



NNGYK
NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI
ÉS GYÓGYSZERÉSZETI KÖZPONT

MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ

**Ivóvizek radiológiai paramétereinek
vizsgálatához és értékeléséhez
2023**

Nemzeti Népegészségügyi és
Gyógyszerészeti Központ

MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ

**Ivóvizek radiológiai paramétereinek
vizsgálatához és értékeléséhez**

2023

**Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ
Laboratóriumi és Módszertani Igazgatóság**

Készítette:

Izsák Bálint¹
Dr. Osváth Szabolcs²
Dr. Vargha Márta¹

Véleményezte:

Dr. Beregszászi Tímea³
Bufa-Dórr Zsuzsanna¹
Sebestyén Ágnes¹

**Kiadja a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ
2023**

1097 Budapest, Albert Flórián út 2-6.

E-mail: kozeglab@nngyk.gov.hu

1 Közegészségügyi Laboratóriumi és Módszertani Főosztály
2 Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály
3 Közegészségügyi Főosztály

Tartalomjegyzék

1. Bevezető	1
2. Jogszabályi előírások	3
3. Radiológiai paraméterek mennyisége az ivóvízben	6
4. Radiológiai paraméterek értékelése	8
5. Alternatív vizsgálati szint	15
6. Vizsgálatszám-csökkentési lehetőségek.....	18
7. Megelőzési és beavatkozási lehetőségek	24
8. Példák	27

1. Bevezető

A módszertani útmutató alapja a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) által 2022-ben kiadott „Módszertani útmutató ivóvizek radiológiai paramétereinek vizsgálatához és értékeléséhez 2022”⁴ c. dokumentum.

Az Európai Unió 2020. december 16-án új, átdolgozott Irányelvet (Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2020/2184 irányelve, továbbiakban EU 2020/2184) fogadott el az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről. A felülvizsgált Irányelv a korábbtól (98/83 EK Irányelv) számos ponton eltért, így a hazai jogrendbe történő átültetése nem volt megoldható a korábban hatályos, az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X. 25.) Kormányrendelet módosításával, hanem új hazai jogszabály, az 5/2023 (I.12.) Kormányrendelet megalkotását igényelte.

Emiatt vált szükségessé a radiológiai komponensek értékelésére kiadott módszertani útmutató aktualizálása is. A szakmai alapelvek, elgondolások jórészt azonban változatlanok maradtak, jelentősebb változás a vizsgálati követelményekben történt csak, így a korábbiakhoz képesti lényeges változások jelen dokumentumban külön kiemelésre kerülnek.

Az emberi fogyasztásra szánt víz minőségét az Európai Unióban harmonizált, szigorú szabályok védik, amelyeket az EU 2020/2184⁵ tanácsi irányelv rögzít. A hazai jogrendbe az irányelvet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 5/2023 (I. 12.) Kormányrendelet (továbbiakban: Kmr.)⁶ ülteti át, amely egyben további, nemzeti előírásokat is megfogalmaz. A Kmr. rögzíti az ivóvíz minőségére vonatkozó általános szabályokat, valamint felsorolja a kötelezően vizsgálandó ivóvízminőségi paramétereket és az azokhoz tartozó határértékeket, illetve parametrikus értékeket (Kmr. 1. melléklet). Szabályozza a vízminőség-ellenőrzési követelményeket, a szolgáltatók által végzett önellenőrző és a népegészségügyi hatóságok által végzett hatósági ivóvízvizsgálatok gyakoriságát (Kmr. 2. melléklet), valamint a vizsgálatok során alkalmazható módszereket (Kmr. 3. melléklet). Az ivóvízminőség-felügyelet rendszerének kockázatalapú működtetésére ír elő követelményeket, nagyobb hangsúlyt fektetve az üzemeltetés folyamatos vizsgálatára. Előírást tartalmaz az esetleges minőségi kifogások, határértéket meghaladó szennyezést jelző vizsgálati eredmények vagy ivóvízminőséget veszélyeztető rendkívüli események bekövetkezése esetén szükséges beavatkozásokról, beleértve az ivóvíz biztosítását alternatív forrásból. Rendelkezik az ivóvízzel érintkező anyagok (pl. szerkezeti anyagok, szerelvények, vízkezelő szerek,

⁴ Lektorálta: Dr Erőss Anita Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék

⁵ Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2020/2184 Irányelve (2020. december 16.) az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184&from=EN>

⁶ 5/2023. (I. 12.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről

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

szűrőanyagok stb.) és technológiák minőségi és bejelentési/engedélyezési követelményeiről.

A 2013/51/Euratom tanácsi irányelv⁷ tartalmazza az emberi fogyasztásra szánt ivóvíz radioaktivitással és a lakosság sugárterhelésével kapcsolatos minőségi és vizsgálati követelményeit. Az irányelv először a korábbi jogszabály módosításával került beillesztésre a magyar jogrendbe, de az új, hatályos Kmr. is megjeleníti az irányelvi követelményeket elvárásokat; előírva

- a radon aktivitáskoncentrációjának mérését,
- a trícium aktivitáskoncentrációjának mérését, továbbá
- a radioaktív anyagokat tartalmazó víz fogyasztásától származó járulékos sugárterhelést jellemző, ún. indikatív dózis meghatározását.

A korábbi Kmr. radiológiai vizsgálatokra vonatkozó módosítása 2015. november 28-án lépett hatályba, azt 2016. január 1-jétől kellett alkalmazni. A 2016-2020. évi időszakban számos termelő kútból származó, illetve hálózati vízminta radiometriai elemzése történt meg.

Az EU 2020/2184 számú irányelve jelentősen átalakította az ivóvízminőség felügyeleti rendszerét. A módosítás kiterjeszti a veszélyelemzést és kockázatértékelést az ivóvízkivételre használt nyersvizektől a fogyasztói pontokig, az épületen belüli vízhálózatokra vonatkozó kockázatértékelést és monitoring követelményeket ír elő. Változott a vizsgálandó paraméterek köre és esetenként a határértékek is. A módosítás intézkedéseket határoz meg az ivóvízhez való hozzáférés növelése, valamint a hálózati vízvesztesség csökkentése érdekében, és harmonizálja az ivóvízzel érintkező anyagok engedélyezésének szabályozását. A radiológiai paramétereket a módosított irányelv nem tárgyalja, de a kockázatalapú szemléletmód a nem nevesített ivóvízminőségi paraméterekre, így ezekre is kiterjed.

⁷ A Tanács 2013/51/EURATOM irányelve (2013. október 22.) a lakosság egészségének az emberi fogyasztásra szánt vízben található radioaktív anyagokkal szembeni védelmére vonatkozó követelmények meghatározásáról [A Tanács 2013/51/Euratom irányelve \(2013. október 22.\) a lakosság egészségének az emberi fogyasztásra szánt vízben található radioaktív anyagokkal szembeni védelmére vonatkozó követelmények meghatározásáról \(europa.eu\)](http://europa.eu)

2. Jogszabályi előírások

A Kmr. 2. § szerint:

radioaktív anyag: az az anyag, amelyik egy vagy több olyan radioaktív nuklidot tartalmaz, amelynek aktivitása vagy koncentrációja sugárvédelmi szempontból nem elhanyagolható;

indikatív dózis: az ivóvízellátó rendszerben kimutatott természetes és mesterséges eredetű radionuklidoknak az egy év alatt beépült lekötött effektív dózisa a trícium, a kálium-40, a radon és a radon rövid felezési idejű bomlástermékei kivételével;

parametrikus érték: az ivóvízben jelen lévő kémiai, biológiai és radioaktív anyagok, valamint fizikai jellemzők értéke, amely felett vizsgálni és mérlegelni szükséges, hogy ezeknek az anyagoknak, valamint fizikai jellemzőknek az ivóvízben való jelenléte kockázatot jelent-e az emberi egészségre nézve,

A radiológiai paraméterekre a Kmr. 1. melléklet 3. táblázata parametrikus értékeket határoz meg (jelen dokumentumban: 1. táblázat):

1. táblázat: Radiológiai paraméterek és parametrikus értékek az emberi fogyasztásra szánt vízben

Vízminőségi jellemző	Parametrikus érték	Mértékegység	Megjegyzés
Radon	100	Bq/l	Ha a radon koncentrációja meghaladja az 1000 Bq/l-t, sugárvédelmi alapon és további mérlegelés nélkül szükséges a korrekciós intézkedések megtétele.
Trícium	100	Bq/l	A magas tríciumszint más mesterséges radionuklidok jelenlétére utalhat. Ha a trícium koncentrációja meghaladja a megadott parametrikus értéket, szükséges az egyéb mesterséges radionuklidok jelenlétének vizsgálata.
Indikatív dózis	0,10	mSv	-

Az indikatív dózis ellenőrzésére és az analitikai módszerekkel szembeni követelményekre vonatkozó előírásokat a Kmr. 3. melléklet 4. pontja, ezen belül a radionuklidok származtatott koncentrációit a 4.2.2. alpont táblázata tartalmazza (jelen dokumentumban a 2. táblázat tartalmazza a radionuklidok származtatott koncentrációit, a továbbiakban így kerül hivatkozásra). A radionuklidok meghatározására vonatkozó módszereknek a Kmr. 3. melléklet 4.2.3. alpontban szereplő kimutatási határookra vonatkozó követelményt teljesíteniük kell.

Az indikatív dózisnak való megfelelés ellenőrzése

A radioaktivitás vizsgálata történhet bizonyos radionuklidok vagy egyetlen radionuklid vagy az összesalfa-aktivitás vagy az összesbéta-aktivitás vizsgálatával.

- Amennyiben csak bizonyos vagy csak egyetlen radionuklid vizsgálattal kerül becslésre az indikatív dózis, akkor abban az esetben, ha a vizsgált radionuklid(ok) aktivitáskoncentrációja meghaladja a vonatkozó származtatott érték 20 %-át (lásd: 2. táblázat), vagy a tríciumkoncentráció meghaladja a parametrikus értéket, további radionuklidok vizsgálatára van szükség. A további vizsgálandó radionuklidokat az elsődlegesen vizsgált radionuklid(ok) aktivitáskoncentrációjának ismeretében kell kiválasztani, a radioaktivitás valószínű forrásaira vonatkozó valamennyi releváns információ figyelembevételével (például, ha elsősre csak urán-238 vizsgálatra került sor, és annak aktivitáskoncentrációja 0,6 Bq/l feletti (a származtatott koncentráció 20 %-a feletti), a természetes radionuklidok vizsgálata indokolt (2. táblázat)).
- Az indikatív dózis becslésére alkalmazhatóak az összesalfa-aktivításra és az összesbéta-aktivításra vonatkozó vizsgálati stratégiák. E célból összesalfa-aktivitás és összesbéta-aktivitás vizsgálati szinteket kell meghatározni. Az ajánlott **összesalfa-aktivitás vizsgálati szint 0,1 Bq/l**, az ajánlott **összesbéta-aktivitás vizsgálati szint 1,0 Bq/l**. Ha az összesalfa-aktivitás kisebb, mint 0,1 Bq/l, és egyidejűleg az összesbéta-aktivitás is kisebb, mint 1,0 Bq/l, akkor feltételezhető, hogy az indikatív dózis alacsonyabb a 0,1 mSv parametrikus értéknél. Amennyiben akár az összesalfa-aktivitás, akár az összesbéta-aktivitás vagy esetleg mindkettő meghaladja a vizsgálati szintet (összesalfa-aktivitás 0,1 Bq/l, illetve összesbéta-aktivitás 1,0 Bq/l), úgy szükséges meghatározni – amennyiben más forrásból nem ismert –, hogy az indikatív dózis parametrikus értékének lehetséges túllépését mely radionuklid(ok) jelenléte okozza (lásd: 3. ábra).
- A tríciumot, az összesalfa-aktivitást és az összesbéta-aktivitást ugyanazon a mintán kell mérni.
- Ha az összesalfa-aktivitás meghaladja a 0,1 Bq/l-t és/vagy az összesbéta-aktivitás meghaladja az 1,0 Bq/l-t, meghatározott radionuklidok analízisére van szükség. Az indikatív dózis megfelelőségét a Kmr. 3. melléklet 4. pont 4.2. alpontja alapján, az alábbi képlet (1. képlet) és a 2. táblázat segítségével lehet megítélni.

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i(obs)}{c_i(der)} \leq 1$$

1. képlet: Nuklidszelektív vizsgálat eredmények értékelése

$C_i(obs)$ = az i radionuklid megfigyelt koncentrációja

$C_i(der)$ = az i radionuklid származtatott koncentrációja

n = észlelt radionuklidok száma

2. táblázat: Radionuklidok és származtatott radioaktivitás-koncentrációik az emberi fogyasztásra szánt vízben

Származás	Nuklid	Származtatott koncentráció
Természetes	U-238	3,0 Bq/l
	U-234	2,8 Bq/l
	Ra-226	0,5 Bq/l
	Ra-228	0,2 Bq/l
	Pb-210	0,2 Bq/l
	Po-210	0,1 Bq/l
Mesterséges	C-14	240 Bq/l
	Sr-90	4,9 Bq/l
	Pu-239/Pu-240	0,6 Bq/l
	Am-241	0,7 Bq/l
	Co-60	40 Bq/l
	Cs-134	7,2 Bq/l
	Cs-137	11 Bq/l
	I-131	6,2 Bq/l

A mért és származtatott aktivitáskoncentrációk hányadosainak számításakor a kimutatási határ alatti aktivitáskoncentrációjú radionuklidok „mért aktivitáskoncentráció”-jaként a mérési/vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő kimutatási határt kell figyelembe venni (nem azokat, amelyek a Kmr. 3. melléklet 4.2.2. pontjában szerepelnek).

