

# 1. Az ivóvíz

## 1.1. Az ivóvíz fogalma, alapvető jellemzői:

Az ivóvízzel szemben támasztott egészségügyi, ill. esztétikai követelményeket röviden az alábbiakban foglalhatjuk össze:

- ne tartalmazzon olyan anyagokat, vagy élőlényeket, amelyek az emberi szervezetet bármilyen módon károsíthatják,
- tartalmazza mindazokat az anyagokat, amelyekre a szervezetnek szüksége van és felvételükben a víz szerepe lényeges,
- legyen színtelen, szagtalan, ne legyen kellemetlen íze, ne tartalmazzon szemmel látható részecskéket, élőlényeket.

Mindezen követelményeket jogi formában a **201/2001.(X.25.) Korm. sz. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről** szabályozza.

A rendelet alkalmazásában az ivóvíz meghatározott minőségű olyan víz:

- amely ivásra, főzésre, élelmiszer-készítésre, vagy egyéb háztartási célra szolgál, tekintet nélkül az eredetére, valamint arra, hogy vízvezetékéből, vagy tartályból származik,
- amelyet élelmiszer előállításához használnak fel, beleértve mindazon anyagoknak és termékeknek a gyártását, feldolgozását, konzerválását és forgalmazását, amelyek emberi fogyasztásra szolgálnak;

A víz akkor felel meg az ivóvíz minőségnek, ha

- nem tartalmaz olyan mennyiségben vagy koncentrációban mikroorganizmust, parazitát kémiai vagy fizikai anyagot, amely az emberi egészségre veszélyt jelenthet;
- megfelel az 1. sz. melléklet A és B részében meghatározott követelményeknek;
- minden szükséges intézkedés megtörtént annak érdekében, hogy az ivóvíz minősége megfeleljen a rendeletben meghatározott előírásoknak.

## 1.2. Ivóvizek összetétele, szennyezői

A természetben a víz vegyileg tiszta állapotban (ionmentes víz) nem fordul elő. Az esővíz még tiszta levegőjű területen is tartalmaz szén-dioxidot, amely víz a talajjal érintkezve bizonyos ásványi anyagokat oldani képes. Így a tiszta természetes víz legalább kalcium- és magnézium-hidrogénkarbonátot, valamint az ezekkel egyensúlyt tartó oldott széndioxidot (szénsavat) tartalmaz. Az ilyen vizet tekinthetjük ideális ivóvíznek, mivel a szervezetnek nem ionmentes vízre, hanem bizonyos ozmózisnyomást elérő "vizes oldatra" van szüksége és a fenti ionok bizonyos koncentrációig ártalmatlannak tekinthetők.

A természetben lévő víz a fenti ionokon kívül még antropogén szennyezésektől mentes helyen is tartalmaz néhány mg/l klorid ill. nátrium iont, nem ionos vegyületként néhány 10mg/l metakavasavat, valamint a hőmérséklettől függő mértékben oldott oxigént. Természetes anyagnak tekintjük az ivóvízben továbbá a jodid és a fluorid ionokat is, amennyiben ezek koncentrációja nem haladja meg az ideálisnak tekinthető érték dupláját (fluorid) ill. a 3-4-szeresét (jodid).

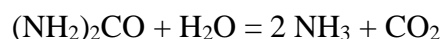
A tiszta vizekben is jelenlévő, fentebb felsorolt természetes anyagokon kívül előforduló egyéb anyagokat szennyező anyagoknak tekintjük. Szennyező anyagnak minősülnek a természetes anyagok is, ha koncentrációjuk a szokásos többszörösét éri el.

