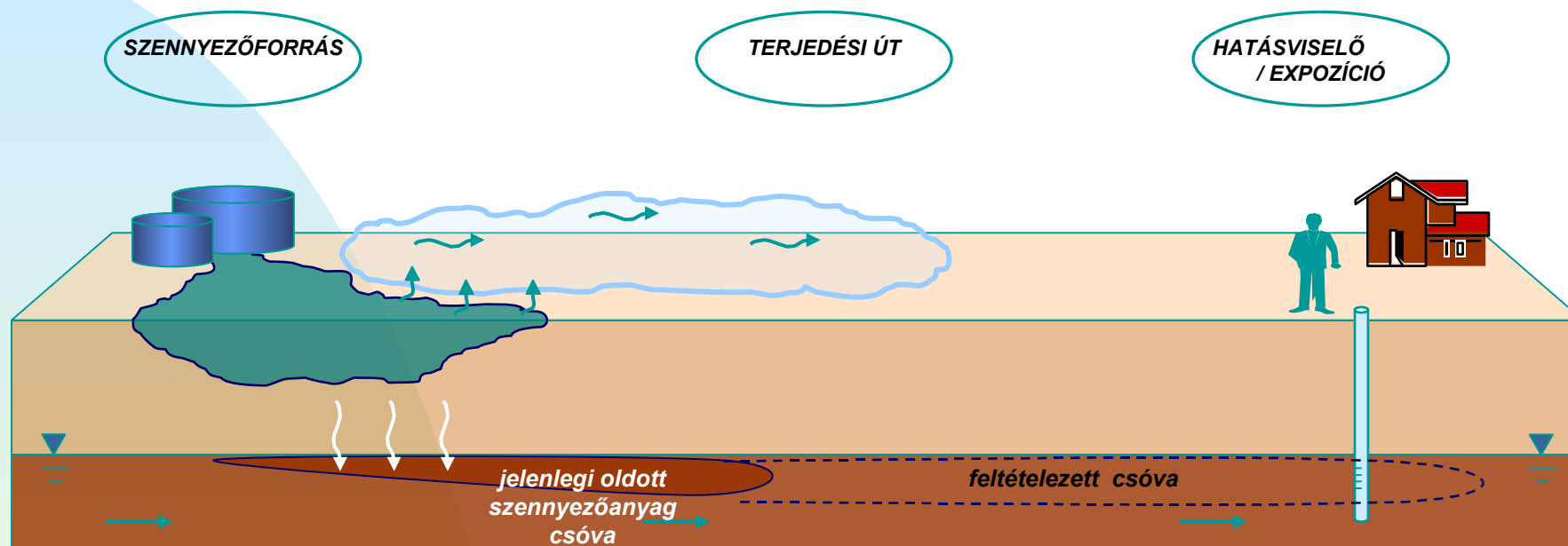


## 1.1.a. A környezeti kockázat kialakulása

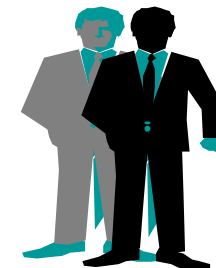
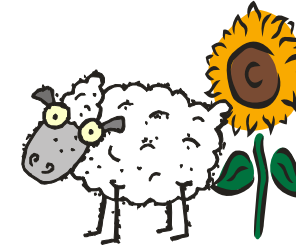


Általános megfogalmazásban a környezeti kockázat a vegyi anyagok okozta káros hatás bekövetkezésének valószínűsége, tényleges vagy előrejelzett előfordulási gyakorisága, amennyiben az ember vagy az élőlények expozíciója bekövetkezik.

Környezeti kockázat tehát akkor alakulhat ki, ha a szennyezőanyagok a vízzel- vagy a levegővel történő terjedés útján, vagy direkt kontaktus révén (pl. a szennyezett talaj közvetlen lenyelésével) a hatásviselők expozícióját okozzák. Másképpen megfogalmazva, a környezeti kockázat az ökoszisztéma, illetőleg az emberi egészség romlásának, károsodásának várható mértéke és bekövetkezési valószínűsége.