A Kmr. előírja az urán paraméter vizsgálatát is, melyre vonatkozóan a határérték 30 µg/l.⁸ Az urán vizsgálati követelménye azonban annak kémiai toxicitása, jellemzően vesekárosító hatása miatt, és nem a radioaktív tulajdonságai miatt került előírásra. Az urán radioaktív tulajdonságaiból származó esetleges egészségkockázat ellenőrzése továbbra is az indikatív dózis paraméteren keresztül történik.

⁸ Ez 0,37 Bq/l U-238 aktivitáskoncentrációnak felel meg, ami (extrém helyzetektől eltekintve) együtt jár kb. ugyanakkora (vagy kicsit nagyobb) U-234 aktivitáskoncentrációval; vagyis összesen kb. 0,74 Bq/l aktivitáskoncentrációt jelent.

3. Radiológiai paraméterek mennyisége az ivóvízben

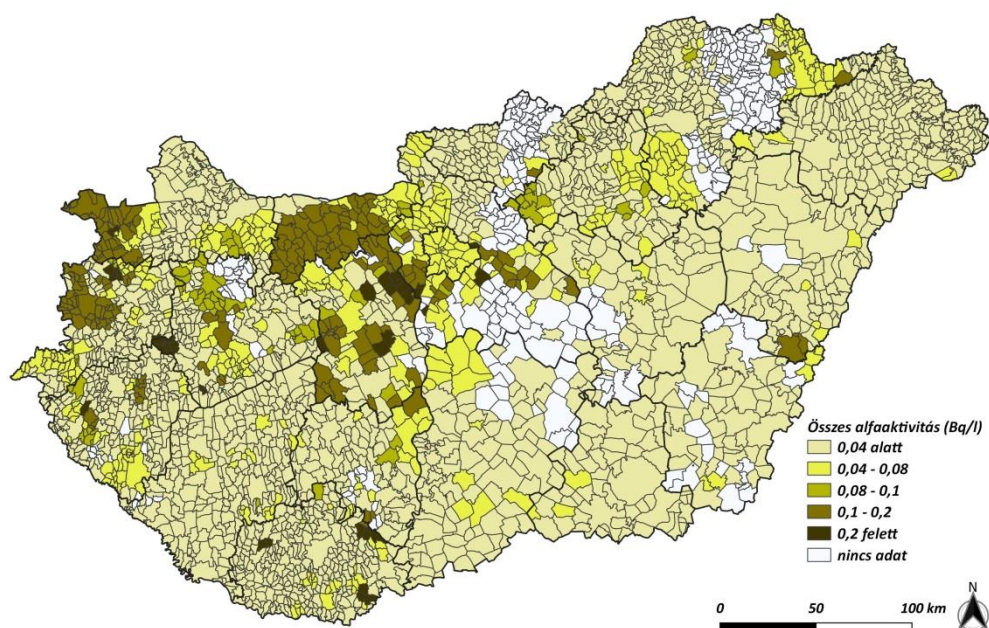
Az országos ivóvíz-minőségi adatbázis, Humán felhasználású vizek informatikai rendszere (a továbbiakban: HUMVI rendszer) alapján az ivóvizek radiológiai vizsgálati eredményei az elmúlt években kifejezetten megnyugtatóak. Ugyan azonosítható néhány probléma, de ezek feltűnő területi eloszlást mutatnak.

A 2016-2019. között vizsgált kb. 4000 mintában a radon és a trícium aktivitáskoncentrációja elenyésző számú kivétellel mind a parametrikus érték (100 Bq/l) alattinak bizonyult, ahogyan az összes-béta aktivitáskoncentrációk is 2 eset kivételével a vizsgálati szint (1,0 Bq/l) alatt voltak. Egyedül az összesalfa- aktivitáskoncentráció lépte túl kb. 300 mintában (az esetek 6,7 %-ában) az alapértelmezett vizsgálati szintet (0,1 Bq/l -1. ábra).

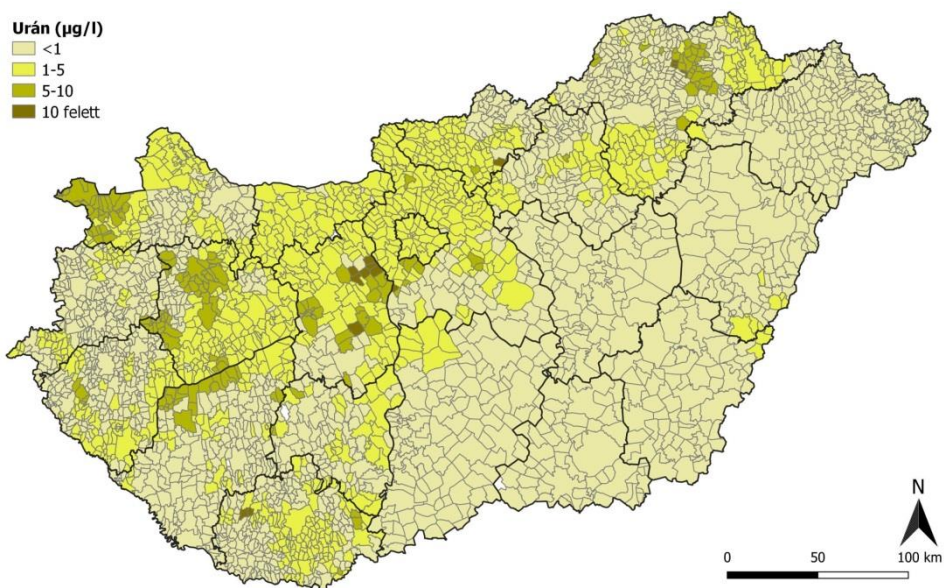
A 2016-2019. közötti országos ivóvíz-felmérés alapján az urántartalom 14 településen haladta meg a $10 \mu\text{g/l}$ -t⁹, mennyisége jellemzően $5 \mu\text{g/l}$ alatti, mely igazolja, hogy az ivóvíz általi urán expozíció nem jelentős (2. ábra). A $30 \mu\text{g/l}$ -es határértéket az urántartalom csak 2 vízellátó rendszer esetében haladta meg, ott is csak kis mértékben (31 , illetve $32 \mu\text{g/l}$). A két vízellátó rendszer összesen 4 település vízellátását biztosítja. Az ivóvíz urántartalma és összesalfa-aktivitása közötti összefüggés elemzése azonban további vizsgálatokat igényel.

Tekintettel arra, hogy hazánk ivóvízellátása túlnyomó részben felszínalatti vízkivételen alapszik, ez a mintázat összhangban van az egyes területek földtani felépítésével. A felszínalatti víz, mint földtani hatótényező, kölcsönhatásban van a felszínalatti közeggel és képes mobilizálni, szállítani és lerakni ennek eredményeképpen különféle anyagokat. Tekintettel arra, hogy a radiológiai paraméterek előfordulása mögött hazánkban minden esetben – legjobb és megalapozottnak tekinthető tudomásunk szerint – természetes eredetű radionuklidok állnak, a mérések értelmezésénél elsődlegesen földtani, vízföldtani okokat kell keresni.

⁹ Kb. $2 \times 0,124 \text{ Bq/l} = 0,25 \text{ Bq/l}$



1. ábra: Az összesalfa-aktivitáskonzentráció területi eloszlása a HUMVI rendszer adatai alapján (2016-2019)



2. ábra: Az ivóvízellátó rendszerek ivóvizének urántartalma (2016-2018)

4. Radiológiai paraméterek értékelése

Mintavételi pontok

A radiológiai komponensek (radon, trícium és indikatív dózis (illetve az ennek becslésére szolgáló összesalfa- és bétaaktivitás)) ellenőrzéséhez elfogadható mintavételi pontokat a Kmr. 2. melléklet B) rész 3.2.3. és 3.2.4. pontjai tartalmazzák.

A radiológiai komponensek Kmr.-ben előírt ellenőrzéséhez elfogadható a fogyasztói ponton vett minta, az ivóvízellátó rendszerbe betáplálási ponton vett minta, illetve a trícium esetében elfogadható víztermelő kútból ¹⁰ származó vízminta is.

Radon

Az embert érő természetes sugárterhelés nagy része a radontól (pontosabban annak a 222-es tömegszámú izotópjától (Rn-222) és bomlástermékeitől) származik. A Rn-222 felezési ideje 3,8 nap, ezért a mérést a mintavételt követő 1-2 napon belül kell elvégezni, és az eltelt időt az eredmény megadásakor figyelembe kell venni. Mivel a Rn-222 az urán-rádium-sornak (az egyik természetes, ősi bomlási sornak) a tagja, ennek a radionuklidnak az ivóvízben való jelenléte más **természetes** eredetű radionuklidok (a 2. táblázat szerint U-238, U-234, Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210) jelenlétére utal. Ugyanakkor a radon nagy áramlási sebességgel rendelkező felszínalatti vízrendszerekben, pl. karsztos vízadók esetén karsztforrásokban „önállóan”, forrásától (anyaelemétől, a rádiumtól) távol is képes magasabb koncentrációban megjelenni. A radon felszín alatti vizekben történő előfordulásával kapcsolatban további információk találhatók többek közt a Sugárvédelem folyóiratban.¹¹

A radon Kmr.-ben előírt kimutatási határa (3. melléklet 4.2.3. alpont 2. sor) 10 Bq/l, parametrikus értéke (1. melléklet 3. táblázat 21. sor) 100 Bq/l. Ha a radon aktivitáskoncentrációja túllépi a parametrikus értéket (100 Bq/l-t), akkor a Kmr. 17. § alapján ivóvízminőség-javító intézkedések elrendelését kell mérlegelni.

A vizsgálatizám-csökkentési lehetőségeket az 6. fejezet tartalmazza.

Trícium

A trícium (H-3, ritkábban T) felezési ideje 12,3 év, a környezetben alapvetően antropogén eredetűnek tekinthető (a kísérleti atombomba-robbantások és az atomerőművek működésének következtében emelkedett meg a mennyisége a környezetben). Általánosságban elmondhatjuk, hogy jelentős mennyiségű trícium jelenléte az ivóvízben más **mesterséges** eredetű radionuklidok (a 2. táblázat szerint C-14, Sr-90, Pu-239, Pu-240, Am-241, Co-60, Cs-134, Cs-137, I-131) jelenlétére utal. Védett, az emberi tevékenységektől eddig elzártak tekintett vízbázisokban a trícium aktivitáskoncentrációja

¹⁰ Ilyen esetben a víztermelésben ténylegesen vagy potenciálisan (pl. időszakos vagy tartalék kút) részt vevő kutanként szükséges a trícium vizsgálata.

¹¹ https://elftsv.hu/svonline/docs/V14i2/Ero_V14i2.pdf

jellemzően kisebb 0,06 Bq/l-nél (a közcélú ivóvízművek, valamint a közcélú szennyvíz-elvezető és -tisztító művek üzemeltetése során teljesítendő vízügyi és vízvédelmi szakmai követelményekről, vizsgálatok köréről, valamint adatszolgáltatás tartalmáról szóló 16/2016. (V. 12.) BM rendelet), ezekről feltételezhető, hogy mesterséges eredetű radionuklidokat nem tartalmaznak.

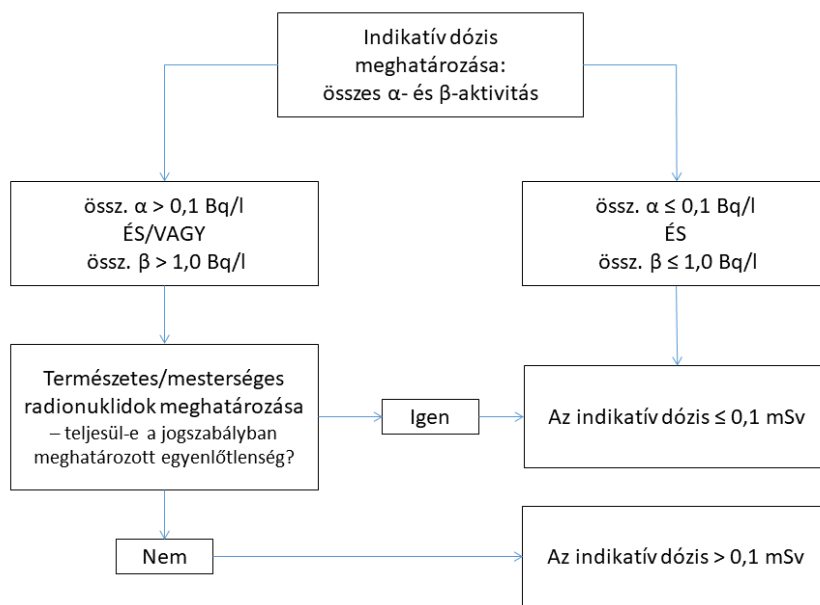
A trícium Kmr.-ben előírt kimutatási határa 10 Bq/l, parametrikus értéke 100 Bq/l. Ha a trícium aktivitáskoncentrációja túllépi a parametrikus értéket (100 Bq/l-t), akkor egyrészt mérlegelni kell ivóvízminőség-javító intézkedések elrendelését, másrészt a Kmr. 1. melléklet 3. táblázatának 14. megjegyzése alapján egyéb mesterséges eredetű radionuklidok jelenlétének vizsgálata is kötelező. Azt, hogy a 2. táblázatban szereplő mesterséges radionuklidok közül melyeknek az aktivitáskoncentrációját érdemes vizsgálni, a konkrét eset összes körülményének figyelembevételével kell eldönteni (pl. üzemel-e a környéken izotóplaboratórium, atomreaktor, radioaktív hulladék-tároló stb.).