A szennyező anyagokat egészségügyi szempontból két csoportba sorolják:

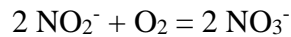
1. **természetes szennyezések**, amelyek emberi beavatkozástól mentes környezetben is előfordulnak:
  - természetes szerves anyagok, amelyek növényi vagy állati szervezet anyagcsere-, vagy bomlástermékeként jutnak a vízbe. Jelenlétük átmeneti: oxidatív környezetben lebomlanak (öntisztulás), a mélyebb rétegekben, anareob körülmények között humifikálódnak, belőlük huminanyagok keletkeznek.
  - nitrogénvegyületek (ammónia ill. ammónium ion, nitrit, nitrát), amelyek az élő szervezetekben lévő fehérjék és nukleinsavak lebomlási termékei.
  - a kénhidrogén (szulfidtartalom) felszíni vizekben anareob fehérjebomlás termékeként, mélységi vizekben vulkán utóműködés eredményeként jelenhet meg.
  - vas és mangán, amelyek természetes körülmények között akkor kerülnek a vízbe, ha a talaj redukzív.
  - az arzén a vizekben leggyakrabban előforduló természetes eredetű mikroelem, általában mélységi vízáradó rétegekből oldódik ki.
  - a bór szintén mélységi vízáradó rétegekből oldódik ki, néha jelentősebb koncentrációban.
2. **természetidegen szennyezések**, amelyek emberi tevékenység következtében keletkeznek és/vagy kerülnek az ivóvízbe:
  - az emberi tevékenység nyomán megnövekszik a vizek természetes szennyezőinek koncentrációja (pl. a műtrágyázás következtében feldúsulnak a nitrogén vegyületek, a foszfor), ami eutrofizációt eredményez, ennek nyomán a megnövekedett algamennyiségből íz- és szagrontó algatoxinok jelennek meg a vízben.
  - bizonyos vegyi anyagok rendeltetésszerű felhasználáskor, gyártási melléktermékként, esetleg baleset következtében kerülnek az ivóvízbe, pl. a növényvédőszer, detergens (mosószer hatóanyagai), szerves oldószer.
  - szennyező anyagok kerülhetnek az ivóvízbe a vízkezelés során is. A higany pl. a felhasznált kálium-permanganát szennyezőjeként jelenik meg, míg a szerves mikroszennyezők a klórozás vagy az ózonos fertőtlenítés melléktermékeként keletkeznek.
  - azbeszt kerülhet az ivóvizekbe a régebben alkalmazott azbeszt-cement vízvezetékcsövekből, nehézfémek a fémcsövekből (pl. ólom, kadmium), lágyítók, stabilizátorok (szintén ólom), öregedésgátlók (szerves fémvegyületek), szerves oldószer a ma alkalmazott műanyag csövekből.

### 1.3. A különböző N-formák keletkezése, élettani hatásai:

A nitrogén körforgása keretében az élő szervezetben lévő fehérjék és nukleinsavak bomlásakor, mind élő szervezetek anyagcsereje, mind elpusztult szervezetek bomlása eredményeképpen ammónium vegyületek keletkeznek. Ez a folyamat az **ammonifikáció**, amelyet aerob körülmények között heterotróf szervezetek végeznek: pl. karbamidból

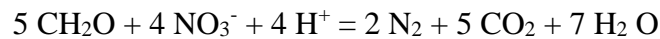


Oxidatív környezetben a **nitrifikáció** során az ammóniumion nitritté, majd nitráttá alakul. A nitritté alakítást a *nitrosomonas*, a nitráttá alakítást a *nitrobacter* nevű baktériumtörzsek végzik, melyek mindegyike autotróf, vagyis életműködésükhöz (ellentétben a heterotróf törzsekkel) nincs szükségük biodegradálható szerves anyagra:



A különböző nitrogénformák jelenléte, ill. hiánya kiváló szennyezés jelző. Amíg a nitrogén ammónia (vagy ammónium ion) alakjában van jelen a vízben friss szennyezéssel van dolgunk, a nitrit jelenléte azt mutatja, hogy megindult az oxidatív öntisztulás, a tovább már nem oxidálható nitrát megjelenése pedig az öntisztulás befejeződésére utal. Mivel tovább nem alakítható a nitrát akár nagyobb mennyiségben is feldúsulhat a felszín közeli vizekben.