## 1.1.b. A környezeti kockázatelemzés típusai hatásviselők szerint

- **Humán kockázatelemzés, azaz egészségkockázat elemzés**  
Ilyenkor a védendő érték az emberi egészség. A hatásviselő lehet egyetlen ember, embercsoport vagy egy emberi populáció. Célszerű, esetenként elengedhetetlen megkülönböztetni a humán hatásviselők csoportján belül érzékeny (gyerekek, öregek, várandós anyák, kármentesítést végzők) vagy kevésbé érzékeny alcsoportokat (munkahelyi hatásviselők).
- **Ökológiai kockázatelemzés**  
Ökológiai hatásviselő lehet egy mikroba populáció, magasabb rendű élőlények (növények, állatok) vagy egy táplálkozási lánc egésze, de akár a teljes ökoszisztéma is.
- **Környezeti elemek**  
A környezeti elemek védelme érdekében hatásviselőnek tekintjük a tiszta, még szennyezetlen felszín alatti víztestet (talajvíz vagy rétegvíz) is.
- **Tényleges vagy feltételezett (potenciális) hatásviselő**  
A fennálló és a tervezett terület- / vízhasználathoz tartozó hatásviselőket szintén célszerű megkülönböztetni.



# 1.1.c. Az alapvető területhasználatok és expozíciós lehetőségek

Területhasználatok

1. Gazdasági terület (ipari/kereskedelmi)



2. Mezőgazdasági terület vagy erdő



3. Lakóterület és rekreációs célú terület



4. Vízbázisok



Expozíciós lehetőségek

Belégzés



Bőrkontaktus

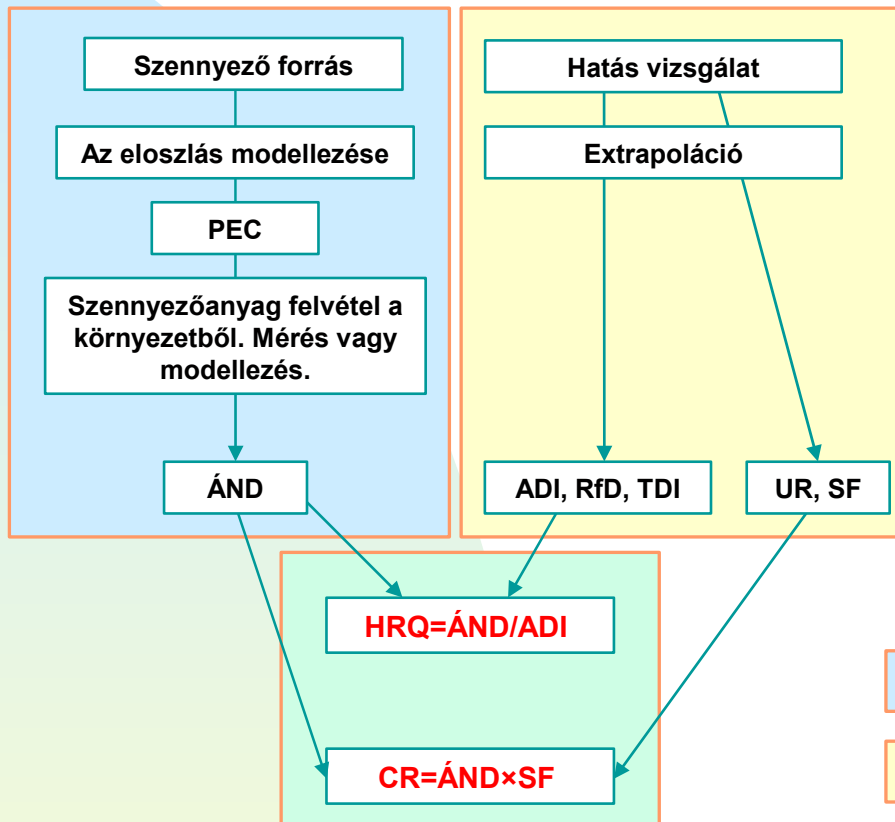


Lenyelés

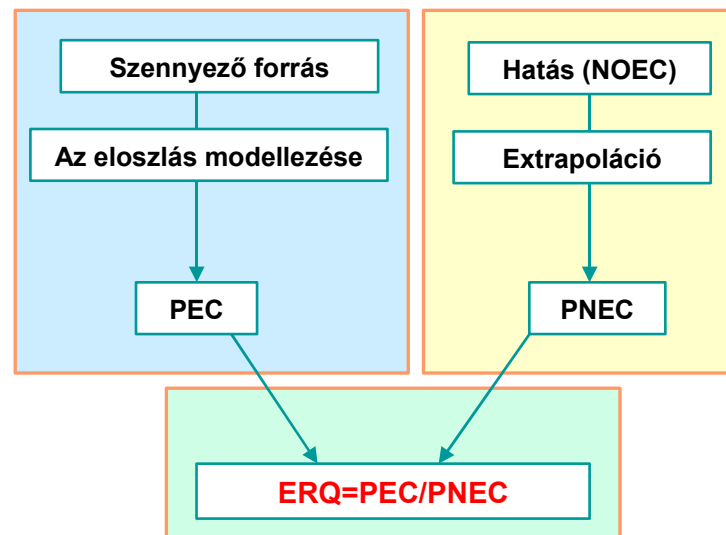


# 1.1.d. Kockázati mérőszámok képzése

## Humán egészségkockázat felmérés



## Ökológiai kockázatfelméres



Állapotfelmérés-kitettség becslés

A hatás vizsgálata

Kockázatok értékelése



A kockázati mérőszámok képzése mindkét esetben hasonló módon történik; a hatás és a kitettség oldalon felvehető mérőszámok, azaz a tolerálható és a ténylegesen mérhető/becsülhető szennyezőanyag dózisok/koncentrációk összevetésével.