A vizsgálati szám-csökkentési lehetőségeket az 6. fejezet tartalmazza.

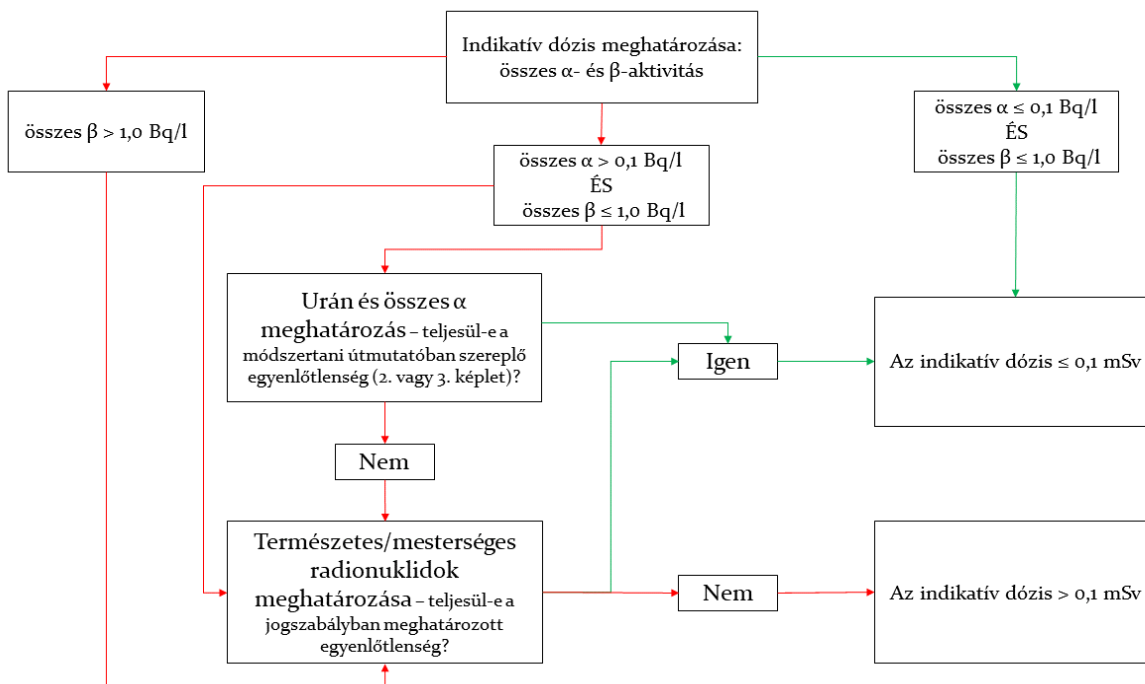
Indikatív dózis

Az indikatív dózissal az ivóvízben lévő összes természetes és mesterséges radionuklid (kivéve a radon, a radon rövid felezési idejű bomlástermékei, a trícium és a 40-es tömegszámú káliumizotóp (K-40)) által jelentett együttes kockázatot jellemezzük.

Az indikatív dózist mérni nem, csak számolni, illetve becsülni lehet. Az indikatív dózis pontos meghatározásához, számításához minden radionuklid aktivitáskoncentrációját meg kellene határozni (nuklidszelektív mérésekkel), aminek jelentős a költségigénye. Helyette a költséghatékonyabb becslés is elvégezhető. A becslésre többféle, szakmailag elfogadható stratégia létezik. A Kmr. szerint az indikatív dózis becslésének alapja alapértelmezésben az összesalfa- és az összesbéta-aktivitáskoncentráció meghatározása. Ezekből nem lehet kiszámolni az indikatív dózist, de becslést lehet adni a mértékére. Az összesalfa-aktivitásra javasolt vizsgálati szint 0,1 Bq/l, az összesbéta-aktivitásra javasolt vizsgálati szint 1,0 Bq/l. Amennyiben a vizsgálati eredmények mind az összesalfa-, mind az összesbéta-aktivitás esetében a megadott vizsgálati szintek alatt vannak, feltételezhető, hogy az indikatív dózis nem haladja meg a 0,1 mSv parametrikus értéket. Amennyiben bármelyik aktivitáskoncentráció meghaladja az adott vizsgálati szintet, az indikatív dózis pontosítása érdekében szükséges a nuklidszelektív vizsgálat (3. ábra). Amennyiben csak az összesalfa-aktivitás haladja meg a vonatkozó vizsgálati szintet (0,1 Bq/l) és feltételezhető, hogy ez nagyrészt uránból származik, lehetőség van urán és összesalfa-aktivitás egyidejű meghatározásával történő indikatív dózis becslésre (4. ábra) (lásd még: nuklidszelektív vizsgálatok).



3. ábra: Az indikatív dózis becslésének folyamatábrája



4. ábra: Az indikatív dózis becslésének részletesebb folyamatábrája

Nuklidszelektív vizsgálatok

Ha az összesalfa-aktivitáskoncentráció túllépi a vizsgálati szintjét (0,1 Bq/l) és/vagy az összesbéta-aktivitáskoncentráció túllépi a vizsgálati szintjét (1 Bq/l), akkor nuklidszelektív vizsgálatokat kell végezni (Kmr. 3. melléklet 4.1.3.3. pont) – amelyek eredményeire adott esetben alternatív vizsgálati szinteket lehet alapozni.

Ha az összesbéta-aktivitáskoncentráció lépi túl a vizsgálati szintjét, akkor először a K-40 aktivitáskoncentrációját kell meghatározni, ami történhet akár a káliumion koncentrációjának mérésével is.¹² Az összesbéta-aktivitáskoncentrációból levonva a K-40 aktivitáskoncentrációját megkapjuk az ún. maradék-béta aktivitáskoncentrációt. A továbbiakban az összesbéta-aktivitás helyett a maradék béta-aktivitást használjuk¹³; tehát ha a maradék-béta aktivitás kisebb az összesbéta-aktivitáskoncentráció vizsgálati szintjénél (1,0 Bq/l), akkor – az összesbéta-aktivitás tekintetében – további tennivaló nincsen. Ha a maradék-béta aktivitás is nagyobb az összesbéta-aktivitáskoncentráció vizsgálati szintjénél, akkor nuklidszelektív vizsgálatokat kell végezni.

Az összesalfa-aktivitáskoncentráció sokszor csak csekély mértékben lépi túl a vizsgálati szintjét, míg a mért értéknek tipikusan nagy a bizonytalansága. Ilyen esetekben a mintavétel és a mérés megisméltése a vizsgálati szint alatti összesalfa-aktivitáskoncentrációt eredményezhet (ami indokolatlanná teszi a nuklidszelektív mérést). Ugyanakkor a mérési bizonytalanságot a vizsgálati szint túllépésének értékelésekor nem lehet figyelembe venni „további tűréshatár”-ként, tehát ha az ismételt mérés is – akár csak kismértékben – vizsgálati szint feletti eredményt ad, akkor nuklidszelektív vizsgálatokat kell végezni.

A nuklidszelektív vizsgálatokat az indokolja, hogy az indikatív dózis túllépése, és így az esetleges egészségkockázat is attól függ, hogy mely nuklidokból származik a mért aktivitás. Az egyes radionuklidok származtatott koncentrációjának meghatározásakor figyelembe vették többek közt a radionuklid biológiai felezési idejét (azaz milyen gyorsan ürül ki az emberi szervezetből, felhalmozódik-e, raktározódik-e), a radioaktív bomlás típusát (alfa vagy béta), a kibocsátott ionizáló sugárzás (alfa, béta, gamma) gyakoriságát, energiáját. Ez magyarázza, hogy az egyes radionuklidok miért esnek eltérő megítélés alá, azaz miért jelent nagyobb sugárterhelést, ha például 1 Bq/l összes-alfa aktivitáskoncentráció Po-210-től származik, és nem U-238-tól.

A nuklidszelektív vizsgálatok során mérendő radionuklidok körét a radioaktivitás valószínű forrásaira vonatkozó valamennyi releváns információ figyelembevételével kell kijelölni (Kmr. 3. melléklet 4.1.3.5. pont). Ilyen információ lehet például radioaktív anyaggal foglalkozó létesítmény jelenléte (uránércbánya, atomreaktor, izotóplaboratórium, radioaktív hulladékok tárolója stb.), hatósági feljegyzés fúrólukban bennszakadt sugárforrásról, a vízáadó kőzetre vonatkozó geológiai információ, sajtóhír,

¹² 1 g természetes kálium aktivitása 28 Bq, vagyis 1 mg/l káliumion-koncentráció 28 mBq/l K-40 aktivitáskoncentrációt jelent.

¹³ A Kmr. 3. melléklet 4.1.3.1 második mondata szerint: „Adott esetben az összesbéta-aktivitás helyett a K-40 aktivitás koncentráció kivonásával a maradék béta-aktivitás is használható.”

lakossági bejelentés vagy feljelentés stb., továbbá természetesen a már elvégzett vizsgálati eredmények: az ivóvíz radon-, trícium-, összesalfa- és összesbéta-aktivitáskoncentrációja.

Ha más indikáció nincs, akkor először a természetes, majd ha az nem magyarázza az emelkedett aktivitást, a mesterséges radionuklidokat érdemes vizsgálni (2. táblázat). A természetes radionuklidok vizsgálatára két megközelítést javasolunk.

Első megközelítés: A 2. táblázatban szereplő mindegyik természetes radionuklid (U-238, U-234, Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210) aktivitáskoncentrációját megvizsgáljuk. Ezt javasoljuk a természetes radionuklidok első vizsgálataként.

A nuklidszelektív vizsgálatok eredményeit a megfelelő radionuklidok származtatott koncentrációival (2. táblázat) együtt az 1. képletbe (Kmr. 3. melléklet 4.2.1. képletébe) kell behelyettesíteni. Ha a számítás eredménye kisebb, vagy egyenlő 1-gyel, akkor az indikatív dózis kisebb, vagy egyenlő évi 0,1 mSv lekötött effektív dózissal.

A számítás eredménye nem az indikatív dózis értékét, hanem annak a 10-szeresét adja, az egyenlőtlenség teljesülését kell figyelembe venni!

Második megközelítés: Ha nem végzik el a 2. táblázatban szereplő mindegyik természetes radionuklid vizsgálatát, akkor – óvatos becslésként – azt kell feltételezni, hogy az összesalfa-aktivitáskoncentrációnak a nuklidszelektív vizsgálatnál meg nem magyarázott része¹⁴ a legveszélyesebb radionuklidtól (azaz a Po-210-től) származik. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a nem-teljes nuklidszelektív vizsgálatnál párhuzamosan (azonos mintavételből) összesalfa-vizsgálatot is végezni kell.

Az urán-238 és urán-234 radionuklidok meghatározáskor a 2. képlet alapján ellenőrizhető az indikatív dózis megfelelősége. Ha a számítás eredménye kisebb, vagy egyenlő 1-gyel, akkor az indikatív dózis kisebb, vagy egyenlő évi 0,1 mSv lekötött effektív dózissal.

A számítás eredménye nem az indikatív dózis értékét, hanem annak a 10-szeresét adja, az egyenlőtlenség teljesülését kell figyelembe venni!

$$\frac{c_{U-238}(obs)}{3,0 \text{ Bq/l}} + \frac{c_{U-234}(obs)}{2,8 \text{ Bq/l}} + \frac{\Sigma\alpha - (c_{U-238}(obs) + c_{U-234}(obs))}{0,1 \text{ Bq/l}} \leq 1$$

2. képlet: Az U-238, az U-234 és az összesalfa-aktivitáskoncentrációk meghatározásán alapuló indikatív dózis-becslés képlete

$c_{U-238}(obs)$ = az U-238 megfigyelt aktivitáskoncentrációja (Bq/l)

$c_{U-234}(obs)$ = az U-234 megfigyelt aktivitáskoncentrációja (Bq/l)

$\Sigma\alpha$ = összesalfa-aktivitáskoncentráció (Bq/l)

¹⁴ Összeadjuk a vizsgált radionuklidok aktivitáskoncentrációit, és ezt az összeget kivonjuk az összesalfa-aktivitáskoncentrációból. A különbséget nevezzük „meg nem magyarázott”-nak.