Nem érvényesül a szennyezés jelző szerep a mélységi, levegőtől elzárt vizekben, hiszen ott nitrifikáció nem játszódhat le. Ha mégis nitrát kerül egy ilyen rétegbe abból anareob körülmények között heterotróf mikroorganizmusok hatására nitrogén gáz keletkezik. Ez a folyamat a **denitrifikáció**:



A fejlett országokban, az utóbbi évtizedekben a felszíni és talajvizek nitrát-tartalma határozottan növekszik, elsősorban a mezőgazdaság fokozott műtrágya-felhasználásának következményeként. Nitrát jelenléte az ivóvízben elsősorban a mesterségesen táplált csecsemők számára jelent veszélyt. Bizonyos körülmények között (magasabb pH, redukáló baktériumflóra, amely jellemző a csecsemők gyomor-bél rendszerére) a gyomorban nitritté alakul, amely felszívódva a vér hemoglobinjának egy részét oxigén szállítására képtelen metahemoglobinná alakítja, így az oxigéntranszport akadályozásával testi és szellemi elmaradást okoz. További egészségkárosító hatás lehet a pajzsmirigy működés gátlása, amelyet a jódiány ( amely gyakran jár együtt magas nitrát-tartalommal) fel is erősít.

Sok kutató szerint összefüggés van az emésztő- és kiválasztó szervi daganatok és az ivóvizek magas nitrát-tartalma között. Gyomorsavhiányos személyeknél ui. a nitrátból nitrit, abból pedig daganatkeltő n-nitroso vegyület ( $\text{R}_2\text{-N-NO}_2$ ) keletkezhet. Azonban az ilyen, fokozott kockázatú csoportoknál is nem a néhány 10, hanem a több száz ppm nitrát koncentráció jelent veszélyt.

## 1.4. Nitrátion meghatározási lehetőségei

### 1.4.1. Spektrofotometriás módszerek

**Minőségi azonosítás (tájékoztató vizsgálat):** a nitrátokból forró tömény kénsav hatására felszabaduló salétromsav az indigókarmin oldatot szintelen termékké, izatinná oxidálja ( MSZ 448/12-82 ).

#### Mennyiségi meghatározás:

- nátrium szaliciláttal:** a nitrátokból tömény kénsav hatására keletkező salétromsav és nátrium-szalicilát reakciója során nitroszármazék keletkezik, amelynek Na-sója lúgos közegben sárga színű. Az oldat színintenzitása 410 nm környékén arányos a vízminta nitrát-koncentrációjával ( MSZ 448/12-82: ivóvízben, MSZ 12750/18-74: felszíni vizekben, MSZ 260/11-71: szennyvízben, MSZ 21880/11-83: légköri csapadékvízben).
- nitritté redukáva** (pl. kadmiummal), majd a nitrit meghatározása szulfanilsav- $\alpha$ -naftilamminnal vörösesibolya azoszinezék keletkezése közben (lásd az MSZ 448/12-82:  $\text{NO}_2^-$  meghatározása ivóvízben, MSZ EN ISO 13395:  $\text{NO}_3^-$  ion meghatározása ivó-,

felszíni- és szennyvizekben kadmiumos redukciót követő szulfanilsav- $\alpha$ -naftilamminos módszerrel áramló oldatos injektálásos (FIA) mérés technikával UV-VIS detektálással)

- c. **közvetlen UV spektrofotometriás módszerrel:** az  $\text{NO}_3^-$  ion a 208-212 nm ultraibolya tartományban abszorbeál, itt a minta minden előkészítés nélkül mérhető. A mérés csak kevés zavaró szerves anyag jelenléte esetén végezhető el.

**1.4.2. Ionkromatográfia:** állófázisként kis kapacitású anioncserélő oszlopot, mozgófázisként egy-, vagy kétértékű gyenge savak sóinak vizes oldatát (nátrium-karbonát-nátrium-hidrogénkarbonát), detektorként vezetőképességmérőt, szupresszorként (ionelnyomóként az eluens vezetőképességének csökkentésére) kationcserélő oszlopot alkalmaznak (MSZ EN ISO 10304-1: ivó-, felszíni- és talajvizekben, MSZ EN ISO 10304-2: szennyvizekben)

**1.4.3. Mellékletek: a 201/2001.(X.25.) Korm. sz. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről** szóló kormányrendelet

**A) Mikrobiológiai vízminőségi jellemzők**

Vízminőségi jellemző	Határérték (szám/100 ml)
Escherichia coli (E. coli)	0
Enterococcusok	0

Tartályban forgalmazott vízre vonatkozó értékek:

