



## NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI KÖZPONT

### KÖZEGÉSZSÉGÜGYI LABORATÓRIUMI ÉS MÓDSZERTANI FŐOSZTÁLY<sup>1</sup>

Cím: 1097 Budapest Albert Flórián út 2-6. Tel: + 36 1 476 1100, Fax: + 36 1 476 6401, e-mail: [kozezlab@nnk.gov.hu](mailto:kozezlab@nnk.gov.hu)

## **Szerves mikroszennyezők megjelenése ivóvízbázisokban, monitoring kutakban**

### **közegészségügyi kockázatok, monitoring, vízminőség felügyelet**

#### 1,1-diklór-etán

Az 1,1-diklór-etán az ipari kémiai szintézisekben széles körben előforduló köztitermék, például vinil-klorid és 1,1,1-triklór-etán gyártásának során keletkezhet, valamint gumigyártásban (vákuumtűrő gumi) használják fel. Ivóvízben megengedhető koncentrációjára sem az *emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről* szóló 2020/2184 európai parlamenti és tanácsi irányelv, sem az ivóvíz minőségéről és az ellenőrzés rendjéről szóló 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet (továbbiakban: Kormányrendelet)<sup>2</sup> nem határoz meg határértéket.

Az 1,1-diklór-etán emlősökben gyors reakciókban ecetsavvá és különböző klórozott vegyületekké alakul át. Nagy mennyiségű (100 g/m<sup>3</sup>-t meghaladó) 1,1-diklór-etán belégzése rövid távon az ember központi idegrendszerére hat károsan, növeli a depresszió kockázatát, szívritmuszavarokat okozhat. Állatkísérletben patkánnyal, nyúllal vagy tengerimalaccal nem igazoltak káros hatást belégzés útján, macskákban azonban vesekárosodással hozták összefüggésbe, mely alapján az Amerikai Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala (Environmental Protection Agency, EPA) 0,5 mg/m<sup>3</sup> referencia koncentrációt határozott meg. Rövid távú bőrérrintkezés kiütéseket, a bőr égési sérülését okozhatja. Genotoxikus és rákkeltő hatásának vizsgálatára vonatkozóan kevés vizsgálat történt, állatkísérletekben a vérerek daganatos megbetegedéseivel, emlődaganatok, májtumorok kockázatával, valamint a szaporító szervrendszer károsodásával hozták összefüggésbe.

<sup>1</sup> Hatósági szempontból a szakmai útmutató az NNK Közegészségügyi Főosztály által áttekintésre került.

<sup>2</sup> <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A2300005.KOR&searchUrl=/gyorskereso?keyword%3D5/2023>

Az EPA az 1,1-diklór-etánt a C csoportba (lehetséges rákkeltő anyag) sorolta, patkányokon végzett kísérletek eredményei alapján 0,1 mg/ttkg/nap átmeneti referencia dózist (RfD) határozott meg, melyből az ivóvízre vonatkozóan 5 µg/l határértéket és 3 µg/l közegészségügyi célértéket számított. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) azonban nem határozott meg ivóvízre vonatkozóan határértéket.

Az 1,1-diklór-etán a kútvízben, és ezáltal az ivóvízben, a vízbázis elszennyeződése miatt, ipari eredetű szennyezésként jelenhet meg. Amennyiben a szennyezés forrása ismert, azaz pontosan meghatározható, hogy milyen kémiai folyamat (gyártástechnológia) közti vagy végtermékeként került a környezetbe, érdemes a vízbázis szennyeződésének nyomon követésére további vízminőségi paramétereket is bevonni.

A szennyezőforrás pontos ismeretének hiányában, először érdemes lehet ún. GC ujjlenyomat vizsgálatot végezni, és a kimutatott illékony formába hozható szennyező anyagok alapján meghatározni az esetleges további monitoring paramétereket.