## 1.1.e. Rövidítések, kifejezések magyarázata

**PEC (Predicted Environmental Concentration):** a szennyezőanyag becsült, előre jelzett koncentrációja a környezetben ott, ahol a vizsgált élőlények expozíciója várható.

**PNEC (Predicted No Effect Concentration):** a szennyezőanyagok olyan számított koncentrációja, amely az előrejelzések szerint az ökoszisztémát nem károsítja.

**NOEC (No Observed Effect Concentration):** káros hatást még nem mutató vegyi anyag koncentrációk; krónikus vizsgálatokból nyerhető.

**ÁND (Átlagos napi dózis/bevitel):** a szennyezőanyag azon mennyisége, mely lenyelés, belégzés útján vagy bőrön keresztül jut a szervezetbe. Egységnyi testtömegre és egységnyi időre vonatkoztatva (mg/kg×nap).

**SF (Slope factor) Meredekségi tényező:** rákkeltő anyagok esetén a rák-kockázatnövekményt (dózis-válasz) leíró egyenes meredeksége a kis dózisok tartományában, mely a tesztorganizmusok szennyezőanyag dózisokra adott válaszából (daganatképződés) kerül meghatározásra. Ez az érték egy felső becslését adja az egységnyi bevitt szennyezőanyag okozta élettartamra vetített rák kialakulási valószínűségének. Kifejezése 1/(mg/kg·nap) egységben történik.

**CR (Carcinogenic Risk) Daganat kockázat:** a daganatképző tulajdonságú, vagy a genetikai állományt (DNS) károsító vegyi anyagok kockázata a teljes élettartamra vonatkozó ÁND érték és a daganatkockázat valószínűségét leíró egységnyi kockázat (UR) vagy meredekségi tényező (SF) figyelembe vételével határozható meg.

**UR (Unit Risk) Egységnyi kockázat:** az egységnyi kockázat egy felső becslése annak az élettartamra vonatkozó többlet kockázatnak, mely a szennyező vegyi anyag talajvízben 1 µg/l, levegőben 1 µg/m<sup>3</sup> koncentrációjú folyamatos expozíciójának következtében alakul ki. Kifejezése a meredekségi tényező (SF), az átlagos testtömeg és a belégtett levegő/lenyelt napi vízmennyiség figyelembe vételével történik:

$UR_{air} = SF \times 1/70 \text{ kg} \times 20 \text{ m}^3 / \text{nap} \times 10^{-3}$ , illetve  $UR_{wat} = SF \times 1/70 \text{ kg} \times 2 \text{ l} / \text{nap} \times 10^{-3}$

**UF (Uncertainty Factor) Bizonytalansági tényező:** a referencia dózis (RfD) kísérleti adatokból történő meghatározásához használt konstans számérték, amely általában a 10 többszöröse. Az UF az extrapoláció bizonytalanságát kifejező érték, amit befolyásol a populáció tagjainak különböző érzékenysége, az akut állatkísérletes vizsgálat során nyert adatok extrapolációja élettartam hosszúságra, az állatkísérletek eredményeinek emberre történő extrapolációja és a LOAEL értékek használata a NOAEL értékek helyett.