Amennyiben az urán koncentrációját kémiai módszerrel (tehát nem az uránizotópok sugárzásának mérésével) határozzák meg (ilyen kémiai módszer pl. az ICP-MS), akkor $1 \mu\text{g/l} = 0,001 \text{ mg/l}$ uránkoncentráció $0,0124 \text{ Bq/l}$ U-238 aktivitáskoncentrációnak felel meg, ami együtt jár – óvatos becslésként¹⁵ – ugyanekkora U-234 aktivitáskoncentrációval. Ebben az esetben a 3. képlet alapján ellenőrizhető az indikatív dózis megfelelősége, ugyanazzal a feltételezéssel, hogy az összesalfa-aktivitáskoncentrációnak az uránkoncentráció-vizsgálattal meg nem magyarázott része a legveszélyesebb radionuklidtól (azaz a Po-210-től) származik. Ha a számítás eredménye kisebb, vagy egyenlő 1-gyel, akkor az indikatív dózis kisebb, vagy egyenlő évi $0,1 \text{ mSv}$ lekötött effektív dózissal.

A számítás eredménye nem az indikatív dózis értékét, hanem annak a 10-szeresét adja, az egyenlőtlenség teljesülését kell figyelembe venni!

$$\frac{c_U(\text{mért}) * 0,0124 \text{ Bq} / \mu\text{g}}{3,0 \text{ Bq} / \text{l}} + \frac{c_U(\text{mért}) * 0,0124 \text{ Bq} / \mu\text{g}}{2,8 \text{ Bq} / \text{l}} + \frac{\Sigma\alpha - 2 \cdot (c_U(\text{mért}) * 0,0124 \text{ Bq} / \mu\text{g})}{0,1 \text{ Bq} / \text{l}} \leq 1$$

3. képlet: Az urán kémiai módszerrel történő mérésén és az összesalfa-aktivitáskoncentráció meghatározásán alapuló indikatív dózis-becslés képlete

$$c_U(\text{mért}) = \text{összes urán koncentráció } (\mu\text{g/l})$$

$$\Sigma\alpha = \text{összesalfa-aktivitáskoncentráció } (\text{Bq/l})$$

Az ebben a fejezetben bemutatott vizsgálatok eredményeinek értékelése alapján a hatóságnak lehetősége van alternatív összesalfa-aktivitás és összesbéta-aktivitás vizsgálati szintek meghatározására. Ezt követően a további indikatív dózis vizsgálatok során már alkalmazható az alacsonyabb költségű (az összesalfa- és összesbéta-aktivitáskoncentrációk vizsgálatán alapuló) eljárás is.

Az illetékes népegészségügyi szerv, valamint az élelmiszerlánc-felügyeleti szerv olyan alternatív összesalfa-aktivitás és összesbéta-aktivitás vizsgálati szinteket határozhat meg, melyek összhangban állnak az indikatív dózis $0,1 \text{ mSv}$ értékével (Kmr. 3. melléklet 4.1.3.4.). Ennek illusztrálására bemutatunk három erősen kisarkított és leegyszerűsített példát¹⁶ (reális és részletes példák a 8. fejezetben szerepelnek):

- Tegyük fel, hogy a vízben kizárólag uránizotópok okozzák az összesalfa-aktivitást! Az U-238 aktivitáskoncentrációja $1,2 \text{ Bq/l}$, az U-234 aktivitáskoncentrációja $1,6 \text{ Bq/l}$, az összesalfa-aktivitáskoncentráció $2,8 \text{ Bq/l}$ (vagyis az alapértelmezett vizsgálati szint 28-szorosa). A 2. képlet bal oldalának értéke $1,2/3,0 + 1,6/2,8 = 0,400 + 0,571 = 0,971$. Mivel ez kisebb 1-nél, az éves indikatív dózis kisebb $0,1 \text{ mSv}$ -nél. *Vagyis a víz*

¹⁵ Természetes vizekben, ivóvizekben, ásványvizekben stb. az U-234 aktivitáskoncentrációja nagyobb az U-238 aktivitáskoncentrációjánál, de változó, hogy mennyivel. A fenti szövegben szereplő becslés azért óvatos, mert az U-234 aktivitáskoncentrációjának egy részét (az U-238 aktivitáskoncentrációja feletti részét) a kiértékelés során legveszélyesebb radionuklidhoz rendeli.

¹⁶ A példákban összesalfa-aktivitás és nuklidszelektív uránmeghatározásra került sor. A 2. képlet kerül alkalmazásra, azonban a képletben szereplő harmadik tag (maradék alfaaktivitás) nulla, mert nincs az urán aktivitásával nem magyarázható maradék alfaaktivitás.

„radiológiai szempontból” korlátozás nélkül iható (lenne), csak éppen az urán kémiai toxicitása miatt nem iható, ui. az uránkoncentrációja 97 µg/l. Alternatív összesalfa vizsgálati szint meghatározásának helye van, annak értéke legfeljebb 2,8 Bq/l lehetne (alternatív vizsgálati szint tényleges meghatározásához lásd: 5. fejezet).

- Tegyük fel, hogy a vízben kizárólag uránizotópok okozzák az összesalfa-aktivitást! Az U-238 aktivitáskoncentrációja 0,36 Bq/l, az U-234 aktivitáskoncentrációja 0,40 Bq/l, az összesalfa-aktivitáskoncentráció 0,76 Bq/l (vagyis az alapértelmezett vizsgálati szint 7,6-szorosa). A 2. képlet bal oldalának értéke $0,36/3,0 + 0,40/2,8 = 0,120 + 0,143 = 0,263$. Mivel ez kisebb 1-nél, az éves indikatív dózis kisebb 0,1 mSv-nél. *A víz „radiológiai szempontból” is és az urán kémiai toxicitása szempontjából is korlátozás nélkül iható, ui. az uránkoncentrációja 29 µg/l. Az alternatív összesalfa vizsgálati szint ez esetben is legfeljebb 2,8 Bq/l lehetne (alternatív vizsgálati szint tényleges meghatározásához lásd: 5. fejezet).*
- Egy kizárólag Po-210-ből származó összesalfa-aktivitás esetében csak a 0,1 Bq/l-es (vagy ez alatti) vizsgálati szint fogadható el. Ebben az esetben már 0,1 Bq/l-es összesalfa-aktivitás is 0,1 mSv-es éves indikatív dózishoz vezet, tehát az összesalfa-aktivitás vizsgálati szintje nem emelhető.

A Kmr. az indikatív dózis monitorozásával kapcsolatban említ olyan vizsgálati stratégiát is, amely egyetlen radionuklid aktivitáskoncentrációjának mérésén alapul. Álláspontunk szerint ennek csak akkor van létjogosultsága, ha az indikatív dózis (vagy annak a zöme) bizonyíthatóan egyetlen radionuklidtól származik (ilyen például szennyezett területen fordulhat elő.) Hazánkban – jelenlegi tudásunk szerint – nincs ilyen helyzet, ezért ez a vizsgálati stratégia az összesalfa és összesbéta-aktivitás teljes elhagyásával nem alkalmazható.

Fontos: ha az indikatív dózis a parametrikus értéknél nagyobbak adódik, akkor mérlegelni kell az esetleges egészségkockázatot, és ennek alapján ivóvízminőség-javító intézkedések elrendelését!

5. Alternatív vizsgálati szint

A radiológiai vizsgálatok alapján az alternatív vizsgálati szintnek csak a legnagyobb elvben engedélyezhető értékét tudjuk kiszámolni. A hatóság ennél kisebb értéket is megállapíthat, ha azt a körülmények alapján célszerűnek tartja.

Javasolt elkerülni a vizsgálati szint szükségtelen emelését, hiszen a vizsgálati szint egy jövőbeli túllépése fontos indikátora lehet egy esetleges későbbi szennyezésnek. Érdeemes a korábban mért, jellemző összesalfa aktivitáskoncentrációk értékét figyelembe venni, hogy az esetleges jövőbeli változások időben felismerhetők legyenek. Végül említésre érdemes az Egészségügyi Világszervezet (WHO) ajánlása, mely ivóvizekben $0,5 \text{ Bq/l} = 500 \text{ mBq/l}$ összes-alfa aktivitáskoncentrációt tart megengedhetőnek.¹⁷ (Alternatív vizsgálati szint hasonló elven összesbéta-aktivitásra is adható, azonban a hazai eredmények alapján ennek nincs relevanciája, így nem kerül részletezésre.)

Az összesalfa-aktivitáskoncentráció legnagyobb engedélyezhető alternatív vizsgálati szintjének megállapításához két adatra van szükség: az összesalfa-aktivitáskoncentrációra és az indikatív dózis (alaposabb vizsgálattal kapott, pl. 1., 2. vagy 3. képlettel meghatározott) értékére. *Ha mind a 6 természetes radionuklid aktivitáskoncentrációját meghatároztuk, de a nuklidszelektív vizsgálattal párhuzamosan nem történt összesalfa-vizsgálat, akkor az összesalfa-aktivitáskoncentrációt az U-238, az U-234, a Ra-226, az Pb-210 és a Po-210 aktivitáskoncentrációinak összeadásával számoljuk.* Alternatív vizsgálati szint megállapításának akkor van helye, ha az indikatív dózis kisebb $0,1 \text{ mSv}$ -nél (azaz az 1. képlet szummájának értéke kisebb 1-nél).

Az alternatív vizsgálati szint legnagyobb engedélyezhető értékének megállapítása azon a feltételezésen alapul, hogy az adott vízfolyásban (víztestben) a radionuklidok aktivitáskoncentrációinak aránya állandó, vagyis ha például az összesalfa-aktivitáskoncentráció a másfélszeresére nő, akkor minden radionuklid aktivitáskoncentrációja a másfélszeresére nő. Ugyanez az arány érvényes az indikatív dóziszra is, ezért egy aránypár írható fel az összesalfa-aktivitáskoncentrációra és az indikatív dóziszra (4. képlet). Az az összesalfa-aktivitáskoncentráció a legnagyobb engedélyezhető alternatív vizsgálati szint, amelynél az indikatív dózis értéke megegyezik a parametrikus értékkel ($0,1 \text{ mSv}$ -tel).

$$\frac{\Sigma\alpha(\text{mért})}{ID(\text{számolt})} = \frac{\Sigma\alpha(\text{alt.vizsg.})}{ID(\text{param.})} = \frac{\Sigma\alpha(\text{alt.vizsg.})}{0,1\text{mSv}}$$

4. képlet: Az összesalfa-aktivitáskoncentráció és az indikatív dózis aránya

$\Sigma\alpha(\text{mért})$ = mért összesalfa-aktivitás

$ID(\text{számolt})$ = radionuklid vagy urán vizsgálattal számolt indikatív dózis

$\Sigma\alpha(\text{alt.vizsg.})$ = alternatív vizsgálati szint

$ID(\text{param.})$ = indikatív dózis parametrikus értéke, $0,1 \text{ mSv}$

¹⁷ Guidelines for Drinking-water Quality, 4th Edition, World Health Organization
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>

Emlékeztetőül: az 1., 2. és 3. képlet eredményei nem az indikatív dózis értékét, hanem annak a 10-szeresét adják!

Ebből az alternatív vizsgálati szint legnagyobb engedélyezhető értéke a következő (5. képlet).

$$\Sigma\alpha(\text{alt.vizsg.}) = \frac{\Sigma\alpha(\text{mért})}{ID(\text{számolt})} \cdot 0,1\text{mSv}$$

5. képlet: A legnagyobb engedélyezhető alternatív vizsgálati szint meghatározása

$\Sigma\alpha(\text{alt.vizsg.})$ = alternatív vizsgálati szint

$\Sigma\alpha(\text{mért})$ = mért összesalfa-aktivitás

$ID(\text{számolt})$ = radionuklid vagy urán vizsgálatnál számolt indikatív dózis

Tekintve, hogy az 1. képlet szummája az indikatív dózis tízszeresét adja, a legnagyobb engedélyezhető alternatív vizsgálati szint egyszerűen a mért összesalfa-aktivitáskoncentráció és az 1. képlet szummájának hányadosaként is számolható.

Példa:

Az összesalfa-aktivitáskoncentráció: $\Sigma\alpha = 0,162 \text{ Bq/l}$

A 6 természetes radionuklid vizsgálatával meghatározott ID: $0,077 \text{ mSv}$

(Az 1. képlettel számolt eredmény $0,77!$)

Az engedélyezhető legnagyobb alternatív vizsgálati szint az 5. képlet alapján:

$$\Sigma\alpha(\text{alt.vizsg.}) = (\Sigma\alpha(\text{mért}) / ID(\text{számolt})) * 0,1 \text{ mSv} = \\ 0,162 \text{ Bq/l} / 0,077 \text{ mSv} * 0,1 \text{ mSv} = 0,210 \text{ Bq/l}$$

Az alternatív vizsgálati szint semmilyen esetben nem lehet nagyobb az így számított értéknél. Azonban a megelőzés elvének figyelembevételével javasolt olyan alternatív vizsgálati szint meghatározása, amely lehetővé teszi a szokásos aktivitáskoncentrációtól való eltérés észlelését, de nem eredményez szükségtelen többletvizsgálatokat a szolgáltatóknál. Tehát pl. a hároméves összesalfa-aktivitás érték átlagának kétszerese.