Mivel egészséghatás elemzésen alapuló határérték a szolgáltatott ivóvízre vonatkozóan 1,1-diklór-etán paraméterre nem áll rendelkezésre, közegészségügyi szempontú hatósági intézkedés során beavatkozási értéként a 6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet 2. melléklet 8. szakaszában szereplő felszín alatti vizekre megállapított 1 µg/l határérték használható.

Ha a vízbázis 1,1-diklór-etán szennyezettsége feltételezhető, javasolt:

- a fajlagos elektromos vezetőképesség vizsgálata a vízműtelepet elhagyó vízben online, a termelő kutakban háromhavonta, a kutak közös nyersvizében naponta,
- az 1,1-diklór-etán (beavatkozási érték 1 µg/l) vizsgálata a kutak közös nyers vizében hetente kétszer, a vízműtelepet elhagyó vízben hetente,
- folyamatos tendencia követés (legalább a fajlagos elektromos vezetőképességre és az 1,1-diklór-etán tartalomra vonatkozóan),
- GC ujjlenyomat vizsgálat évente a kutakból, az esetleges újonnan megjelenő szennyező anyagok azonosítása céljából.

## Ftalátok

A ftalátok a műanyag termékek széleskörű alkalmazása miatt a környezetben szinte mindenhol megtalálhatók. Az emberi szervezetbe elsősorban az ételekkel és az italokkal érintkező anyagokból kioldódva juthatnak be. Szinte minden, gyakrabban előforduló ftalát vegyület károsíthatja a szaporítórendszert, emellett számos ftalát vegyületnek ismert idegrendszeri fejlődést és hormonháztartást befolyásoló, valamint légzőszervrendszert károsító hatása is. A hormonháztartást legerőteljesebben befolyásoló ftalátok a DnPeP, DEHP, DnBP, DiBP, BBzP, DnHP, DCHP, DBP, BBP. Az aggodalomra leginkább okot adó ftalát vegyületek összeadódó hatása bizonyított, tehát ezek együttes, tartós expozíciója a káros hatások felerősödését jelenti. Emellett hatásuk összeadódhat más hormonháztartásra ható kémiai anyagokkal is.

Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) 2019-ben 0,01 mg/ttkg/nap DBP, 0,5 mg/ttkg/nap BBP és 0,05 mg/ttkg/nap DEHP napi tolerábilis beviteli értéket állapított meg. Az ivóvízzel bevitt ftalát a WHO értékelése alapján jellemzően az összes bevitel 1 %-a. Palackozott vizekre és ivóvízre a DEHP (di-(2-etilhexil)ftalát) esetében az irányérték 6-8 µg/l (US FDA, 2012; WHO, 2011). Felszín alatti vizekre vonatkozó határértéket szintén DEHP-re a 6/2009 (IV.14.) KvVM-EüM-FVM rendelet tartalmaz (1,3 µg/l).

Az ivóvízminőségfelügyelet kockázat-alapú szemlélete alapján az újonnan megjelenő, potenciális egészségkockázattal rendelkező szennyezők esetén az üzemeltető feladata a szennyező mennyiségének nyomon követése, a trendszerű változások azonosítása. Bár a ftalátok a nyersvíz esetleges szennyezettsége mellett az ivóvízhálózat szerkezeti anyagaiból is származhatnak, jellemzően a nyersvíz a jelentősebb forrás. A vízbázis ftalát szennyezettségének felismerése esetén a ftalátok vizsgálatát a nyersvízforrásokban (üzemeltetésbe bevont kutakban, forrásokban), a vízművek kimenő vizében a kötelező monitoring program részévé kell tenni, vizsgálatuk évente legalább egyszer szükséges. Hálózati ponton vizsgálatuk a nyersvízben, illetve a vízművet elhagyó ponton történt vizsgálat irányértéket meghaladó eredménye alapján írható elő. Trendszerű növekedés azonosítása, valamint az irányértékek túllépése esetén mérlegelni szükséges az érintett vízkivétel kizárását az ivóvízellátásból, illetve a ftalátok eltávolítására alkalmas technológia (pl. aktívszén szűrés) üzembe helyezését is. A vízmű kimenő ponton és hálózati pontokon a javasolt beavatkozási érték összes ftalátra 8 µg/l, a DEHP-ra 1,3 µg/l.