Vízminőségi jellemző	Határérték
Escherichia coli (E. coli)	0/250 ml
Enterococcusok	0/250 ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml
Telepszám 22 °C-on	100/ml
Telepszám 37 °C-on	20/ml

**B) Kémiai vízminőségi jellemzők**

Vízminőségi jellemző	Határérték	Egység	Megjegyzés
Akrilamid	0,10	$\mu\text{g/l}$	1. megjegyzés
Antimon**	5,0	$\mu\text{g/l}$	
Arzén	10	$\mu\text{g/l}$	2. megjegyzés
Benzol	1,0	$\mu\text{g/l}$	
Benz(a)pirén	0,010	$\mu\text{g/l}$	
Bór	1,0	mg/l	3. megjegyzés
Bromát**	10	$\mu\text{g/l}$	4. megjegyzés
Kadmium	5,0	$\mu\text{g/l}$	
Króm	50	$\mu\text{g/l}$	
Réz	2,0	mg/l	5. megjegyzés
Cianid	50	$\mu\text{g/l}$	
1,2-diklór-etán**	3,0	$\mu\text{g/l}$	
Epiklórhidrin	0,10	$\mu\text{g/l}$	1. megjegyzés
Fluorid	1,5	mg/l	3. megjegyzés
Ólom*	10	$\mu\text{g/l}$	5. megjegyzés

Higany	1,0	µg/l	
Nikkel	20	µg/l	5. megjegyzés
Nitrát	50	mg/l	6. megjegyzés
Nitrit	0,50	mg/l	3., 6. és 7. megjegyzés
Peszticidek*	0,10	µg/l	8. és 9. megjegyzés
Összes peszticid*	0,50	µg/l	8. és 9. és 10. megjegyzés
Policiklusos aromás szénhidrogének	0,10	µg/l	Meghatározott vegyületek koncentrációjának összege; 11. megjegyzés
Szelén	10	µg/l	
Tetraklór-etilén és triklór-etilén	10	µg/l	A két vegyület koncentrációjának összege
Összes trihalo-metán	50	µg/l	Meghatározott vegyületek koncentrációjának összege; 12. megjegyzés
Vinil-klorid	0,50	µg/l	1. megjegyzés
Cisz-1,2-diklór-etilén	50	µg/l	
Klorit	0,20	mg/l	13. megjegyzés
Kötött aktív klór	3,0	mg/l	13. megjegyzés

### C) Indikátor vízminőségi jellemzők

Vízminőségi jellemző	Határérték	Egység	Megjegyzés
Alumínium	200	µg/l	
Ammónium	0,50	mg/l	1. megjegyzés
Klorid	250	mg/l	1. és 2. megjegyzés
Clostridium perfringens (spórákkal együtt)	0	szám/100 ml	3. megjegyzés
Szín	A fogyasztók számára elfogadható és nincs szokatlan változás		
Vezetőképesség	2500	µS cm <sup>-1</sup> 20 °C-on	2. megjegyzés
pH	≥6,5 és ≤9,5		2. és 4. megjegyzés
Vas*	200	µg/l	
Mangán*	50	µg/l	
Szag	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás		
Permanganát index (KOIps)	5,0	mg/l O <sub>2</sub>	1. megjegyzés

Szulfát	250	mg/l	2. megjegyzés
Nátrium	200	mg/l	
Íz	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás		
Telepszám 22 °C és 37 °C-on	Nincs szokatlan változás	szám/ml	5. és 6. megjegyzés
Coliform baktériumok	0	szám/100 ml	7. megjegyzés
Pseudomonas aeruginosa	0	szám/100 ml	5. megjegyzés
Összes szerves szén (TOC)	Nincs szokatlan változás		9. megjegyzés
Zavarosság	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás		
Keménység	min. 50 max. 350	mg/l CaO	11. megjegyzés
Fenolindex	20	µg/l	12. megjegyzés
Olajszármazékok	50	µg/l	12. megjegyzés
<b>RADIOAKTIVITÁS</b>			
Trícium	100	Bq/l	13. és 14. megjegyzés
Összes indikatív dózis	0,10	mSv/év	14. és 15. megjegyzés

## 2. Nitrátion-tartalom meghatározása ivóvízben

Az MSZ 448/12-82 szabvány alapján

### 2.1. A módszer elve

A nitrátokból tömény kénsav hatására keletkező salétromsav és nátrium-szalicilát reakciója során nitroszarmazék (para-nitro-szalicilsav) keletkezik. A nitroszarmazék nátriumsójának oldata lúgos közegben sárga színű. Az oldat színintenzitását, amely arányos a vízminta nitrát-koncentrációjával, UV\_VIS spektrofotometriás módszerrel mérjük.