A korábban megállapított alternatív vizsgálati szintek alkalmazhatóak, nem szükséges új radionuklid vizsgálatokat elvégezni.

Alternatív vizsgálati szint meghatározásakor javasolt a konzultáció az NNGYK Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztályával.

Alternatív vizsgálati szint megállapításának ügymenete

A Kmr. 3. melléklet 4.1.3.4. pontja alapján *„a népegészségügyi szerv, valamint az élelmiszerlánc-felügyeleti szerv alternatív összesalfa-aktivitás és összesbéta-aktivitás vizsgálati szinteket is meghatározhat, ha bizonyítani tudják, hogy ezek az alternatív szintek összhangban állnak az indikatív dózis 0,1 mSv értékével.”*

Az alternatív vizsgálati szint meghatározása hivatalból induló eljárás.

A fentiekben részletezett eljárás és vizsgálati eredmények alapján a területileg illetékes népegészségügyi szerv, ha bizonyítani tudja, hogy ezek az alternatív szintek összhangban állnak az indikatív dózis 0,1 mSv értékével meghatározza az összesalfa-aktivitás és/vagy összesbéta-aktivitás vizsgálati szinteket.

A döntést határozat formájában szükséges kiadni. A meghatározásra került alternatív vizsgálati szint határozatlan ideig, illetve a radiológiai paraméterek lehetséges megváltozásával járó esemény bekövetkezéséig érvényes.

6. Vizsgálati szám-csökkentési lehetőségek

Ez a fejezet jelentős változásokat tartalmaz a radiológiai komponensek vizsgálati szám csökkentésével kapcsolatban a korábbiakhoz képest az új Kmr.-nek megfelelően!

A jelenleg hatályos Kmr. nem teszi lehetővé egy komponens esetében sem a végleges vizsgálati mentességet.

A korábban érvényben volt vizsgálati szám csökkentésekhez, mentességekhez elvégzett vizsgálatok eredményei 2023-ban még elfogadhatók, javasolt tehát a radiológiai paraméterekre vonatkozó vizsgálati szám csökkentéseket 2023-ban kérelmezni.

Az Kmr. 28. § (9) és (9a) bekezdései alapján:

„(9) az e rendelet hatálybalépésekor érvényben lévő, a radiológiai paraméterekre vonatkozó vizsgálati szám csökkentések a következő, a 14. § szerinti ivóvízvizsgálati program összeállításakor már nem vehetők figyelembe. A következő 2. melléklet B) rész 2.3.1. pontja szerinti vizsgálati szám csökkentés igényléséhez felhasználhatók a korábbi, az e rendelet hatálybalépésekor érvényben lévő vizsgálati szám csökkentéshez elvégzett vizsgálatok eredményei is.

(9a) Az e rendelet hatálybalépésekor érvényben lévő, a radiológiai paraméterekre vonatkozó vizsgálati szám csökkentések a következő, a 14. § szerinti ivóvízvizsgálati program összeállításakor már nem vehetők figyelembe. A következő, a 2. melléklet B) rész 2.3.2. pontja szerinti vizsgálati szám csökkentés igényléséhez felhasználhatóak a korábbi, az e rendelet hatálybalépésekor érvényben lévő vizsgálati szám csökkentéshez elvégzett vizsgálatok eredményei is.”

Fentiekre tekintettel mind a népegészségügyi szerv által a Kmr. 2. melléklet B) rész 2.3.1. pontja, mind az országos tisztifőorvos által 2. melléklet B) rész 2.3.2. pontja szerinti vizsgálati szám csökkentéshez felhasználhatók a korábbi, vizsgálati szám csökkentéshez vagy vizsgálat alóli mentességhez elvégzett vizsgálatok eredményei is.

A Kmr. alapján a radiológiai paraméterekre – radon, trícium és indikatív dózis (illetve az ennek becslésére szolgáló összes alfa- és bétaaktivitás) – vonatkozó vizsgálati szám csökkentési lehetőségek megegyeznek a többi paraméterre vonatkozó lehetőségekkel. Ezt a Kmr. 2. melléklet B) rész 2.3.1. és 2.3.2. pontok részletezik.

Kmr. 2. melléklet B) rész 2.3.1. pont:

*„2.3.1. Az „A” és „B” csoportba tartozó paramétereket a 3. táblázatban meghatározott gyakorisággal kell mérni, kivéve, ha a **népegészségügyi szerv**, illetve az élelmiszerüzemi célú víz megfelelőségi ponttól a NÉBIH az országos tisztifőorvossal egyeztetve az ivóvízszolgáltató kérésére meghatározott időre a vizsgálati szám csökkentését a vizsgálati program elfogadásával engedélyezi.*

A minimális vizsgálati szám akkor csökkenthető egy vízminőségi jellemző esetében, ha legalább egy hároméves időszak alatt rendszeres időközönként, a teljes

ivóvízellátási körzetre reprezentatív mintavételi helyen vett minden minta eredménye alacsonyabb értéket mutat, mint a határ- vagy parametrikus érték 60 %-a, a Pseudomonas aeruginosa, a Clostridium perfringens és a mikroszkópos biológiai paraméterek esetén a parametrikus érték túllépés gyakorisága nem éri el a 10 %-ot, és ha az ivóvízbiztonsági tervben elvégzett, a vízbázis ellenőrzésére is kiterjedő veszélyelemzés és kockázatértékelés, valamint a 6. § (1) bekezdése szerinti kockázatértékelés, valamint a rendelkezésre álló összes közegészségügyi szempontból releváns információ megerősíti, hogy nincs olyan ésszerűen várható tényező, amely az ivóvíz minőségének romlását okozná, vagy az emberi egészséget veszélyeztetné.

A minimális vizsgálati szám legfeljebb a 3. táblázatban meghatározott gyakoriság 25 %-ára csökkenthető. A vizsgálati szám nem csökkenthető a 2.2.1. pont a) alpontjában felsorolt paraméterekre vonatkozóan.”

Kmr. 2. melléklet B) rész 2.3.2. pont:

„2.3.2. Az alumínium, az arzén, a benzol, a benz(a)pirén, a bór, a cianid, a cisz-1,2-diklór-etilén, az 1,2-diklór-etán, a fluorid, a peszticidek, a tetraklór-etilén, a triklór-etilén, a policiklusos aromás szénhidrogének, a higany, a szelén, kadmium, klorid, szulfát, nátrium, urán, THM, PFA, trícium, radon, indikatív dózis továbbá a 4. § (5) bekezdése szerinti paraméterekre a vizsgálati szám ivóvízellátó rendszerenként az országos tisztifőorvos engedélyével, illetve – az élelmiszerüzemi célú víz megfelelőségi ponttól, ahol az élelmiszerüzemi célú vizet az élelmiszer-előállításához, illetve kezeléshez az élelmiszer-higiéncia biztosítása érdekében felhasználják – az országos tisztifőorvos bevonásával a NÉBIH által kiadott engedély alapján háromévente egy vizsgálatra csökkenthető az ivóvízellátó rendszerbe betáplálási ponton.

Az első engedély kiadásának együttes feltételei: a komponensek nem voltak kimutathatók az alsó méréshatárt vagy a határérték 30 %-át meghaladó koncentrációban legalább a kérelem beadását megelőző hároméves időszak alatt a rendszeres időközönként a teljes ivóvízellátási körzetre reprezentatív mintavételi helyen vett mintából, és az ivóvízbiztonsági tervben elvégzett, a vízbázis ellenőrzésére is kiterjedő veszélyelemzés és a 6. § (1) bekezdése szerinti kockázatértékelés, valamint a rendelkezésre álló, közegészségügyi szempontból releváns összes információ megerősíti, hogy nincs olyan ésszerűen várható tényező, amely az ivóvíz minőségének romlását okozná vagy az emberi egészséget veszélyeztetné.

Az engedélyezési eljárásban a hatályos ivóvízbiztonsági tervet, 2027. január 12. után a 6. § (1) bekezdése szerinti kockázatértékelés adatait, a vízbázis védettségét vagy a mesterségesen védelemben tartást igazoló dokumentumokat, azaz a vízbázis diagnosztikai vizsgálat eredményét, vagy a vízbázis védőterületi határozatot, ennek hiányában a védelemben helyezési tervet, vagy mindezek hiányában az utolsó kútvízvizsgálati tríciummérési eredményt, valamint az utolsó három évre az összes rendelkezésre álló hálózati és ivóvízellátó rendszerbe betáplálási pontra vonatkozó,

valamint kútvíz vizsgálati eredményt kell benyújtani. Az engedély határozatlan időre szól, de 6 évente felülvizsgálat-köteles.

A felülvizsgálathoz be kell nyújtani a hatályos ivóvízbiztonsági tervet, 2027. január 12. után a 6. § (1) bekezdése szerinti kockázatértékelés adatait, az utolsó 6 év kútvizsgálati eredményeit és a teljes ivóvízellátási körzetre reprezentatív mintavételi helyen vett ivóvízvizsgálati eredményeket, és a vízbázis védettségét igazoló dokumentumokat, azaz a vízbázis diagnosztikai vizsgálat eredményét vagy a vízbázis védőterületi határozatot, vagy ennek hiányában az utolsó kútvízvizsgálati tríciummérési eredményt.”

Radon és trícium

A Kmr. 2. melléklet B) rész 2.3.1. és 2.3.2. pontok szerint:

- Ha három, egymást követő évben végzett ellenőrzés során a trícium és/vagy a radon aktivitáskoncentrációja egyetlen esetben sem érte el a parametrikus érték 60 %-át (azaz 60 Bq/l-t), akkor **az illetékes népegészségügyi szerv legfeljebb negyedére csökkentheti** 2. melléklet 3. táblázat szerinti **vizsgálati számot**. A **vizsgálati szám csökkentés engedélyezése az ivóvíz-szolgáltató kérelmére az éves ivóvízvizsgálati program elfogadásával történik**.
- Ha három, egymást követő évben végzett ellenőrzés során a trícium és/vagy a radon aktivitáskoncentrációja egyetlen esetben sem érte el a parametrikus érték 30 %-át (azaz 30 Bq/l-t), akkor **az országos tisztifőorvos az ivóvízszolgáltató kérelmére háromévente egy vizsgálatra csökkentheti a vizsgálati számot** az ivóvízellátó rendszerbe betáplálási ponton. Az engedély határozatlan időre szól, de 6 évente felülvizsgálat-köteles.
- A mérési jegyzőkönyvekben a Kmr. 3. melléklet 4.2.3. alpontja táblázatában szereplő értékeknél kisebb értékek is szerepelhetnek (hiszen a vizsgálólaboratóriumok gyakran ezeknél kisebb kimutatási határral is meg tudják határozni az egyes aktivitáskoncentrációkat). Ettől függetlenül az 2. melléklet B) rész 2.3.1. és 2.3.2. pontok alkalmazása során a Kmr.-ben szereplő kimutatási határokat kell alkalmazni.
- A trícium aktivitáskoncentrációja, a radon aktivitáskoncentrációja és az indikatív dózis egymástól függetlenek. Ezért a trícium és/vagy a radon vizsgálati szám csökkentéseket a többi vizsgálandó paramétertől függetlenül kell elbírálni.