## TPH (Total Petroleum Hydrocarbon, Összes ásványi szénhidrogén)

Az olajszármazékok, és kőolajtermékek mennyiségét jelző TPH összegparaméter több száz, 5 és 40 szénatomszám közötti szénhidrogén vegyület összetett keveréke. Ez nehézséget jelent a víz szennyeződése esetén a toxicitás, egészséghatás meghatározásában. A helyzetet tovább bonyolítja, hogy a széles tartományba eső komponensek egy méréssel nem határozhatóak meg. Ezért a TPH fogalmat két részre szokták bontani: a VPH (Volatile Petroleum Hydrocarbons) összegparaméterre, amely a  $>C_5-C_{12}$  tartományt tartalmazza, és az EPH (Extractable Petroleum Hydrocarbons) összegparaméterre, amely a  $>C_{10}-C_{36}$  tartományt fedi le. A definícióból kiderül, hogy van egy átfedése a két meghatározásnak, és általában a vizsgáló laboratórium határozza meg, hova érte a közös tartományt. A leggyakoribb megoldás, hogy a VPH tartományt csak  $C_{10}$ -ig mérik, a  $C_{10}-C_{12}$  vegyületeket pedig az EPH meghatározása során adják meg. Az egyes méretfrakciókba tartozó vegyületek köre mintánként eltérő lehet. Tovább nehezítheti a helyzetet, hogy az EPH fogalom meghatározása esetében a vegyületcsoport pontos definíciója, az összegparaméter részeként meghatározott vegyületek köre függ a mérési metodikától (pl. IR-spektroszkópia vagy GC alapú módszer), valamint az egyes, különböző víztípusokra, környezeti elemekre vonatkozó hazai jogszabályokban is eltér. Mindezek mellett a hazai és nemzetközi jogszabályok sincsenek mindig összhangban: míg EPH fogalom alatt ma Magyarországon az alifás, monoaromás és aliciklikus vegyületeket értjük, addig a nemzetközi gyakorlat, elsősorban az Amerikai Egyesült Államokban, beleérti a policiklikus vegyületeket is. Ezek a definíciók elsősorban az adott ország által használt szabványokat és mérés-technikai megoldásokat tükrözik.

A TPH összegparaméterhez tartozó vegyületek frakciónkénti értékelése utalhat a szennyezés forrására. A frakciók toxikológiai tulajdonságai, így egészségkockázata is eltér. A TPH-ra, mint nehezen definiálható, számos komponenst magába foglaló összegparaméterre, egészség alapú határérték meghatározása nehézkes. Ugyanakkor az igen nagyszámú és sokféle összetevő egyedi értékelésén alapuló hagyományos megközelítés sem tekinthető minden esetben megfelelőnek. A kockázat értékelésére a WHO célszerűnek tartja a különböző szénhidrogén-frakciók sorozatát értékelni, és ezekre meghatározni a megfelelő tolerálható koncentrációkat. A WHO csoportosítása alapvetően az Egyesült Államokban működő Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group (TPHCWG) munkacsoport vizsgálatain és eredményein alapszik.

A frakciók közül az alifás (aromás gyűrűt nem tartalmazó) szénhidrogének viszonylag alacsony akut toxicitással rendelkeznek. Az 5-12 szénatomszámú alkánok érzéstelenítő tulajdonságúak, különösen nagy koncentrációk belégzését követően. Az n-hexánnak visszafordíthatatlan hatása lehet az idegrendszerre. Az alkének (egyszeresen telítetlen nyílt láncú szénhidrogének) gyenge érzéstelenítő tulajdonságon kívül kevés toxicitást mutatnak. A kisebb molekulájú aromás vegyületek többsége is viszonylag alacsony toxicitású, kivéve a benzolt, amely rákkeltő anyag. Néhány vegyület, így az etil-benzol, a trimetil-benzol és az MTBE (metil-terc-butil-éter) vegyületek íz- és szagküszöbértéke néhány  $\mu\text{g/l}$ , így a fogyasztathóság korlátja jellemzően már az egészség alapú irányértékek alatti koncentrációnál jelentkezik. Általánosan, minél hosszabb szénláncú vegyületek alkotják a TPH összegparamétert, annál kevésbé kockázatosak az emberi egészségre, mivel annál kevésbé oldódnak a vízben.