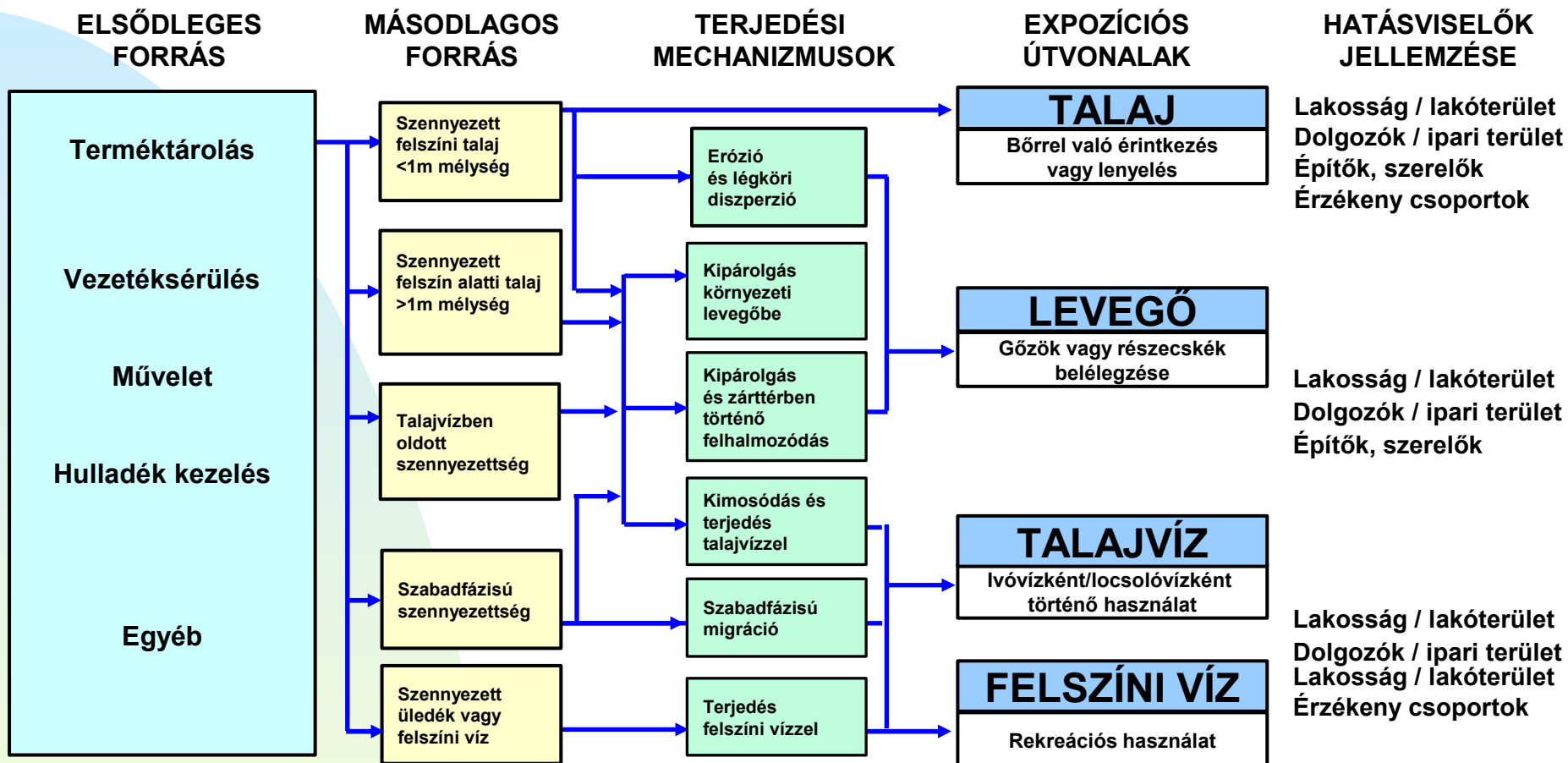
**HRQ (Egészségkockázati hányados):** a determinisztikus hatású vegyi anyag becsült expozíciójának, azaz az átlagos napi szennyezőanyag felvétel (ÁND) mértékének és az elviselhetőnek tartott tolerábilis napi dózisnak (TDI) aránya.

**ERQ:** az ökoszisztémára számított kockázati hányados, amely a vegyi anyag előrejelzett koncentrációja (PEC) és a káros hatást még nem okozó környezeti koncentrációnak (PNEC) aránya.

**Referencia dózis, megengedhető napi bevitel (RfD, ADI, TDI):** a nem rákkeltő hatású vegyi anyagok elfogadható kockázat szintjét jelölő feltételezett biztonságos dózis, ami naponta „bevihető” az ember teljes életének minden napján anélkül, hogy bármiféle egészségkárosodást okozna. Ezt a dózist a tesztorganizmusok szennyezőanyag dózisokra adott válaszából határozzák meg a NOAEL vagy LOAEL és UF értékek ismeretében, érzékeny alcsoportokat is vizsgálva. Kifejezése mg/kgxnap egységben történik.

**NOAEL (No Observed Adverse Effect Level):** állatkísérletben a vizsgált vegyi anyag legnagyobb dózisa, ahol statisztikailag vagy biológiailag szignifikáns káros hatás még nem figyelhető meg a vizsgált populációban a megfelelő kontroll populációhoz viszonyítva. Hatás esetlegesen megfigyelhető, de az nem minősíthető károsnak.