Indikatív dózis

A Kmr. 2. melléklet B) rész 2.3.1. és 2.3.2. pontok alkalmazása összesalfa- és összesbéta-aktivitás, illetve radionuklidok mérése esetén:

- Az indikatív dózis parametrikus értéke 0,10 mSv éves lekötött effektív dózis, ennek a 60 %-a 0,06 mSv. Amennyiben 3 (egymást követő) éven át végzett vizsgálatok mindegyike az összesalfa-aktivitáskoncentrációra a vizsgálati szint (0,1 Bq/l) 60 %-a, azaz 0,06 Bq/l alatti, és az összesbéta-aktivitáskoncentrációra a vizsgálati szint (1,0 Bq/l) 60 %-a, azaz 0,6 Bq/l alatti értéket állapított meg, akkor **az illetékes népegészségügyi szerv legfeljebb negyedére csökkentheti** 2. melléklet 3. táblázata szerinti **vizsgálati számot**. **A vizsgálati szám csökkentés engedélyezése az ivóvíz-szolgáltató kérelmére az éves ivóvízvizsgálati program elfogadásán keresztül történik**. Arra nincsen mód, hogy az összesalfa-aktivitáskoncentrációnak a vizsgálati szint 60 %-a feletti értékét „kikompenzáljuk” az összesbéta-aktivitáskoncentrációnak a vizsgálati szint 60 %-a alatti értékével (vagy fordítva), vagyis **a két paramétert külön kell értékelni**.
- Az összesalfa-aktivitáskoncentráció kimutatási határa (3. melléklet 4.2.3. alpont 3. táblázat 3. sor) 0,04 Bq/l, az összesbéta-aktivitáskoncentráció kimutatási határa (3. melléklet 4.2.3. alpont 3. táblázat 4. sor) 0,4 Bq/l. Az összesalfa- és az összesbéta-sugárzás paraméterekre a Kmr. 3. melléklet 3. táblázat 4. megjegyzése alapján a minimálisan elvárt kimutatási határ a **vonatkozó vizsgálati szint 40 %-a** (0,04, illetve 0,4 Bq/l). Erre való tekintettel a vizsgálati szám csökkentés elbírálásakor a vizsgálati szint 30 %-ával való összevetés helyett elfogadható a vizsgálati eredményeknek a Kmr. szerinti kimutatási határral (azaz a vizsgálati szintek 40 %-ával) történő összevetése.
- Ha három, egymást követő évben végzett ellenőrzés során a sem az összealfa-aktivitás, sem az összesbétaaktivitás sem érte el a Kmr. szerinti kimutatási határt (azaz a vonatkozó vizsgálati szint 40 %-át), akkor **az országos tisztifőorvos az ivóvíz-szolgáltató kérelmére háromévente egy vizsgálatra csökkentheti az indikatív dózisonak való megfelelés ellenőrzése céljából végzett** összealfa-aktivitás és az összesbétaaktivitás **vizsgálati számot** az ivóvízellátó rendszerbe betáplálási ponton. Az engedély határozatlan időre szól, de 6 évente felülvizsgálat-köteles.
- Alternatív vizsgálati szint alkalmazása esetén a vizsgálati szám csökkentések elbírálásakor (akár a 2.3.1. akár a 2.3.2. pontok szerint) a meghatározott alternatív vizsgálati szint 60, illetve 30 %-át kell figyelembe venni. Amennyiben ez utóbbi kisebb a Kmr. szerinti kimutatási határnál, akkor nem az alternatív vizsgálati szint 30 %-át, hanem a Kmr. szerinti kimutatási határt kell figyelembe venni.

- Radionuklidok vizsgálata esetén is lehetséges a vizsgálati szám csökkentés 3 (egymást követő) év eredményei alapján. Ebben az esetben a radionuklid meghatározást követő becsült indikatív dózist kell a parametrikus érték 60, illetve 30 %-ához hasonlítani.
- A legfeljebb negyedére történő vizsgálati szám csökkentés akkor adható, ha 3 (egymást követő év) során az 1. képlet (Kmr. 3. melléklet 4.2.1.), a 2. képlet illetve a 3. képlet szerinti kifejezés értéke minden esetben kisebb 0,6-nál; vagyis az éves indikatív dózis minden esetben kisebb a parametrikus érték (0,1 mSv) 60 %-ánál, azaz 0,06 mSv-nél.
- Az indikatív dózist való megfelelés ellenőrzéséhez szükséges vizsgálatok számának csökkentéshez nuklidszelektív és összesalfa- és összesbétaaktivitás vizsgálati eredmények vegyesen is felhasználhatóak (ha a fenti feltételeknek megfelelnek). Például, ha az első évben még nuklidszelektív vizsgálatot végeztek, de a következő két évben már összesalfa- és összesbéta-aktivitás mérése történt.

Amennyiben a 3 (egymást követő) év bármelyikében az összesalfa-aktivitás meghaladta a vizsgálati szint 60 %-át (azaz 0,06 Bq/l-t) vagy az összesbéta-aktivitás meghaladta a vizsgálati szint 60 %-át (azaz 0,6 Bq/l-t), akkor a következő lehetőségek közül lehet választani:

- A vízmű az összesalfa- és az összesbéta-aktivitáskoncentrációk ellenőrzését a jövőben (még legalább egy évig) folytatja (ez esetben egy év múlva újra vizsgálható az utolsó 3 év adatsora).
- Nuklidszelektív mérésekre alapozva a hatóság alternatív vizsgálati szinteket határoz meg összesalfa- és/vagy összesbéta-aktivitásra (Kmr. 3. melléklet 4.1.3.4. alpont). Ha 3 (egymást követő) év minden mérési eredménye kisebb a megfelelő alternatív vizsgálati szint 60 %-ánál, akkor a vizsgálati szám legfeljebb negyedére csökkenthető. Ellenkező esetben a vizsgálati kötelezettség változatlanul marad. Alternatív vizsgálati szint megállapítása esetén a korábbi évek vizsgálati eredményei is összevethetőek az alternatív vizsgálati szinttel, azaz a korábbi évek eredményei is figyelembe vehetőek, amennyiben ezen időszakban nem került sor jelentős, a víz minőségét befolyásoló változásra (pl. új kút fúrás, jelentős technológiai változások). Amennyiben történtek ilyen változások, akkor csak a változások utáni időszak mérési eredményit lehet figyelembe venni a vizsgálati szám csökkentés elbírásakor.
- Az illetékes népegészségügyi szerv olyan vizsgálati stratégiát hagy jóvá az indikatív dózis monitorozására, amely csak az összesalfa- (vagy az összesbéta-) aktivitáskoncentráció mérésére terjed ki. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy elegendő az összesalfa-aktivitáskoncentrációt mérni a Kmr. szerinti gyakorisággal, amennyiben az összes-béta aktivitáskoncentráció 3 (egymást követő) éven át végzett vizsgálatok mindegyikében a vizsgálati szint 60 %-a (0,6 Bq/l) alatti volt, összesbéta-aktivitásra megadható az

eredmények függvényében járó vizsgálati szám csökkentés. Vagy fordítva, de az eddigi adatok alapján ez lényegesen valószínűtlenebb.

- A jogszabályban 3. melléklet 4.1.3.5. pontjában szereplő előírás, miszerint a „radionuklid mérése esetén a tríciumot, az összesalfa-aktivitást és az összesbéta-aktivitást ugyanazon a mintán kell mérni” nem releváns abban az esetben, ha valamelyik paraméterre van érvényes vizsgálati szám csökkentés.

Például, ha a szolgáltató összesbéta-aktivításra kapott vizsgálati szám csökkentést, de összesalfa-aktivításra nem, akkor nem kell minden összesalfa-aktivitás mérésekor az összesbéta-aktivitást is meghatározni. Amikor azonban sor kerül a kötelező összesbéta-aktivitás mérésre, ugyanazon a mintán szükséges mérni az összesalfa-aktivitást is.

Vizsgálati szám csökkentés

A vizsgálati számok országos tisztifőorvos által háromévenkénti egy vizsgálatra csökkentésével kapcsolatban további részletek találhatóak a „Az ivóvíz minőségének ellenőrzése során mérendő egyes jellemzők vizsgálati szám csökkentése” c. tájékoztatóban: <https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/396/T%C3%A1j%C3%A9koztat%C3%B3%20vizsg%C3%A1lati%20sz%C3%A1m%20cs%C3%B6kkent%C3%A9s%202023.02.20.pdf>.

7. Megelőzési és beavatkozási lehetőségek

Amennyiben beavatkozás szükséges, annak mértékét és módját mindig a konkrét eredmények és körülmények ismeretében kell meghatározni. Az alábbiakban a teljesség igénye nélkül felsorolunk néhány lehetséges megoldást, ami akár a jelen lévő probléma felszámolásában, akár annak megelőzésében is hatékony lehet. Minden esetben elemezni kell a meglévő és a beavatkozással járó kockázatokat is. Bármelyik megoldásra kerül sor, számolni kell a választott megoldás jelentette kockázatokkal és mérlegelni kell, hogy az összes kockázat érdemben csökken-e. A tipikus új kockázatok szintén felsorolásra kerülnek, azonban teljes felsorolás nem adható (lásd még: „*NNK Módszertani levél: Útmutató ivóvíz-biztonsági tervrendszerek kiépítéséhez, működtetéséhez*”¹⁸).

Vízbázis váltás

A vízbázis váltás nem könnyen kivitelezhető megoldás, és általában más, egyszerűbb megoldás is szóba jöhet, azonban elvben előfordulhat olyan helyzet, ahol megoldást jelenthet, például baleset, havária következtében mesterséges radionuklidokkal extrém módon elszennyeződött vízbázis esetén.

Mérlegelendő kockázatok:

- az új vízbázis minősége.

Csatlakozás másik vízellátórendszerhez

A vízbázisváltásnál egyszerűbb megoldás egy másik, akár regionális vízellátó rendszerre történő csatlakozás.

Mérlegelendő kockázatok:

- az új vízellátó rendszeren szolgáltatott víz minősége,
- megnövekedett elosztóhálózat (pl. pangó szakaszok, hosszabb tartózkodási idő, fertőtlenítési melléktermékek mennyiségének növekedése, fertőtlenítés hiányában mikrobiológiai minőségromlás, másodlagos vízminőségromlás).

Vízátvétel

Megoldás lehet a vízátvétel másik vízellátó rendszertől. Ez fedezheti a teljes vízigényt, de akár sor kerülhet a radiológiai szempontból kifogásolt saját víz keverésére is.

Mérlegelendő kockázatok:

- az új vízellátó rendszeren szolgáltatott víz minősége,
- megnövekedett elosztóhálózat (pl. pangó szakaszok, hosszabb tartózkodási idő, fertőtlenítési melléktermékek mennyiségének növekedése, fertőtlenítés hiányában mikrobiológiai minőségromlás, másodlagos vízminőségromlás),
- kevert vizek minősége (pl. korrozivitás).

¹⁸ <https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/725/VBT%20%C3%BAtmutat%C3%B3%202019.pdf>

Kutak üzemeltetésének változtatása

Több üzemelő kút esetében sor kerülhet a keverési arányok változtatására, ha ez lehetséges. Ez függ a kutak eltérő minőségétől (van-e egyáltalán radiológiailag megfelelő kút), a kitermelhető víz mennyiségétől (lehet-e növelni a kitermelt víz mennyiségét) és az esetleges vízkezelő technológiától. Radiológiai vízminőségi probléma (pl. parametrikus érték feletti indikatív dózis) esetén érdemes kutanként elvégezni a vizsgálatokat. Így a probléma jobban lehatárolható, illetve az esetleges beavatkozások, megoldások is jobban megtervezhetők.

Mérlegelendő kockázatok:

- kutak vízminősége (pl. egyéb kifogásolt komponensek, kevert víz minősége),
- kitermelt víz mennyiségének növekedése.

Kutak időszakos kizárása

Parti szűrésű vízbázisok esetében előfordulhat, hogy a felszíni víz vízállásától függően változik a kutak radiológiai profilja. Ennek oka, hogy a vízállástól függően (magas vízállás esetén) dominálhat a felszíni víztől a kutak felé történő áramlás, vagy (alacsony vízállás esetén) a partoldal felől a kutak felé történő vízmozgás. Ez pedig nagymértékben befolyásolhatja a radiológiai szempontból fontos komponensek (pl. urán) koncentrációját.¹⁹ Tehát, ha ismertek a kutak radiológiai jellemzői különböző vízállások idején, szükség esetén sor kerülhet időszakos kizárásukra is.

Mérlegelendő kockázatok:

- kutak vízminősége,
- csökkent vízmennyiség (ellátás biztonsága).

Vízkezelés: vas és mangán eltávolítása

Vas és mangán eltávolítása esetén a radionuklidok egy jelentős része is eltávolításra kerül. Részben hasonló elv alapján, mint a vas és a mangán esetében (koaguláció, szűrés), részben közvetve, a kiváló vas és mangán csapadékon megkötődve.

Mérlegelendő kockázatok:

- technológia jelentette kockázatok (pl. vegyszeradagolás, szűrőkarbantartás, szűrők jelentette kockázat a mikrobiológiai és mikroszkópos biológiai paraméterek esetében).

Vízkezelés: gáztalanítás

A radon viszonylag könnyen eltávolítható levegőztetéssel, gáztalanítással.

¹⁹ Csondor K. et al., Parti szűrésű vízbázisok természetes radioaktivitása nuklidspecifikus mérések tapasztalatai alapján, 2021, Hidrológiai Közöny, http://www.hidrologia.hu/mht/letoltes/HK2021_02v3.pdf

Mérlegelendő kockázatok:

- gáztalanítás jelentette kockázatok (pl. mikrobiológiai és mikroszkópos biológiai elszennyeződés kockázata nő),
- zárt tér esetén a gáztalanítás helyszínén megnövekedett radon koncentrációra kell számítani.

Vízkezelés: egyéb lehetőségek

A különböző radionuklidokat célzott technológia kialakításával is el lehet távolítani. Az adott komponenst, az alkalmazható technológiát és határfokát tartalmazza a 3. táblázat.

