	15	15	8	15	15	8	15	15	8	15	15	8
Qwdc=a tejelő tehén vízfogyasztása	l/nap	50	50	8	50	50	8	50	50	8	50	50	8
Qwp=a szárnyasok vízfogyasztása	l/nap	0,4	0,4	8	0,4	0,4	8	0,4	0,4	8	0,4	0,4	8

Ha a konzervatív expozíciós paramétereket helyspecifikus vizsgálati eredmények alapján a területre jellemző értékekre tudjuk cserélni, akkor az expozícióbecslés konzervatívizmusa a legtöbb esetben csökkenthető!

III/13. A tipikus expozíciós paraméterek használatával kockázati alapon számított megengedhető szennyezőanyag koncentrációk és a „B” értékek



A várakozásnak megfelelően a vizsgált expozíciós szituációk mindegyikében megemelkedtek a megengedhető szennyezőanyag koncentrációk a tipikus expozíciós faktorok alkalmazása során, tekintve, hogy az expozícióbecslés konzervatívizmusa csökkent.

Mennyiségi kockázatfelmérési példa IV.

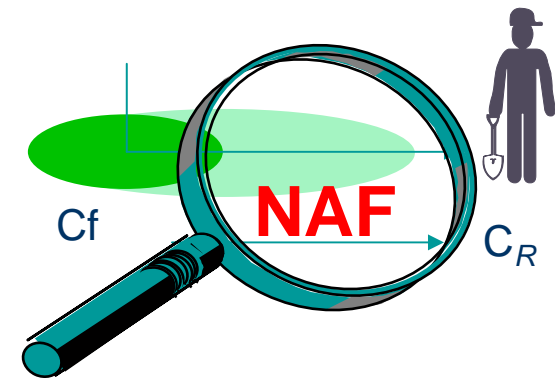
A D érték számítás, a felszín alatti vizek fokozott védelme, a szennyezőanyag terjedés, a csóvadinamika és a hatásviselők forrásterülethez képest meghatározott helyének kapcsolata

Összefoglalás:

- Felszín alatti víz kloroformmal szennyezett
- A humán hatásviselőre megengedhető koncentráció az előző példából származik (Felnőtt-RME, zöldség öntözés)
- Többféle szituáció

Feladat:

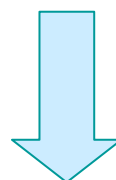
- D kármentesítési célállapot határérték képzése több lehetséges szituációra



IV/1. A humán hatásviselő védelme érdekében meghatározott vízminőség



	THQ (-)	TR (-)	Forgatókönyv			
	1	1E-06	Felnőtt-RME			
RBSL / határérték (10/2000) mg/l						
Kockázatos anyag	Hús-tej-tojás fogyasztás	Közvetlen talajvíz fogyasztás	Zöldség fogyasztás	Locsolóvíz használat (i-o-d)	Belégzés zárttérben	B (10/2000.)
cis-DCE	3910	0,365	3,21	7,4	3,05	0,010
CF	51	0,0027	0,025	0,06	0,22	0,005
a számított RBSL érték alatta maradt a választott B vagy C3 határértékne						



$$C_R = 25 \mu\text{gCF/l}$$

A konkrét „D” érték számításban ezt az egészségkockázati alapon számított kloroform koncentrációt használjuk fel kiindulási adatként, amely a szennyezett talajvízzel öntözött növények rendszeres fogyasztása során kialakuló expozícióban biztosítja azt, hogy a megengedhetőnél nagyobb mértékű kockázatok ne alakulhassanak ki.