## 1.2. Integrált kockázati modell, releváns expozíciós szituációk



A kockázatelemzés alapján a kockázati modell (más elnevezéssel: integrált kockázati modell, koncepció modell) felállítását tekinthetjük. Általában ezen munkafázis során határozzuk meg a kockázat lehetséges elemeit, úgymint a szennyezőforrást, a lehetséges terjedési és expozíciós utakat és a potenciális hatásviselőket. A releváns expozíciós lehetőségeket tartalmazó kockázati modell alkotja a kockázatelemzés egymást követő fázisainak alapját. Az elméleti kockázati modell pontos felvétele és iteratív finomítása a kockázat alapú beavatkozások kulcseleme.

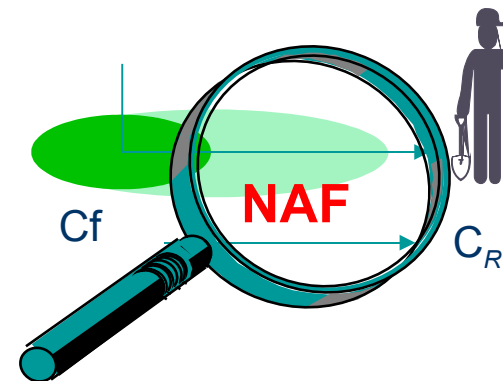
**Magyarozó példa: Egy föld alatti szállító vezeték megsérült, ennek következtében a talajvízbe szennyezőanyag került. A talajvízzel a szennyezőanyag egy közeli település irányába terjedt tovább. A településen a talajvizet ivóvízként is hasznosítják, a szennyezett víz fogyasztásával humán hatásviselők (a település lakosai) exponálódtak.**

## 1.3.a. A kockázatelemzés lépcsői

- **1. lépcső: Általános érvényű határértékek használata**  
szakmai-módszertani útmutatók, ajánlások, határérték-listák (10/2000 rendelet, RIVM) összevetése a **PEC** értékekkel
- **2. lépcső: Egyszerűsített mennyiségi kockázatelemzés**  
adatok korlátozottan állnak rendelkezésre,  
szennyezőanyagok és az expozíciós útvonalak  
áttekintése, konzervatív megközelítés (kedvezőtlen  
körülményekre), egyszerű eloszlási modellek használata
- **3. lépcső: Részletes hely-specifikus mennyiségi kockázatelemzés**  
kevésbé konzervatív, sok adatot felhasználó  
komplex modelleket tartalmazó eljárás;  
pl. valószínűségi expozíciós modell,  
biológiai hozzáférhetőség vizsgálat,  
numerikus szennyezőanyag terjedés modellezés



Reference tables.



A költség-hatékony kockázatelemzés iteratív, lépcsőzetes módon történik. Első lépésben konzervatív feltételezésekkel helyettesítjük az adathiányból eredő bizonytalanságot, majd újabb, hely-specifikus adatok használatával pontosítjuk a számítást. Az egymást követő iterációk eredménye általában egyre alacsonyabb kockázatot mutat, ugyanis csökken a számítás konzervativizmusa, a valóságot jobban közelíti az elméleti kockázati modell.

## 1.3.b. Az egyes kockázatelemzési lépcsők jellemzői

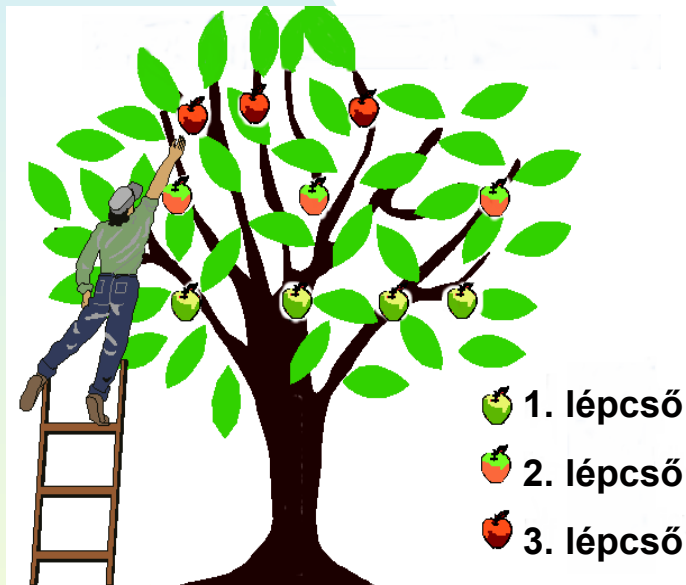
A többlépcsős mennyiségi kockázatelemzés jellemzői