3. táblázat: Radionuklidok és a lehetséges eltávolító technológiák (Forrás: WHO)²⁰

Komponens	Koaguláció	Homokszűrés	Aktívszén szűrés	Csapadékos lágyítás	Ioncsere	Reverz ozmózis
Stroncium	xx	xx	x	xxxx	xxx	xxxx
Jód	xx	xx	xxx	x	xxx	xxxx
Cézium	xx	xx	x	xx	xxx	xxxx
Rádium	xx	xxx	xx	xxxx	xxxx	xxxx
Urán	xxxx	x	xx	xxxx	xxxx	xxxx
Plutónium	xxxx	xx	xxx	x	xxxx	xxxx
Amerícium	xxxx	xx	xxx	x	xxxx	xxxx
Trícium	Nem eltávolítható					

x = 0-10 %-os eltávolítás

xx = 10-40 %-os eltávolítás

xxx = 40-70 %-os eltávolítás

xxxx ≥ 70 %-os eltávolítás

Mérlegelendő kockázatok:

- technológia jelentette kockázatok (pl. vegyszeradagolás, szűrőkarbantartás, szűrők jelentette kockázat a mikrobiológiai és mikroszkópos biológiai paraméterek esetében, túlzott ásványianyag-eltávolítás).

Hálózatöblítés, mosatás

Ahogy fentebb is szerepelt, egyes radiológiai komponensek és radionuklidok (a radon kivételével) feldúsulhatnak a hálózatban lerakódó üledékben. Emiatt az üledék felkavarodása vagy a vízkő oldódása is okozhat emelkedett eredményeket egy-egy mintavételi ponton. Ebből kifolyólag bizonyos esetekben a hálózat öblítése, mosatása és/vagy a biofilm eltávolítása is segíthet. Erre elsősorban olyan esetben van értelme gondolni, mikor a hálózaton magasabb aktivitáskoncentrációk tapasztalhatók, mint a nyersvízben.

²⁰ Guidelines for Drinking-water Quality, 4th Edition, World Health Organization
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>

8. Példák

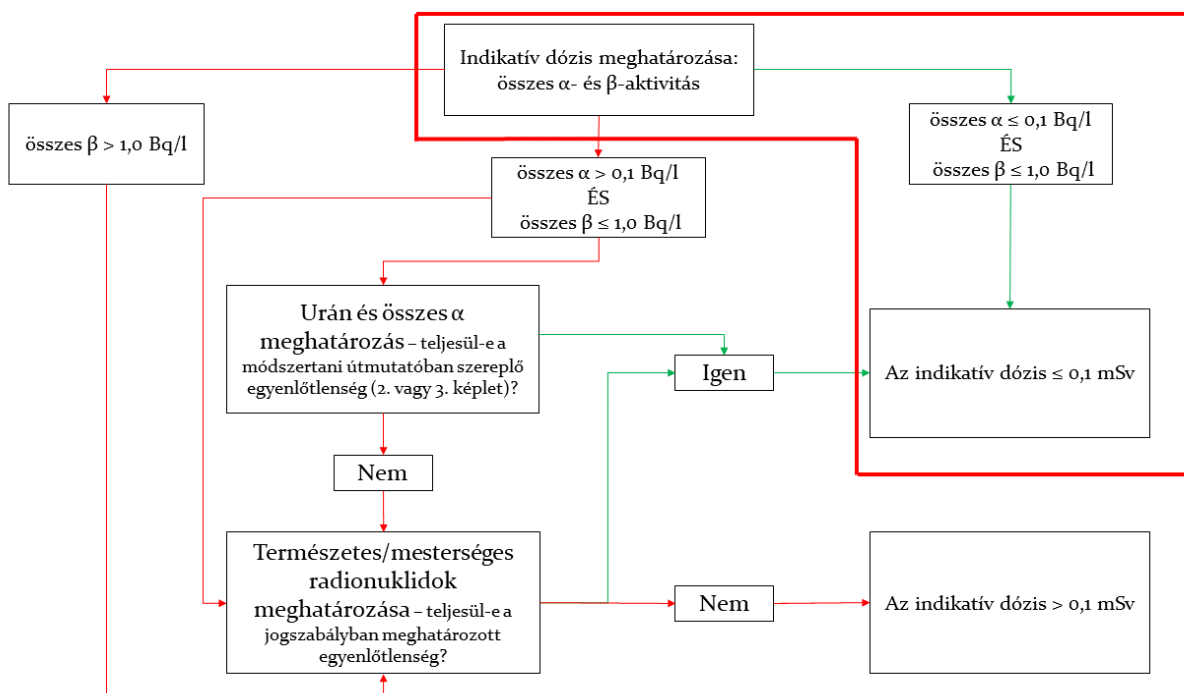
1. példa

Adott egy vízellátó rendszer, mely 1 települést lát el és 1 termelő kút üzemel. *Radiológiai vízminőségi probléma (pl. parametrikus érték feletti indikatív dózis) esetén, amennyiben több kút is része a rendszernek, érdemes kutanként elvégezni a vizsgálatokat. Így a probléma jobban lehatárolható, illetve az esetleges beavatkozások, megoldások is jobban megtervezhetők.* Az indikatív dózis megfelelőségének vizsgálatához kiindulásként az összesalfa- és összesbéta-aktivitás vizsgálati stratégiát választjuk.

A mért eredmények:

- összesalfa-aktivitás: 0,044 Bq/l
- összesbéta-aktivitás: 0,12 Bq/l

Az összesalfa-aktivitás kisebb, mint a megadott vizsgálati szint (0,1 Bq/l) és az összesbéta-aktivitás is kisebb, mint a megadott vizsgálati szint (1,0 Bq/l), tehát feltételezhető, hogy az indikatív dózis sem haladja meg a 0,1 mSv értéket, így **beavatkozás nem szükséges** (5. ábra).



5. ábra: Az indikatív dózis becslésének folyamatábrája megfelelő összesalfa- és összesbéta-aktivitások esetén

Amennyiben a következő 2 év vizsgálati eredményei sem érik el a 0,06 Bq/l értéket az összesalfa-aktivitás esetében és a 0,6 Bq/l értéket az összesbéta-aktivitás esetében, **megadható** az indikatív dózisonak való megfelelés ellenőrzéséhez a **vizsgálati szám legfeljebb negyedére csökkentés mindkét vizsgálat esetében**. A 3 évente 1 vizsgálatra csökkentett vizsgálati szám nem jár az összesalfa-aktivitásra, mert az meghaladta a

vizsgálati szint 40 %-át (44 %), de megadható összesbéta-aktivitás vizsgálatra (amennyiben a következő 2 év eredményei sem haladják meg a vizsgálati szint 40 %-át).

2. példa

Szintén egy vízellátó rendszer, mely 1 települést lát el és 1 termelő kút üzemel. Az indikatív dózis megfelelőségének vizsgálatához kiindulásként ebben az esetben is az összesalfa- és összesbéta-aktivitás vizsgálati stratégiát választjuk.

A mért eredmények:

- összesalfa-aktivitás: 0,20 Bq/l
- összesbéta-aktivitás: 0,16 Bq/l

Az összesalfa-aktivitás nagyobb, mint a megadott vizsgálati szint (0,1 Bq/l), az összesbéta-aktivitás kisebb, mint a megadott vizsgálati szint (1,0 Bq/l), tehát összességében ezen eredmények alapján nem zárható ki, hogy az indikatív dózis meghaladja a 0,1 mSv értéket, így **beavatkozás mérlegelése szükséges, illetve radionuklidok vizsgálata is indokolt.**

A vízbázis közelében nem ismert semmilyen radiológiai szennyezés, nincs és soha nem is üzemelt uránércbánya, izotóplabor vagy radioaktív hulladéklerakó, de még atomreaktor sem. Ezért először a természetes radionuklidok mérésére kerül sor. A vizsgált radionuklidokat, a jogszabály által megadott származtatott koncentrációkat és a mért értékeket a 4. táblázat tartalmazza.

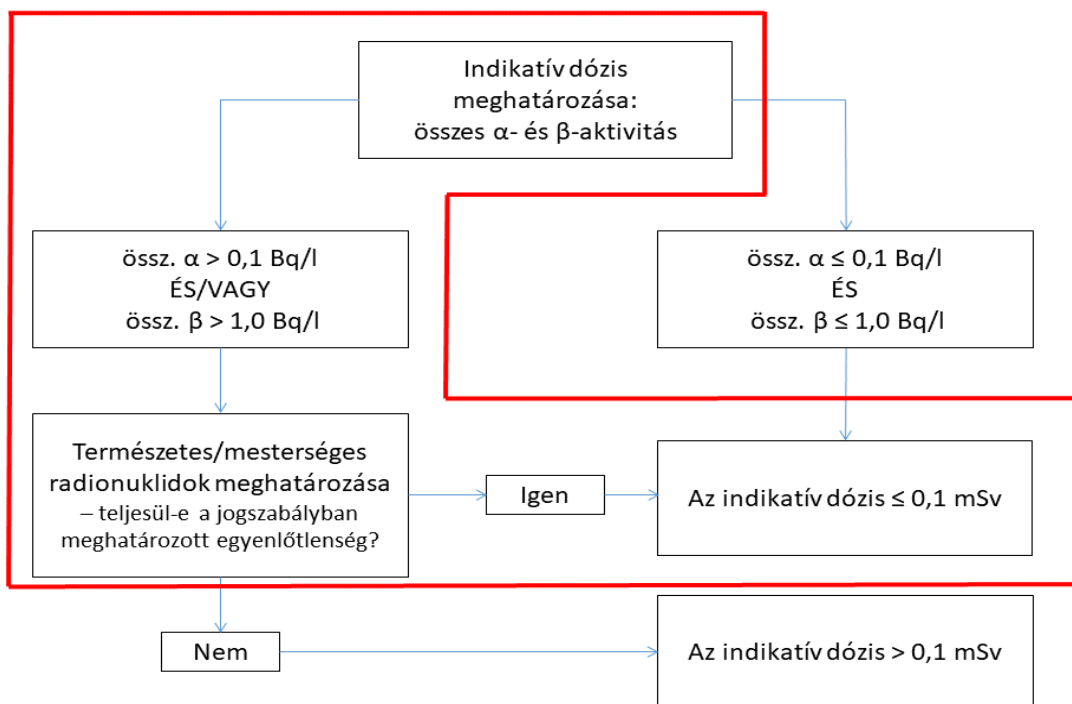
4. táblázat: Mért radionuklidok származtatott és mért koncentrációi a 2. példához

Származás	Nuklid	Származtatott koncentráció	Mért koncentráció	Mért/származtatott koncentrációk hányadosa
Természetes	U-238	3,0 Bq/l	0,050 Bq/l	0,017
	U-234	2,8 Bq/l	0,080 Bq/l	0,029
	Ra-226	0,5 Bq/l	0,040 Bq/l	0,080
	Ra-228	0,2 Bq/l	<0,02 Bq/l	0,1
	Pb-210	0,2 Bq/l	<0,02 Bq/l	0,1
	Po-210	0,1 Bq/l	<0,01 Bq/l	0,1

Emlékeztetőül: a mért és származtatott aktivitáskoncentrációk hányadosainak (a 4. táblázat jobb szélső oszlopa) számításakor a ki nem mutatott (pontosabban: kimutatási határ alatti aktivitáskoncentrációjú) radionuklidok „mért aktivitáskoncentráció”-jaként a kimutatási határt kell figyelembe venni. Nem azokat, amelyek a Kmr. 3. melléklet 4.2.3. pontjában szerepelnek, hanem azokat, amelyeket a mérési/vizsgálati jegyzőkönyvben konkrétan feltüntettek.

Az eredményekből több minden következik:

- 1) az eredményeket beírva az 1. képletbe az eredmény 0,43, azaz kisebb, mint 1, így megállapítható, hogy az indikatív dózis (évente 0,043 mSv) sem haladja meg a 0,1 mSv értéket, így **beavatkozás nem szükséges** (6. ábra).
- 2) a hatóság alternatív vizsgálati szintet határozhat meg az összesalfa-aktivitásra. A mérési eredményekből kiszámolt éves indikatív dózis 0,043 mSv. Ennek az értéknek a 2,32-szerese adja ki az indikatív dózis parametrikus értékét (0,1 mSv-et). Ez azt jelenti, hogy legfeljebb a mért összesalfa-aktivitáskoncentráció (0,20 Bq/l) 2,32-szerese (0,46 Bq/l) állapítható meg alternatív összesalfa vizsgálati szintként; hiszen az elvégzett számítások alapján feltételezhető, hogy az összesalfa-aktivitáskoncentrációra meghatározott 0,46 Bq/l alternatív vizsgálati szint esetén is teljesül a Kmr. 1. számú melléklet 3. táblázatában előírt indikatív dózis parametrikus érték (0,10 mSv). Azonban érdemes az alternatív összesalfa vizsgálati szint megválasztásakor a korábban mért, jellemző összesalfa aktivitáskoncentrációk értékét figyelembe venni, hogy az esetleges jövőbeli változások időben felismerhetők legyenek. Ha a nuklidszelektív vizsgálattal párhuzamosan nem történt összesalfa-vizsgálat, akkor az összesalfa-aktivitáskoncentrációt az U-238, U-234, Ra-226, Pb-210 és Po-210 aktivitáskoncentrációinak összeadásával számoljuk.



6. ábra: Az indikatív dózis becslésének folyamatábrája nem megfelelő összesalfa-aktivitás, de kedvező eredményt mutató radionuklid vizsgálat esetén

A továbbiakban logikus döntés lenne a hatóságnak úgy rendelkeznie, hogy az indikatív dózis vizsgálatához elegendő az összesalfa-aktivitáskoncentrációt mérni, és azt az alternatív vizsgálati szinttel összevetni, az összesbéta-aktivitás vizsgálat szám pedig a negyedére vagy megadható a 3 évente 1 vizsgálatra csökkentés (amennyiben következő 2 év eredményei is megfelelőek).