IV/2a. A távolság hatása a „D” értékre stabil csóva esetén

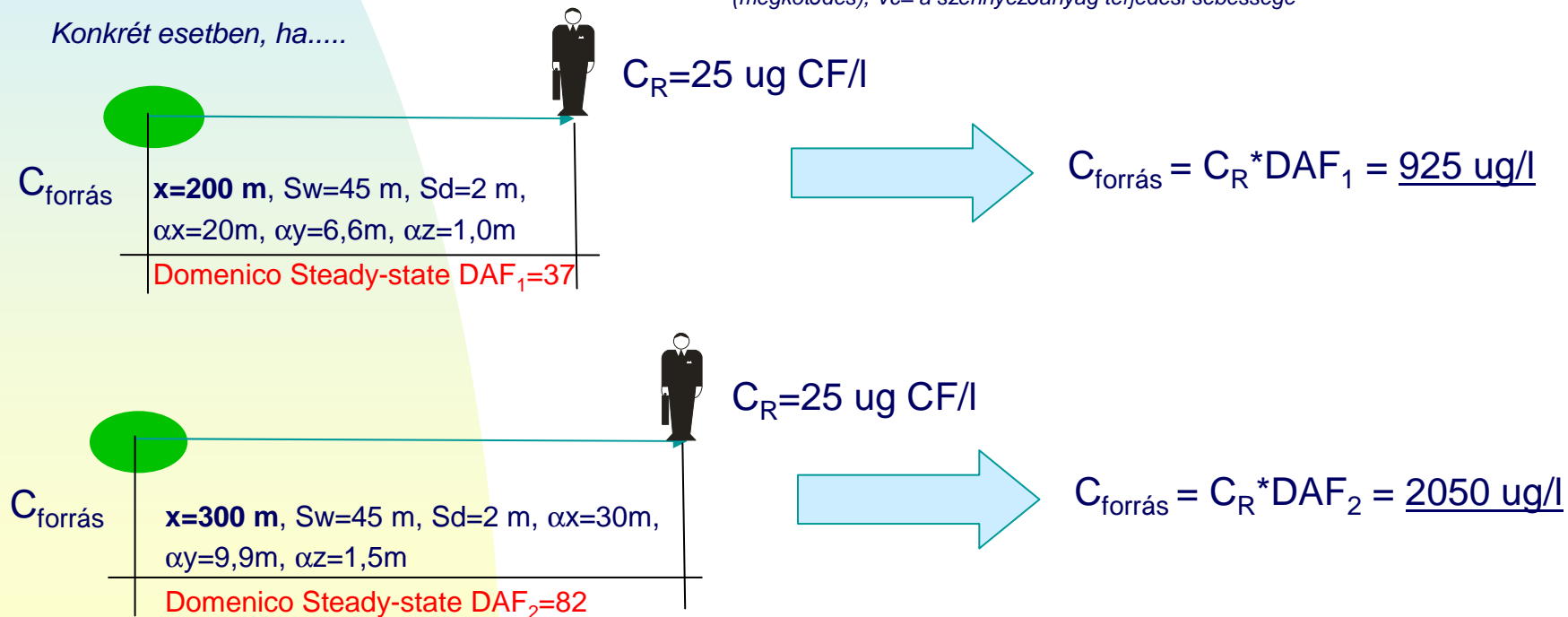
Ha a horizontális szennyezőanyag terjedést a Domenico-féle, állandósult állapotra vonatkozó analitikus terjedési modell használatával pusztán a diszperzió jelenlétét feltételezve becsüljük a talajvízben, akkor az egyenlet első tagja – amely a biodegradációt és a szorpciót is tartalmazza – kiesik.

$\lambda=0$; csak diszperzió

$$1/DAF = \frac{C(x,0,0,\infty)}{C(0,0,0,0)} = \exp\left(\frac{x}{2\alpha_x} \left[1 - \left\{1 + \frac{4\lambda\alpha_x}{v_c}\right\}^{1/2}\right]\right) \operatorname{erf}\left(\frac{S_w}{4(\alpha_y x)^{1/2}}\right) \operatorname{erf}\left(\frac{S_d}{4(\alpha_z x)^{1/2}}\right)$$

x = távolság a forrás és a hatásviselő között, S_w , S_d = az oldott csóva szélessége, vastagsága a forrásban, α_x , α_y , α_z = x,y,z irányú diszperzivitás, DAF = a terjedési útvonalon számított hígulási koncentrációcsökkenési faktor, λ = biodegradációs állandó, felezési idő, R = retardációs faktor (megkötődés), v_c = a szennyezőanyag terjedési sebessége

Konkrét esetben, ha.....