### 2.2. Zavaró ionok

A nitrition zavaró hatása általában elhanyagolható, mivel 20 mg/l nitrition legfeljebb 1 mg/l nitrátnak megfelelő színintenzitást ad. A kloridion 400 mg/l koncentrációig nem zavarja a mérést. A vas(II)-ionok zavaró hatása 10 mg/l-nél kisebb nitrát-tartalom esetében jelentős, ez esetben 5 mg/l vas (II)-ion kb. 20%-os pozitív hibát okoz. Ha a nitrát-tartalom várhatóan kisebb 10 mg/l-nél, és a vastartalom 1 mg/l-nél nagyobb, erősen savas hidrogén ciklusú kationcserélő gyantán engedjük át a mintát, és ezután végezzük el a vizsgálatot. A vas(III)-ion a vizsgálatot nem zavarja.

### 2.3. Vegyszerek és oldatok

A vegyszerek analitikailag legtisztább (a. lt.) minőségűek legyenek.

Kénsav, tömény (MSZ 24204)

Nátrium-szalicilát oldat ( 5 g/l-es). Az oldatot mérés előtt frissen készítjük.

Nátrium-hidroxid oldat (10 mol/l-es): 40 g nátrium-hidroxidot (MSZ 7354) 100 ml desztillált vízben oldunk.

Nátrium-nitrát törzsoldat (1000 mg NO<sup>3</sup>/l)

Ioncserélő műgyanta, erősen savas, hidrogén ciklusban.

### 2.4. A vizsgálat végrehajtása

Három db 50 ml-es főzőpohárba kimérünk 3x10,0 ml vízmintát, mindegyikhez hozzáadunk 1 ml nátrium-szalicilát oldatot, majd vízfürdőn szárazra pároljuk. A száraz maradékokat lehűlés után 1,0 ml kénsavval nedvesítjük. 10 perc várakozás után az oldatokat kb. 30,0 ml desztillált vízzel óvatosan hígítjuk, majd a bepárló edények (főzőpohár) tartalmát 50,0 ml-es mérőlombikokba mossuk. A mérőlombikokba 7-7 ml nátrium-hidroxid oldatot adunk, hagyjuk lehűlni, majd a lombikokat desztillált vízzel jelig töltjük. 20 perc elteltével – de egy órán belül – mérjük az oldatok abszorbanciáját az ugyanígy kezelt, desztillált vízből készült vakpróbával szemben 410 nm körül, az adott műszerrel kimért abszorpciós maximumnak megfelelő hullámhosszon.

1 mg/l-nél kisebb nitrát-koncentráció esetén nagyobb térfogatú vízmintát bepárolva kaphatunk csak értékelhető eredményt. 100 mg/l-nél nagyobb koncentráció esetén célszerű a vizsgálatot hígított mintával elvégezni. 200 mg/l-nél nagyobb nitrát-koncentráció esetén csak hígított mintából végezhető el a meghatározás.

*Megjegyzés:* 50 mg/l-t meghaladó nitrátion-koncentráció esetén 10 mm-nél kisebb optikai úthosszú küvettát kell használni.

### 2.5. Kalibrációs görbe készítése

A kalibrációs görbe felvételéhez 50,0 ml-es mérőlombikokba a nátrium-nitrát törzsoldatból annyit mérünk be, hogy a lombikokat desztillált vízzel jelig töltve 0,0; 5,0; 10; 15; 20; 30; 40; mg NO<sup>3</sup>/l koncentrációjú kalibrációs oldatokat kapjunk. Az oldatok elkészítése után mindegyik oldatból (7 db) 50 ml-es főzőpohárba kimérünk 5,0-5,0 ml-t, majd a 4.4 pontban leírtak szerint járunk el. A kapott abszorbancia értékeket a koncentráció függvényében ábrázoljuk.