A WHO az alábbi, a TPH (poliaromás komponenseket is tartalmazó) összegparaméter részeként mérhető anyag(csoport)okra határozott meg egészségügyi irányértéket:

- A  $>C_5-C_6$  és a  $>C_6-C_8$  aromás frakcióból a benzol egészségügyi határértéke  $1 \mu\text{g/l}$ , a toluolé  $700 \mu\text{g/l}$  (a toluolnál már ennél az irányértéknél kisebb koncentrációnál jelentkezik a fogyasztók számára elfogadhatatlan szag).
- Az ivóvízre vonatkozó WHO irányérték a  $>C_8-C_{10}$  aromás frakcióban etil-benzolra  $300 \mu\text{g/l}$ , a xilolokra (m-xilol, o-xilol, p-xilol összege)  $500 \mu\text{g/l}$ .
- A  $>C_{10-12}$ , a  $>C_{12-16}$ , a  $>C_{16-21}$  és a  $>C_{21-35}$  aromás frakciókra a javasolt napi tolerálható bevitelből (referencia dózis (RfD):  $30 \mu\text{g/l}/\text{tkg}/\text{nap}$ ) számítható egészségügyi irányérték  $90 \mu\text{g/l}$  érték. Azonban ki kell emelni az aromás frakciókból a PAH-okat, amelyek esetében az egészségügyi határértékek sokkal alacsonyabbak. A PAH-ok esetében az ivóvízre vonatkozó jogszabályt kell figyelembe venni, a Kormányrendelet szerinti határérték  $0,01$  benzo(a)pirénre és  $0,1 \mu\text{g/l}$  a benz(b)fluorantén, benz(k)fluorantén, indeno(1,2,3-cd)pirén, benz(g,h,i)perilén összegére. Ivóvízből továbbá az alábbi paraméterek vizsgálata, és mennyiségének nyomonkövetése szükséges: naftalin, 1-metil-naftalin, 2-metil-naftalin, acenaftilén, acenaftén, fluorén, fenantrén, antracén, fluorantén, pirén, benz(a)antracén, krizén, benz(e)pirén, dibenz(a,h)antracén.
- A  $>C_{5-6}$  és a  $>C_{7-8}$  alifás frakció esetében, feltételezve, hogy a bevitel 10%-át adja az ivóvíz, az  $5000 \mu\text{g/l}/\text{tkg}/\text{nap}$  tolerálható bevitelből  $15000 \mu\text{g/l}$  egészségügyi irányérték adódna, ami azonban már jelentősen meghaladja a vegyületek vízben való oldhatóságát. Ebből a frakcióból a legkárosabb a hexán, amelynek a napi tolerálható bevitel  $60 \mu\text{g/l}/\text{tkg}$ , amelyből átszámítva  $180 \mu\text{g/l}$  egészségügyi irányérték lenne meghatározható.

- A >C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>, a >C<sub>10-12</sub>, és a >C<sub>12-16</sub> alifás frakció esetén a 100 µg/l/ttkg/nap referencia dózis 300 µg/l irányértéket jelentene, 60 kg-os felnőtt napi 2 liter vízfogyasztását és a bevitelből az ivóvíz 10%-os részarányát feltételezve.