IV/2b. A szorpció és biodegradáció hatása a „D” értékre stabil csóva esetén



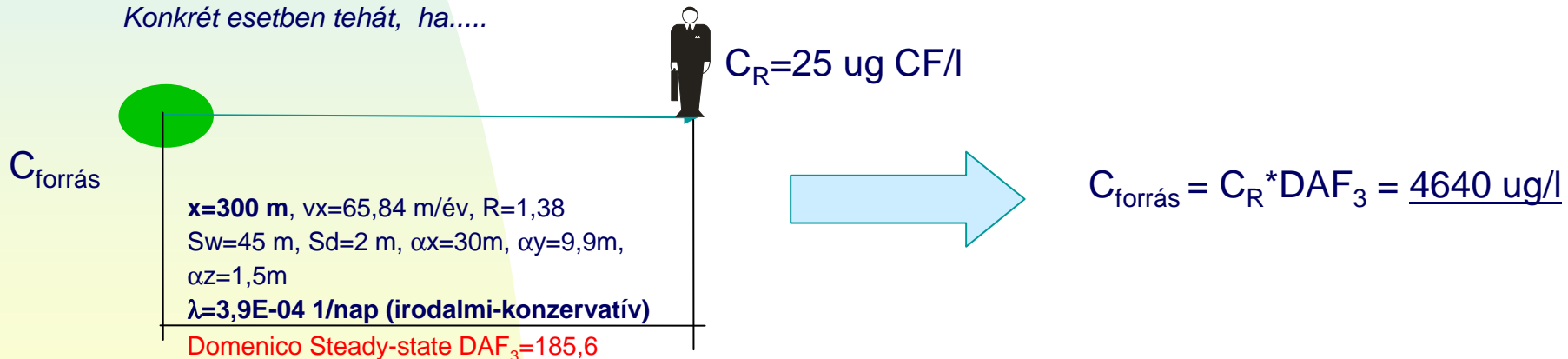
Ha a horizontális szennyezőanyag terjedést a Domenico-féle, állandósult állapotra vonatkozó analitikus terjedési modell használatával a diszperzió, a szorpció és a biodegradáció jelenlétét feltételezve becsüljük a talajvízben, akkor az egyenlet a következőképpen alakul.

**$\lambda > 0$; diszperzió,
szorpció és
biodegradáció is**

$$1/DAF = \frac{C(x,0,0,\infty)}{C(0,0,0,0)} = \exp\left(\frac{x}{2\alpha_x} \left[1 - \left\{1 + \frac{4\lambda\alpha_x}{v_c}\right\}^{1/2}\right]\right) \operatorname{erf}\left(\frac{S_w}{4(\alpha_{y,x})^{1/2}}\right) \operatorname{erf}\left(\frac{S_d}{4(\alpha_{z,x})^{1/2}}\right)$$

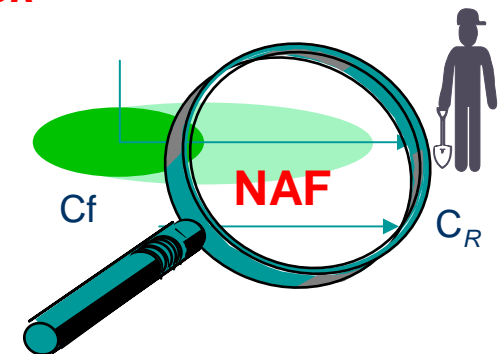
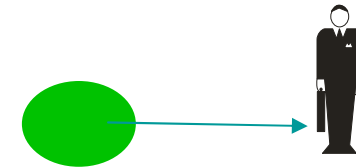
x = távolság a forrás és a hatásviselő között, S_w, S_d = az oldott csóva szélessége, vastagsága a forrásban, $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z = x, y, z$ irányú diszperzivitás, DAF = a terjedési útvonalon számított hígulási koncentrációcsökkenési faktor, λ = biodegradációs állandó, felezési idő, R = retardációs faktor (megkötődés), V_c = a szennyezőanyag terjedési sebessége, $V_c = V_x/R$, ahol V_x = a víz Darcy szivárgási sebessége ($V_x = k \cdot i / e$)

Konkrét esetben tehát, ha.....