3. példa

Szintén egy vízellátó rendszer, mely 1 települést lát el és 1 termelő kút üzemel. Az indikatív dózis megfelelőségének vizsgálatához kiindulásként ebben az esetben is az összesalfa- és összesbéta-aktivitás vizsgálati stratégiát választjuk.

A mért eredmények:

- összesalfa-aktivitás: 0,36 Bq/l
- összesbéta-aktivitás: 0,16 Bq/l

Az összesalfa-aktivitás nagyobb, mint a megadott vizsgálati szint (0,1 Bq/l), az összesbéta-aktivitás kisebb, mint a megadott vizsgálati szint (1,0 Bq/l), tehát összességében ezen eredmények alapján nem zárható ki, hogy az indikatív dózis meghaladja a 0,1 mSv értéket, így **beavatkozás mérlegelése szükséges, illetve radionuklidok vizsgálata is indokolt.**

A vízbázis közelében nem ismert semmilyen radiológiai szennyezés, nincs és soha nem is üzemelt uránércbánya, izotóplabor vagy radioaktív hulladéklerakó, de még atomreaktor sem. Ezért először a természetes radionuklidok mérésére kerül sor. A vizsgált radionuklidokat, a jogszabály által megadott származtatott koncentrációkat és a mért értékeket az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat: Mért radionuklidok származtatott és mért koncentrációi a 3. példához

Származás	Nuklid	Származtatott koncentráció	Mért koncentráció	Mért/származtatott koncentrációk hányadosa
Természetes	U-238	3,0 Bq/l	0,100 Bq/l	0,033
	U-234	2,8 Bq/l	0,140 Bq/l	0,050
	Ra-226	0,5 Bq/l	0,072 Bq/l	0,14
	Ra-228	0,2 Bq/l	0,040 Bq/l	0,20
	Pb-210	0,2 Bq/l	0,040 Bq/l	0,20
	Po-210	0,1 Bq/l	0,010 Bq/l	0,10

Az eredményekből több minden következik:

- 1) az eredményeket beírva az 1. képletbe az eredmény 0,73, azaz kisebb, mint 1, így megállapítható, hogy az indikatív dózis (évente 0,073 mSv) sem haladja meg a 0,1 mSv értéket, így **beavatkozás nem szükséges** (6. ábra)
- 2) a hatóság alternatív vizsgálati szintet határozhat meg az összesalfa-aktivitásra. A mérési eredményekből kiszámolt éves indikatív dózis 0,073 mSv. Ennek az értéknek a 1,37-szerese adja ki az indikatív dózis parametrikus értékét (0,1 mSv-et). Ez azt jelenti, hogy legfeljebb a mért összesalfa-aktivitáskonzentráció (0,36 Bq/l) 1,37-szerese (0,49 Bq/l) állapítható meg alternatív összesalfa vizsgálati szintként, hiszen az elvégzett számítások alapján feltételezhető, hogy az összesalfa-aktivitáskonzentrációra meghatározott 0,49 Bq/l alternatív vizsgálati szint esetén is teljesül a Kmr. 1. számú melléklet 3. táblázatában előírt indikatív dózis parametrikus érték (0,10 mSv). Azonban érdemes az alternatív összesalfa vizsgálati szint megválasztásakor a korábban mért, jellemző összesalfa aktivitáskonzentrációk értékét figyelembe venni, hogy az esetleges jövőbeli változások időben felismerhetők legyenek. Ha a nuklidszelektív vizsgálattal párhuzamosan nem történt összesalfa-vizsgálat, akkor az összesalfa-aktivitáskonzentrációt az U-238, U-234, Ra-226, Pb-210 és Po-210 aktivitáskonzentrációinak összeadásával számoljuk.

A továbbiakban logikus döntés lenne a hatóságnak úgy rendelkeznie, hogy az indikatív dózis vizsgálatához elegendő az összesalfa-aktivitáskonzentrációt mérni, és azt az alternatív vizsgálati szinttel összevetni, az összesbéta-aktivitás vizsgálat szám pedig a negyedére vagy kérelemre megadható a 3 évente 1 vizsgálatra csökkentés (amennyiben következő 2 év eredményei is megfelelőek).

4. példa

Szintén egy vízellátó rendszer, mely 1 települést lát el és 1 termelő kút üzemel. Az indikatív dózis megfelelőségének vizsgálatához kiindulásként ebben az esetben is az összesalfa- és összesbéta-aktivitás vizsgálati stratégiát választjuk.

A mért eredmények:

- összesalfa-aktivitás: 0,36 Bq/l
- összesbéta-aktivitás: 0,40 Bq/l

Mivel az összesalfa-aktivitáskonzentráció nagyobb a vizsgálati szintnél (0,1 Bq/l-nél), az indikatív dózis alaposabb vizsgálatára van szükség. Azt választjuk, hogy alaposabb vizsgálatként csak az uránizotópok aktivitáskonzentrációit határozzuk meg.

A mért eredmények:

Az U-238 aktivitáskonzentrációja: $c_{U-238} = 0,100$ Bq/l

Az U-234 aktivitáskonzentrációja: $c_{U-234} = 0,140$ Bq/l

Számolás:

A két uránizotóp összes aktivitáskoncentrációja: 0,240 Bq/l

Az uránizotópok által „meg nem magyarázott” alfa-aktivitáskoncentráció:

$$0,36 \text{ Bq/l} - 0,24 \text{ Bq/l} = 0,12 \text{ Bq/l}$$

Az eredményeket beírva a 2. képletbe az eredmény 1,28 – azaz nagyobb, mint 1. Eszerint az indikatív dózis kisebb vagy egyenlő, mint évente 0,128 mSv. Ez azonban csak egy durva felső becslés, és ettől még könnyen elképzelhető, hogy az indikatív dózis a valóságban kisebb az évi 0,1 mSv-nél. Az indikatív dózis pontos meghatározására indokolt mind a 6 természetes radionuklid vizsgálata.

5. példa

Szintén egy vízellátó rendszer, mely 1 települést lát el és 1 termelő kút üzemel. Az indikatív dózis megfelelőségének vizsgálatához kiindulásként ebben az esetben is az összesalfa- és összesbéta-aktivitás vizsgálati stratégiát választjuk.

A mért eredmények:

- összesalfa-aktivitás: 0,20 Bq/l
- összesbéta-aktivitás: 0,40 Bq/l

Mivel az összesalfa-aktivitáskoncentráció nagyobb a vizsgálati szintnél (0,1 Bq/l-nél), az indikatív dózis alaposabb vizsgálatára van szükség. Azt választjuk, hogy alaposabb vizsgálatként az urán koncentrációját határozzuk meg ICP-MS-sel.

A mért eredmény: az (összes) urán tömegkoncentrációja: 3,5 µg/l.

Az uránkoncentrációt beírva a 3. képletbe az eredmény 1,16 – azaz nagyobb, mint 1. Eszerint az indikatív dózis kisebb vagy egyenlő, mint évente 0,12 mSv. Ez azonban csak egy durva felső becslés, és ettől még könnyen elképzelhető, hogy az indikatív dózis a valóságban kisebb az évi 0,1 mSv-nél. Az indikatív dózis pontos meghatározására indokolt mind a 6 természetes radionuklid vizsgálata.

Részsámítások:

$$\text{Az U-238 aktivitáskoncentrációja: } 3,5 \text{ µg/l} * 0,0124 = 0,043 \text{ Bq/l}$$

A két uránizotóp összes aktivitáskoncentrációja: 0,086 Bq/l

Az uránizotópok által „meg nem magyarázott” alfa-aktivitáskoncentráció:

$$0,20 \text{ Bq/l} - 0,086 \text{ Bq/l} = 0,11 \text{ Bq/l}$$

6. példa

Egy vízellátó rendszer, mely 1 települést lát el és 1 termelő kút üzemel. Az indikatív dózis megfelelőségének vizsgálatához ebben az esetben is az összesalfa- és összesbéta-aktivitás vizsgálati stratégiát választjuk.

A mért eredmények:

- összesalfa-aktivitás: 0,36 Bq/l
- összesbéta-aktivitás: 0,16 Bq/l

Az összesalfa-aktivitás nagyobb, mint a megadott vizsgálati szint (0,1 Bq/l), az összesbéta-aktivitás kisebb, mint a megadott vizsgálati szint (1,0 Bq/l), tehát összességében ezen eredmények alapján nem zárható ki, hogy az indikatív dózis meghaladja a 0,1 mSv értéket, így **beavatkozás mérlegelése szükséges, illetve radionuklidok vizsgálata is indokolt.**

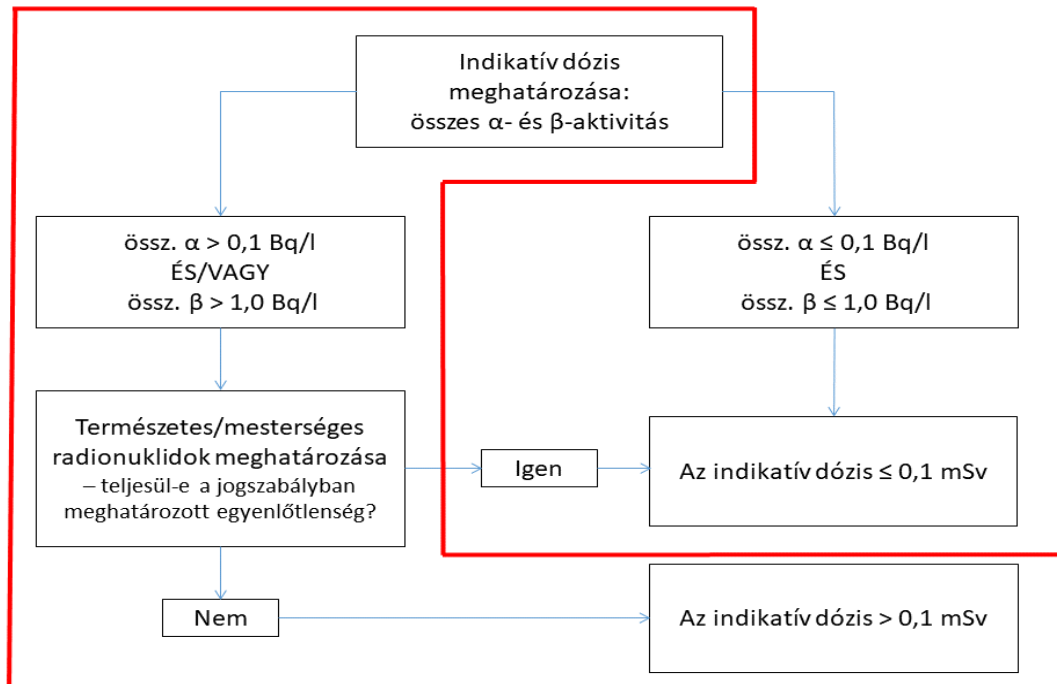
A vízbázis közelében nem ismert semmilyen radiológiai szennyezés, nincs és soha nem is üzemelt uránérc bánya, izotóplabor vagy radioaktív hulladéklerakó, de még atomreaktor sem. Ezért először a természetes radionuklidok mérésére kerül sor. A vizsgált radionuklidokat, a jogszabály által megadott származtatott koncentrációkat és a mért értékeket az 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat: Mért radionuklidok származtatott és mért koncentrációi a 6. példához

Származás	Nuklid	Származtatott koncentráció	Mért koncentráció	Mért/származtatott koncentrációk hányadosa
Természetes	U-238	3,0 Bq/l	0,085 Bq/l	0,028
	U-234	2,8 Bq/l	0,098 Bq/l	0,035
	Ra-226	0,5 Bq/l	0,072 Bq/l	0,14
	Ra-228	0,2 Bq/l	0,054 Bq/l	0,27
	Pb-210	0,2 Bq/l	0,055 Bq/l	0,28
	Po-210	0,1 Bq/l	0,052 Bq/l	0,52

Az eredményekből több minden következik:

- 1) az eredményeket beírva az 1. képletbe az eredmény 1,27, azaz nagyobb, mint 1; így megállapítható, hogy az indikatív dózis (évente 0,127 mSv) meghaladja a 0,1 mSv értéket, így **beavatkozás mérlegelése szükséges** (7. ábra),
- 2) alternatív vizsgálati szint nem állapítható meg,



7. ábra: Az indikatív dózis becslésének folyamatábrája nem megfelelő összesalfa-aktivitás és kedvezőtlen eredményt mutató radionuklid vizsgálat esetén

Vegyük észre, hogy a 3., 4. és 6. példában három eltérő vízminta szerepel, de mindegyiknek 0,36 Bq/l az összesalfa-aktivitáskoncentrációja, és csak alaposabb vizsgálattal (nuklidszelektív méréssel) lehet eldönteni, hogy az egyes vízminták indikatív dózisa hogyan viszonyul a parametrikus értékhez.