**A TPH paraméter vizsgálata alapvetően nem a szénhidrogének toxicitása miatt indokolt, hanem annak indikátor jellege miatt. Az irányértékeknél, határértéknél magasabb, szokatlan vagy növekvő koncentrációja esetén a legfontosabb a szennyezés forrásának felderítése.** A forrás felderítésében segítség lehet a VPH és az EPH kromatogramok elemzése, mely alapján megállapítható, hogy mely frakciók jellemzőek, azaz mely mérettartományból származik a szénhidrogének nagyobb mennyisége. A kromatogramok elemzésénél az évszakos változásokat is javasolt figyelembe venni. A forrás felderítését hidrogeológus szakértő bevonásával javasolt elvégezni.

**A forrás felderítése mellett szükséges néhány aggodalomra okot adó komponens egyedi meghatározása is.** A közcélú ivóvízművek, valamint a közcélú szennyvízelvezető és -tisztító művek üzemeltetése során teljesítendő vízügyi és vízvédelmi szakmai követelményekről szóló 16/2016. (V. 12.) BM rendelet előírásaihoz hasonlóan, amennyiben a mért TPH paraméter kontroll vizsgálattal megerősítve az ivóvízben nagyobb, mint 20 µg/l, akkor a 2. melléklet szerinti (SM) jelű komponenskör vizsgálatának előírása, kiegészítve a 16-os PAH (policiklusos aromás szénhidrogének) listával, hexánnal és MTBE paraméterrel javasolt. Ezzel összefüggésben olyan laboratórium kiválasztása szükséges, mely a TPH paramétert megfelelő, legfeljebb 20 µg/l alsó méréshatárral tudja meghatározni.

Szennyezés gyanúja esetén, az eredmények alapján a vízbázison azonosítható szennyezőforrások felülvizsgálata javasolt, beleértve a kőolajszármazékok ivóvízbe kerülésének kockázatával járó tevékenységek, szennyezett területek felkutatását, korábbi adatok összegyűjtését, szükség esetén a vízügyi hatóság bevonásával.

### MTBE (metil-terc-butil-éter)

Az MTBE szennyezőanyagra jelenleg nincs ivóvízre vonatkozó határérték. Organoleptikus szempontból (kellemetlen íz, szag megjelenése miatt) a toxikológiai alapú beviteli értéknél nagyságrendekkel kisebb koncentráció is elfogadhatatlan. A szaghatás MTBE esetén 15 µg/l érték körül, alkil-benzolok és alkil-naftalinok esetén néhány µg/l koncentrációnál jelentkezhet, míg kedvezőtlen egészséghatás ennél jóval nagyobb koncentrációk esetében várható.

Szennyezés gyanúja esetén első lépésben a termelőkutak felmérése javasolt. Ajánlott továbbá a termelőkutakból a TPH paraméter vizsgálata is.

Amely termelőkútban a TPH koncentráció >20 µg/l, abban az esetben az MTBE mellett alábbi paraméterek vizsgálata is javasolt:

- BTEX-vegyületek
- PAH-vegyületek (a Kormányrendelet szerinti teljes lista)
- GC ujjlenyomat-vizsgálat az illékony és nem illékony frakcióból is

Szennyezés gyanúja esetén a szennyezéssel érintett kutakat lehetőség szerint ki kell zárni a termelésből. Amennyiben ez nem megoldható, abban az esetben a szerves anyagok eltávolítására alkalmas technológia alkalmazása lehet szükséges. Ha valamely szennyező mennyisége a javasolt, egészséghatás alapján kiszámított beavatkozási értéket meghaladja, abban az esetben átmeneti ivóvíz-ellátás elrendelése lehet szükséges a lakosság részére. A további kockázatértékelésben az eredmények rendelkezésre állása esetén az NNK tud segítséget nyújtani. Ezen eredmények alapján határozható meg, hogy a vízmű kimenő vízből és/vagy a hálózati vízből egyéb paraméterek vizsgálata, valamint az ivóvízellátó rendszerre vonatkozó monitoring rendszer, vizsgálati ütemterv felülvizsgálata szükséges-e az 5/2023 (I. 12.) Kormányrendelet előírásainak megfelelően.