Megállapítható, hogy a „D” érték nagysága alapvetően függ:

- **a vizsgált expozíciós szituációtól és a hatásviselőre nézve megengedhető szennyezőanyag koncentrációjától**
- **a szennyezőforrás és a hatásviselő közötti távolságtól, azaz a terjedési út hosszától**
- **valamint a terjedési úton zajló koncentrációcsökkentő folyamatok típusától és mértékétől (diszperzió, biodegradáció, stb.) is.**



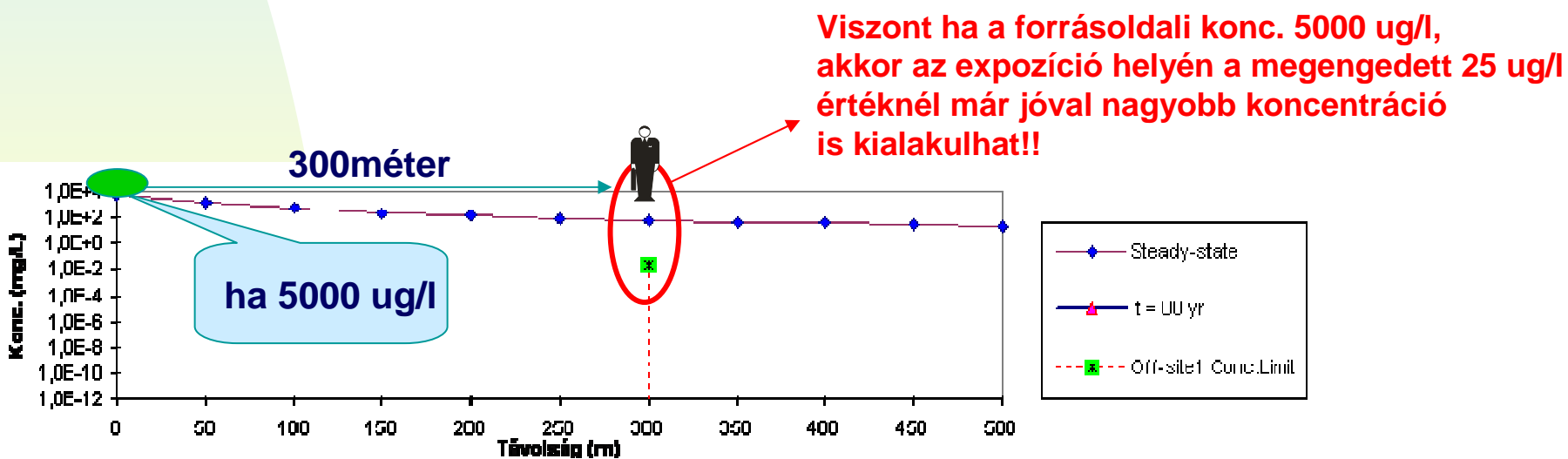
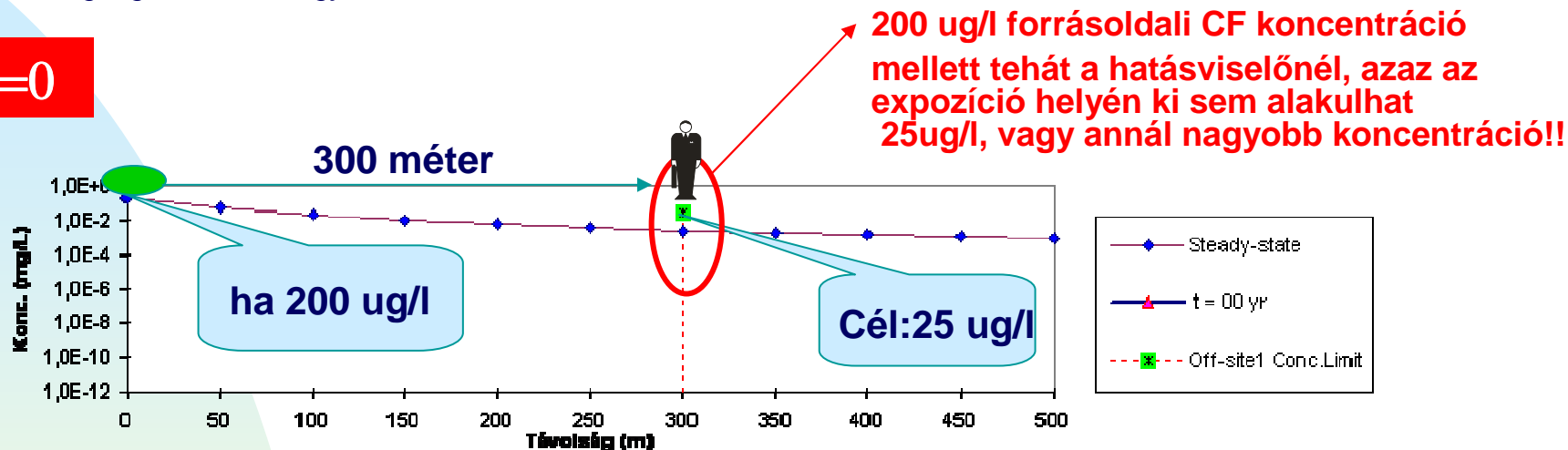
IV/3. „Steady-state” azaz állandósult állapora vonatkozó terjedés modellezés csak diszperzió mellett