1. lépcső

2. lépcső

3. lépcső

Az emberi egészség és a környezet azonos fokú védelme



Konzervativizmus

A műszaki beavatkozás költség-hatékonysága

Adatigény, terület specifikusság

Az adatok bizonytalansága

A vizsgálatok időigénye és költsége

A lépcsőkben való előrehaladás egyre nagyobb anyagi és időbeli ráfordítást igényel, hogy a növekvő adat- és elemzési igény teljesíthető legyen. Ezzel együtt a konzervatív, "általános" feltételezések helyébe helyszínspecifikus tényezők lépnek, és ezzel egyidejűleg növekszik a környezet valós kockázatairól alkotott kép pontossága és műszaki beavatkozás költség-hatékonysága. Az iterációs folyamat során az emberi egészség és a környezet védelme és biztonsági szintje állandó marad.



# 1.3.c. A lépcsőzetes megközelítés folyamatábrája



**Rövidítések:**

**Magyarítani kéne**

**COC** (Chemicals Of Concern): a vizsgált szennyezőanyagok koncentrációja

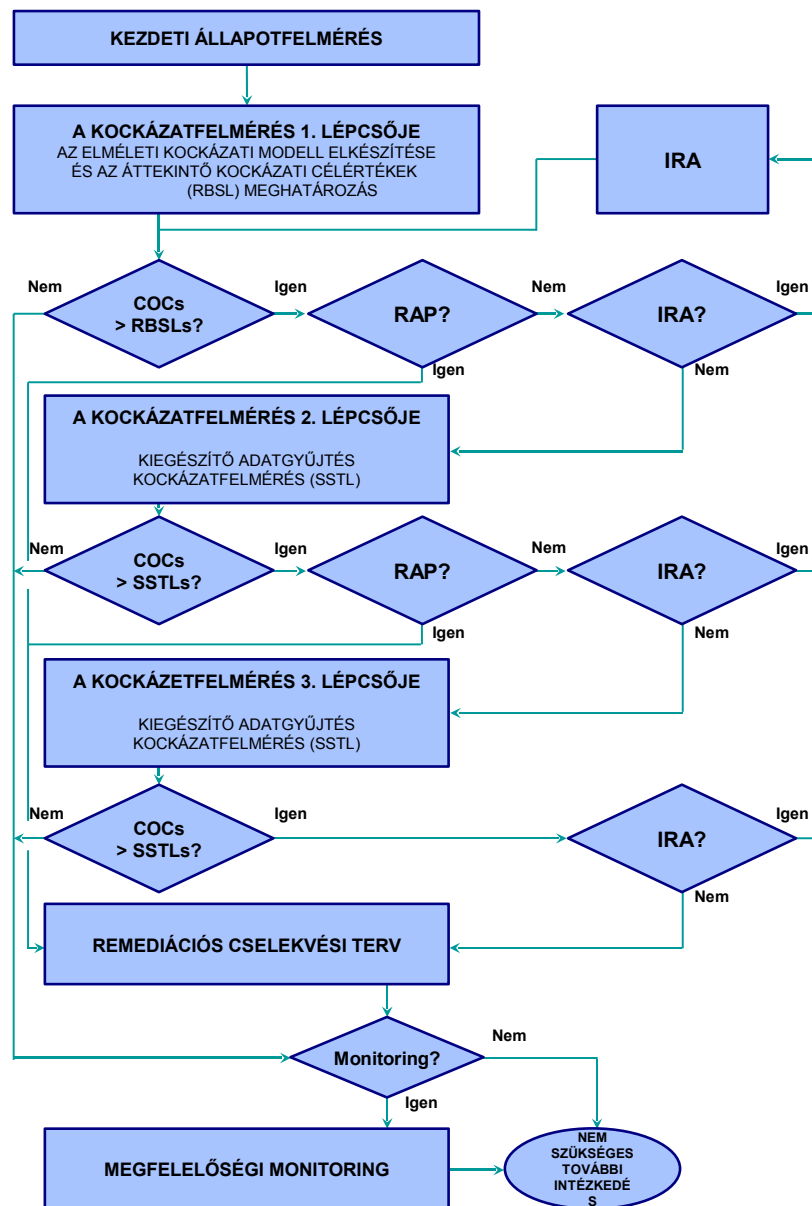
**RAP** (Remedial Action Plan): műszaki beavatkozási-kockázatcsökkentési terv

