



Nemzeti Népegészségügyi Központ

Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály (SSF)

Orvosi, Lakossági és Munkahelyi Sugáregészségügyi Osztály (OLMSO)

1221 Budapest, Anna utca 5.

„A víz iható”

Osváth Szabolcs, Izsák Bálint, Málnási Tibor, Vargha Márta

Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam – Szeged, 2022. szeptember 13-15.

Őszi Radiokémiai Napok – Balatonszárszó, 2022. október 17-19.



Korábbi publikációink a témában

- Rell Péter, Kövendiné Kónyi Júlia, Osváth Szabolcs: Emberi fogyasztásra szánt víz indikatív dózisának meghatározása. XL. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, 2015. április 21-23.
- Rell Péter, Homoki Zsolt: Magyarországi ivóvizek radiológiai vizsgálatának tapasztalatai. XII. Fiatal Higiénikusok Fóruma, Hajdúszoboszló, 2016. május 18-20.
- Rell Péter, Molnárné Róna Éva, Süveges Miklós: Ivóvizek, ivóvízbázisok radioaktivitása. A Magyar Víziközmű Szövetség XXVIII. Laboratóriumi Értekezlete, Mátraháza, 2017. április 5-6.
- Rell Péter, Kövendiné Kónyi Júlia, Homoki Zsolt: Magyarországi ivóvizek radiológiai felmérése. XLII. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, 2017. április 25-27.
- Szabó Gyula: Ivóvizek radiológiai felmérésének tapasztalatai, az indikatív dózishoz való megfelelés ellenőrzése. A Magyar Víziközmű Szövetség XXIV. Laboratóriumi Értekezlete, Szolnok, 2018. május 8.
- Osváth Szabolcs, Bufa-Dórr Zsuzsanna: Ivóvizek radioaktivitásának mérése – túl az első 3 éven. XLIV. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam, Hajdúszoboszló, 2019. április 16-18.
- Osváth Szabolcs: A „Módszertani útmutató ivóvizek radiológiai paramétereinek vizsgálatára és értékelésére” bemutatása. NNK ivóvízhigiénés munkaértekezlet, online, 2022. február 24.
- Szabolcs Osváth, Bálint Izsák, Tibor Málnási, Márta Vargha: Radioactivity in Hungarian drinking waters. 6th European Congress on Radiation Protection (IRPA2022), Budapest (Magyarország), 30 May – 3 June 2022



A meghatározandó paraméterek

- A trícium aktivitáskoncentrációja

Trícium (^3H avagy T)

- Eredete: *természetes és mesterséges*
- *Mesterséges* radionuklidok jelenlétére utalhat.
- 2016 és 2021 között **6793** mintát ellenőriztek.
- Csak 3 mintában lépte túl a kimutatási határt (10 Bq/l).
- \hookrightarrow Nincs további tennivaló.

| | Vízminőségi jellemző | Parametrikus érték | Egység |
|-----|----------------------|--------------------|--------|
| 22. | Radon | 100 | Bq/l |
| 23. | Trícium | 100 | Bq/l |
| 24. | Indikatív dózis | 0,10 | mSv |



A meghatározandó paraméterek

- A trícium aktivitáskoncentrációja
- A radon aktivitáskoncentrációja

Radon (^{222}Rn)

- Eredete: *természetes*, a ^{226}Ra bomlásterméke
- *Természetes* radionuklidok jelenlétére utalhat.
- 2016 és 2021 között **6742** mintát ellenőriztek.
- Csak 3 mintában lépte túl a parametrikus értéket (100 Bq/l).
- ↳ Nincs további tennivaló.

| | Vízminőségi jellemző | Parametrikus érték | Egység |
|-----|----------------------|--------------------|--------|
| 22. | Radon | 100 | Bq/l |
| 23. | Trícium | 100 | Bq/l |
| 24. | Indikatív dózis | 0,10 | mSv |



A meghatározandó paraméterek

- A trícium aktivitáskoncentrációja
- A radon aktivitáskoncentrációja
- Az indikatív dózis – nem mérhető, csak becsülhető (számolható)
 - összes-alfa és összes-béta aktivitáskoncentrációk

Összes-béta ($\Sigma\beta$)

- 2016 és 2021 között **6678** mintát ellenőriztek.
- Csak 9 mintában lépte túl a vizsgálati szintet (1 Bq/l).
- \hookrightarrow Nincs további tennivaló.

| | Vízminőségi jellemző | Parametrikus érték | Egység |
|-----|----------------------|--------------------|--------|
| 22. | Radon | 100 | Bq/l |
| 23. | Trícium | 100 | Bq/l |
| 24. | Indikatív dózis | 0,10 | mSv |



A meghatározandó paraméterek

- A trícium aktivitáskoncentrációja
- A radon aktivitáskoncentrációja
- Az indikatív dózis – nem mérhető, csak becsülhető (számolható)
 - összes-alfa és összes-béta aktivitáskoncentrációk

Összes-alfa ($\Sigma\alpha$)

- 2016 és 2021 között **6750** mintát ellenőriztek.
- 791 mintában [11,7%] túllépte a vizsgálati szintet (0,1 Bq/l).
- \hookrightarrow További vizsgálatok szükségesek.
- Érdeemes lehet újramérni, mert ez egy nagyon bizonytalan mérés.

| | Vízminőségi jellemző | Parametrikus érték | Egység |
|-----|----------------------|--------------------|--------|
| 22. | Radon | 100 | Bq/l |
| 23. | Trícium | 100 | Bq/l |
| 24. | Indikatív dózis | 0,10 | mSv |



A meghatározandó paraméterek

- A trícium aktivitáskoncentrációja
- A radon aktivitáskoncentrációja
- Az indikatív dózis – nem mérhető, csak becsülhető (számolható)
 - összes-alfa és összes-béta aktivitáskoncentrációk
 - nuklidszelektív mérés (Mit és hogyan mérjük?)