Folyamatos és időben állandó forrásoldali szennyezőanyag koncentrációt és adott nagyságú diszperziót feltételeve egyensúlyi modellel meghatározható, hogy egy adott szennyezett területen a hatásviselőnél egyáltalán kialakulhat-e a megengedhetőnél nagyobb kloroform koncentráció?! Példaként.....

Steady-state modellezés eredményeként a forrástól különböző távolságban az alábbi kloroform koncentrációk adódnak:

$\lambda=0$



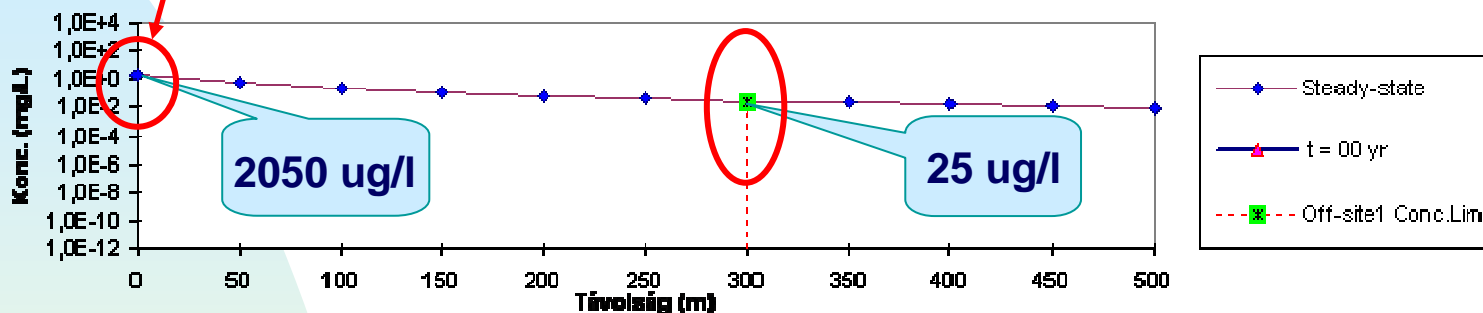
IV/4. „D” érték képzés stabil csóva esetén csak diszperzió mellett és a „tranzienst” modellezés



A hatásviselőnél megengedhető kloroform koncentrációból a terjedési úton lezajló folyamatok hatását figyelembe véve visszazámolható a „D” érték. A konkrét esetben.....