**IRA** (Interim Remedial Action): közbülső kockázatcsökkentő eljárás

**RBSL** (Risk Based Screening Level): áttekintő kockázati alapú célkoncentráció

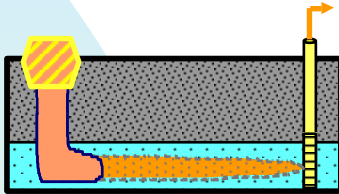
**SSTL** (Site Specific Target Level): terület-specifikus mentesítési célkoncentráció

- 1. lépés
- 2. lépés
- 3. lépés
- 4. lépés
- 5. lépés
- 6. lépés
- 7. lépés
- 8. lépés
- 9. lépés



# 1.6.a. A kockázat számítás és a D érték képzés közötti kapcsolat

**Expozíciós koncentráció** ×

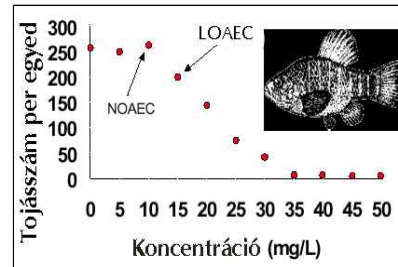


**Expozíciós faktor** ×



×

**Toxicitás** =



**kockázat**

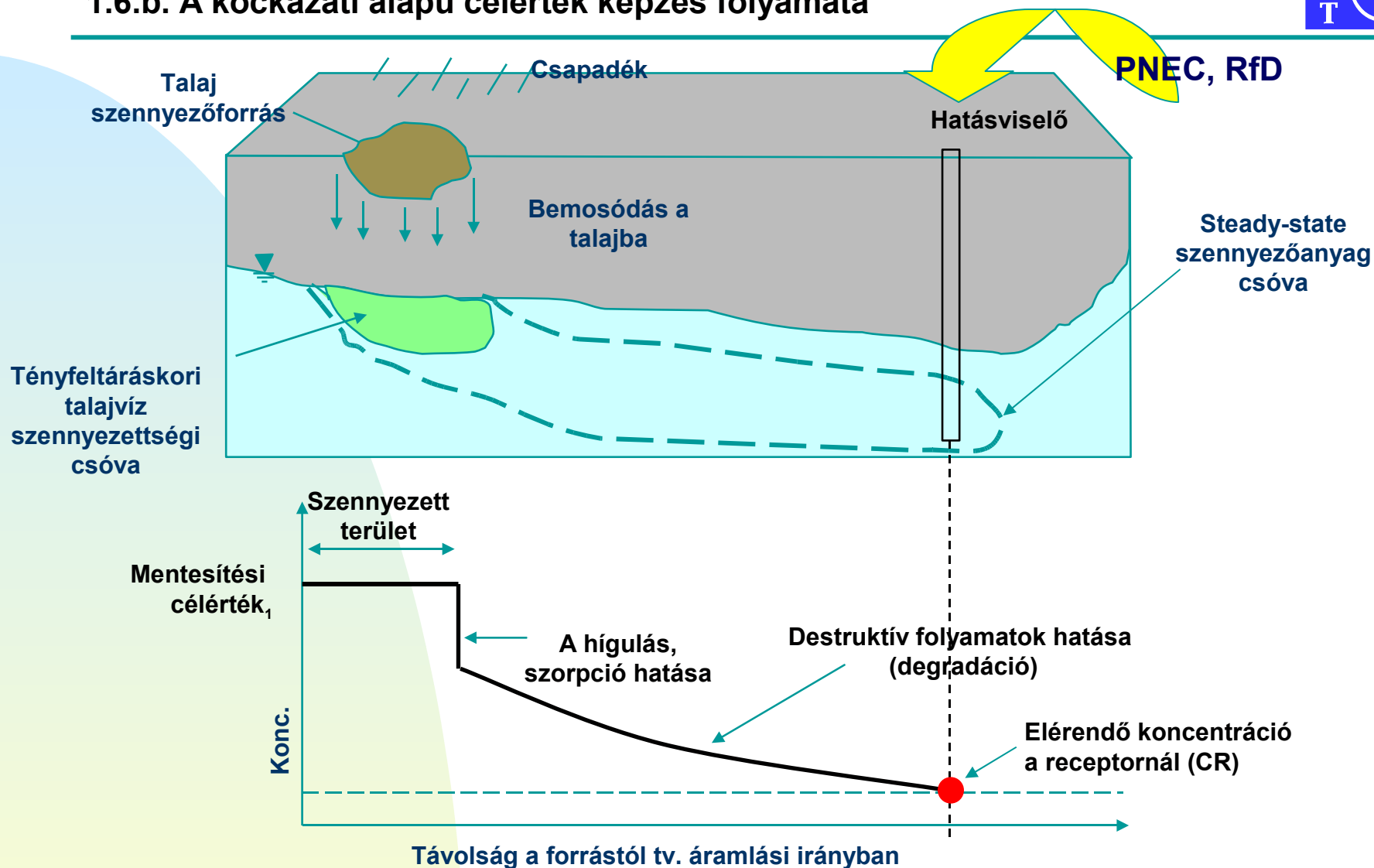


**kockázat felmérés**  
*pl.:  $\text{ÁND}/\text{TDI}=\text{HQ}$*

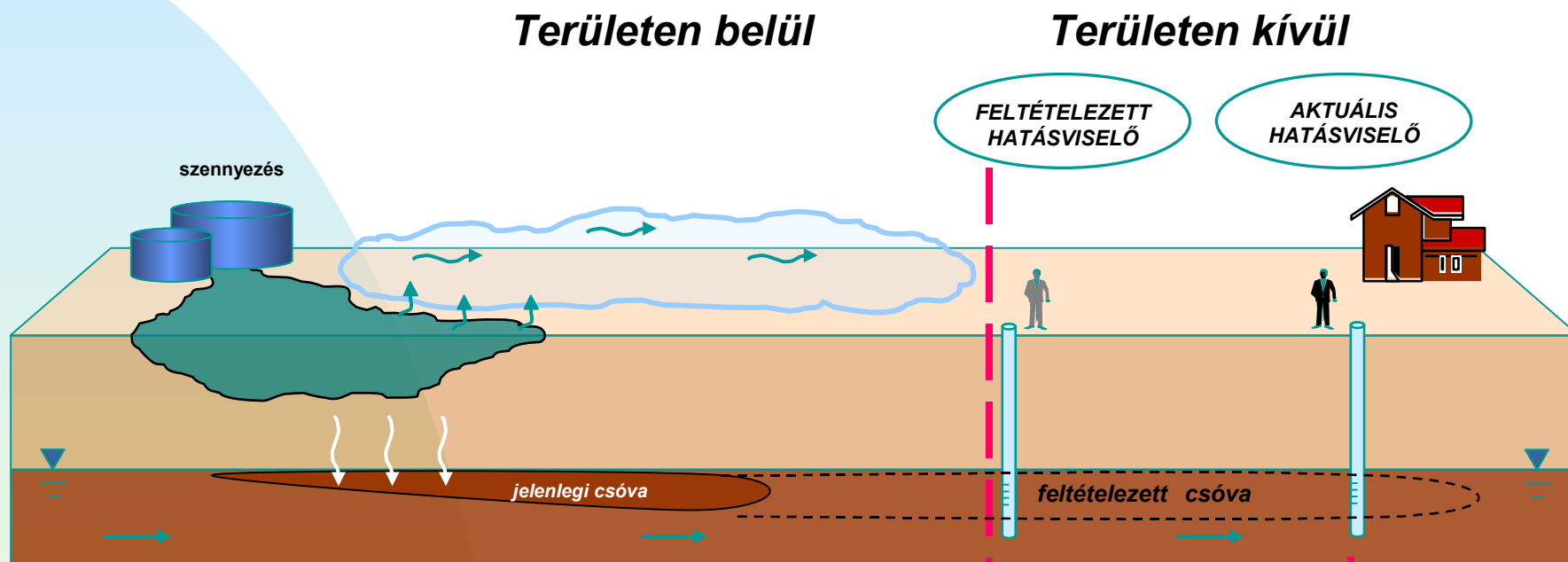
**D érték számítás**  
*pl.:  $\text{HQ}=1, \text{ÁND}=\text{TDI} \Rightarrow c=\text{TDI}/\text{EM}$*

A kockázati alapú célérték képzés folyamata a kockázati mérőszámok képzése folyamatának inverze.

## 1.6.b. A kockázati alapú célérték képzés folyamata



A kockázati alapú célkoncentráció; azaz a D kármentesítési célállapot határérték meghatározásakor (az elfogadható kockázathoz tartozó környezeti koncentráció képzése) a hatásviselőnél megengedhető kockázathoz tartozó dózishoz vagy koncentrációhoz visszafelé haladva határozzuk meg a forrásoldalon még megengedhető koncentrációt az adott környezeti elemekben. A kapott értéket pedig összehasonlítjuk a szennyezett területen mért koncentráció értékekkel.



D érték számítás a potenciális expozíciós pontra

Feltételezett hatásviselők védelme

D érték számítás a tényleges expozíciós pontra

A tényleges hatásviselők védelme

**FONTOS:**  
Mind a tényleges, mind a feltételezett expozíciós ponton lévő hatásviselőre nézve értékelni kell a kockázatot a kármentesítés előkészítése érdekében.