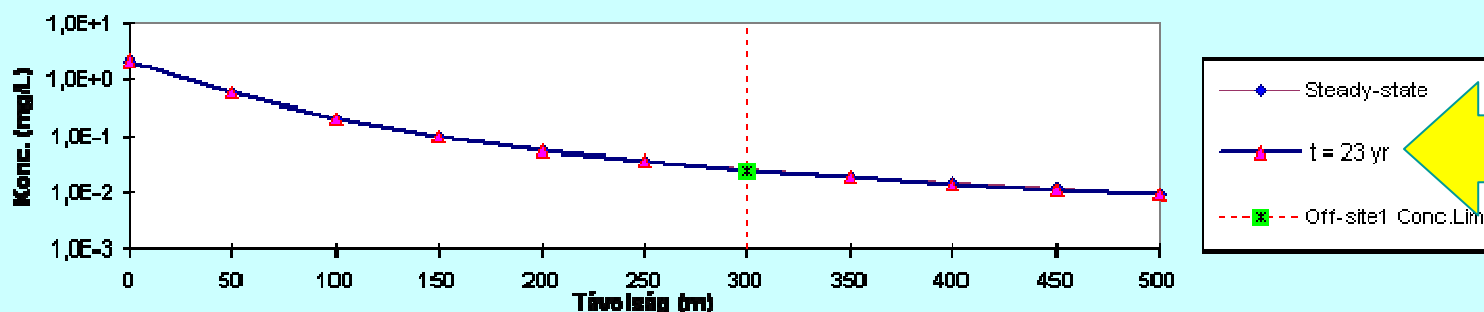
$$\lambda=0$$

D érték képzésnél az a kérdés, hogy a forrásban legfeljebb mennyi lehet a konc.??



„Tranzienst”, azaz nem permanens modellel az is meghatározható, hogy mennyi időnek kell eltelnie addig mire a hatásviselőnél éppen a megengedhető kloroform koncentráció lesz kimutatható a talajvízben?! Példaként.....

Tranzienst modellezés eredményeként:

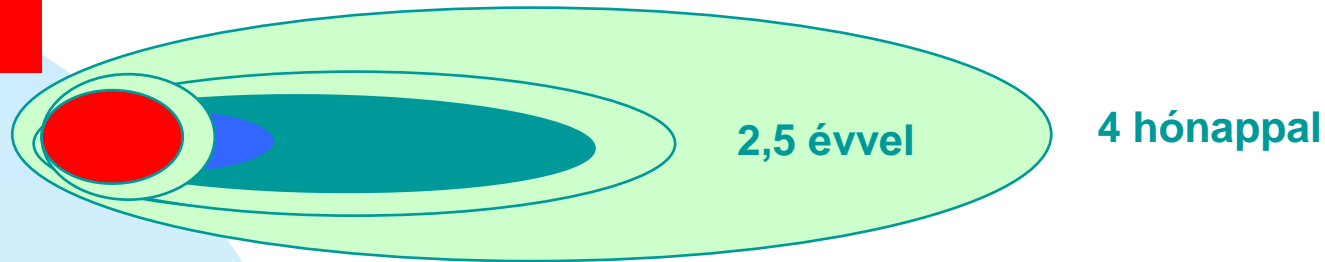


Tehát elméletileg 23 évre van szükség ahhoz csak a diszperzió jelenléte mellett is, hogy a 300 m távolságban lévő hatásviselőnél a 25 ugCF/l konc. kialakuljon, ha a forrásban folyamatos betáplálás mellett 2050 ugCF/l koncentráció van jelen!!

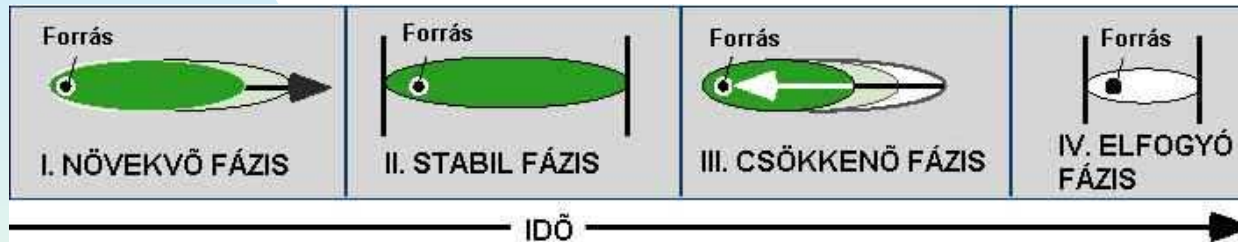
IV/5. Márpedig a szerves szennyezőanyagok biodegradálódnak is!



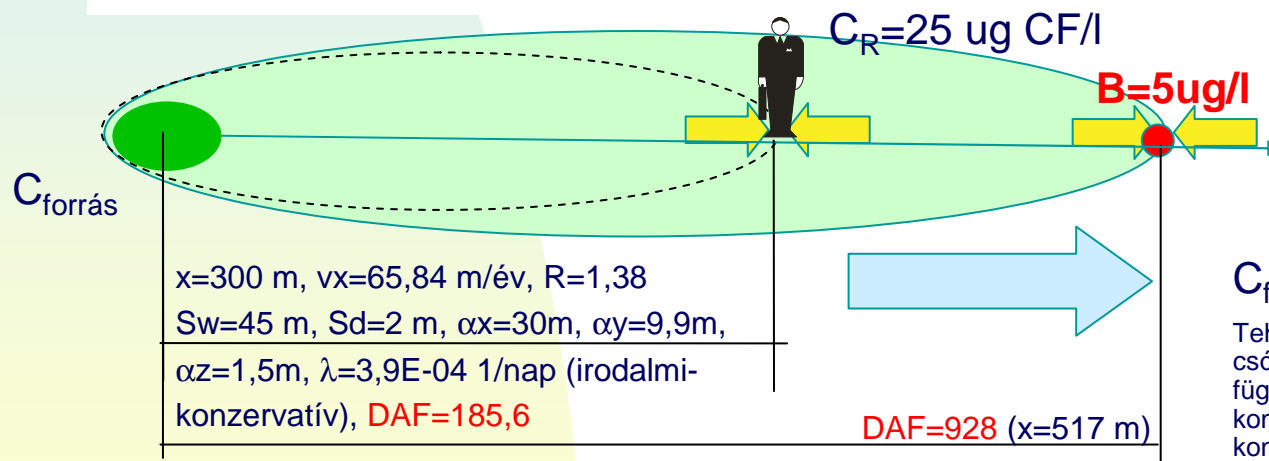
$\lambda > 0$



- Forrás, >10 mg/l
 - >5 mg/l
 - >1 mg/l
 - >10 ug/l
- (Käss 1969)



A szennyezőanyag csóvák életciklusuk során egy növekvő, majd egyensúlyi (stabil) fázist követően csökkenő, majd elfogyó fázisba lépnek a degradációs folyamatoknak köszönhetően.



$$C_{\text{forrás}} = C_R * DAF = 4640 \text{ ug/l}$$

Tehát a korábbi lépésben meghatározott D érték a csóva tényleges kiterjedésétől és viselkedésétől függetlenül, egy állandó koncentrációjú forrásra érvényes ha a feltételezett koncentrációcsökkentő folyamatok időben állandóak

Vagyis, ha éppen stabil fázisban van a csóvánk és a λ éppen az irodalmi $3,9\text{E-}04 \text{ 1/nap}$ mértékű a vizsgált területen, akkor a humán hatásviselő és a szennyezetlen felszín alatti víztest védelmét is biztosítja a 4640 ug/l D érték elérése a forrásban!! Azonban ha a csóva még nem érte el a stabil fázist, azaz növekvő fázisban van, a kockázatok alulbecslésre kerülhetnek és a továbbterjedés kockázata is fennáll!!

IV/6. A D érték számítása és a felszín alatti vizek fokozott védelme

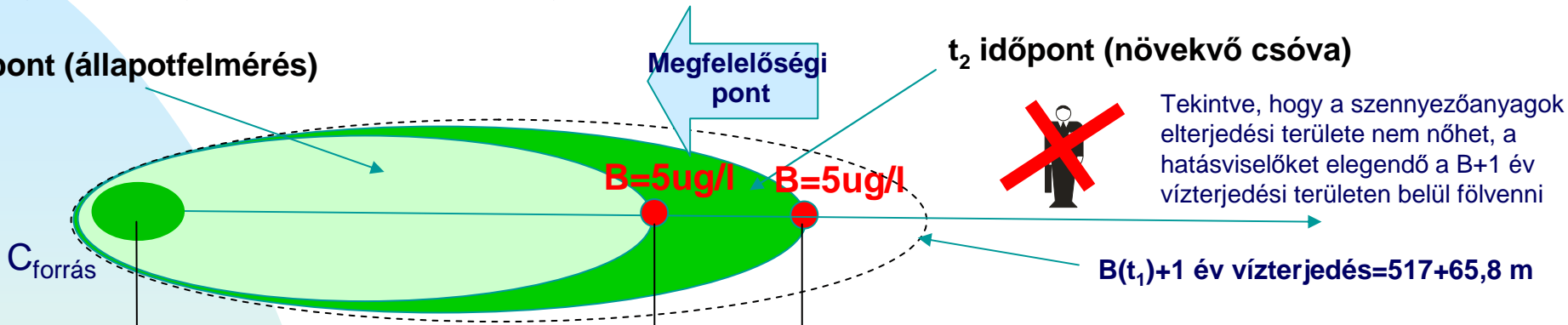


Tekintve, hogy a forrásoldali koncentrációk és a koncentrációcsökkentő folyamatok is gyakran időben változó nagyságúak, ezért a csóva elterjedési területe az idővel nőhet. A vizsgált területen az időben zajló folyamatokat és az oldott csóva tényleges viselkedését monitoring tevékenység során lehet pontosabban megismerni. Konkrét esetben.....

t₁ időpont (állapotfelmérés)

Megfelelőségi pont

t₂ időpont (növekvő csóva)



Tekintve, hogy a szennyezőanyagok elterjedési területe nem nőhet, a hatásviselőket elegendő a B+1 év vízterjedési területen belül fölvenni

B(t₁)+1 év vízterjedés=517+65,8 m

x=517 m, v_x=65,84 m/év, R=1,38
Sw=45 m, Sd=2 m, α_x=51,7m, α_y=17,06m,
α_z=2,59m,

t₁ időpont

λ₁=3,9E-04 1/nap, DAF₁=928

C_{forrás}(t₁) = B*DAF₁ = 4640 ug/l

t₂ időpont

V_x, R, Sw és Sd =állandó, de x nőtt mert pl. C_{forrás} nőtt

A monitoring eredmények alapján újra számolt λ=2,8E-04 1/nap, DAF₂=653

C_{forrás}(t₂) = B*DAF₂ = 3265 ug/l

Az eljárás jelentősége
- változó forrásoldali koncentrációnál
- releváns monitoring nélküli területen
- biodegradálható vegyi anyagoknál
- kis vízáramlási sebesség mellett

Tehát a monitoring nagyon fontos
- a csóvadinamika tisztázására
- a forrásoldali koncentráció meghatározására
- és a λ pontosítása