Összes-alfa ($\Sigma\alpha$)

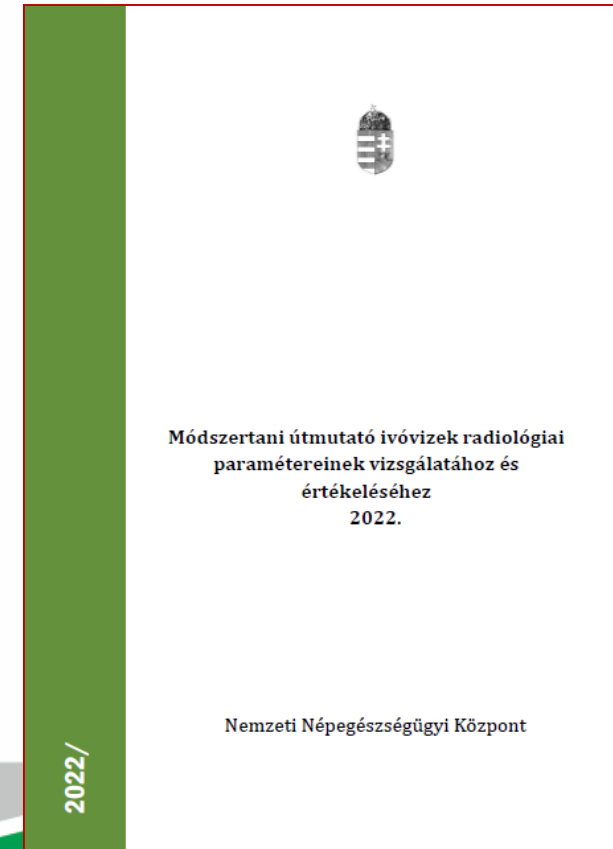
- 2016 és 2021 között **6750** mintát ellenőriztek.
- 791 mintában [11,7%] túllépte a vizsgálati szintet (0,1 Bq/l).
- ↳ További vizsgálatok szükségesek.

| | Vízminőségi jellemző | Parametrikus érték | Egység |
|-----|----------------------|--------------------|--------|
| 22. | Radon | 100 | Bq/l |
| 23. | Trícium | 100 | Bq/l |
| 24. | Indikatív dózis | 0,10 | mSv |

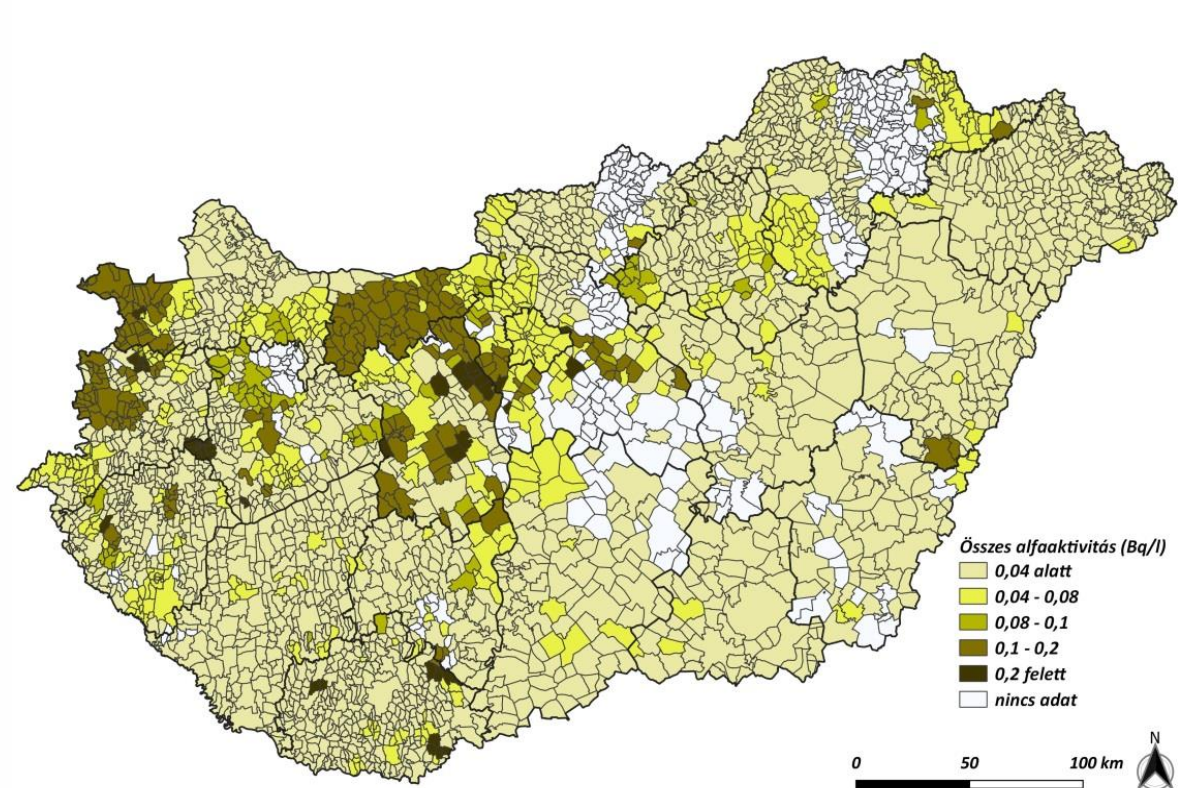


Az ivóvízes útmutató

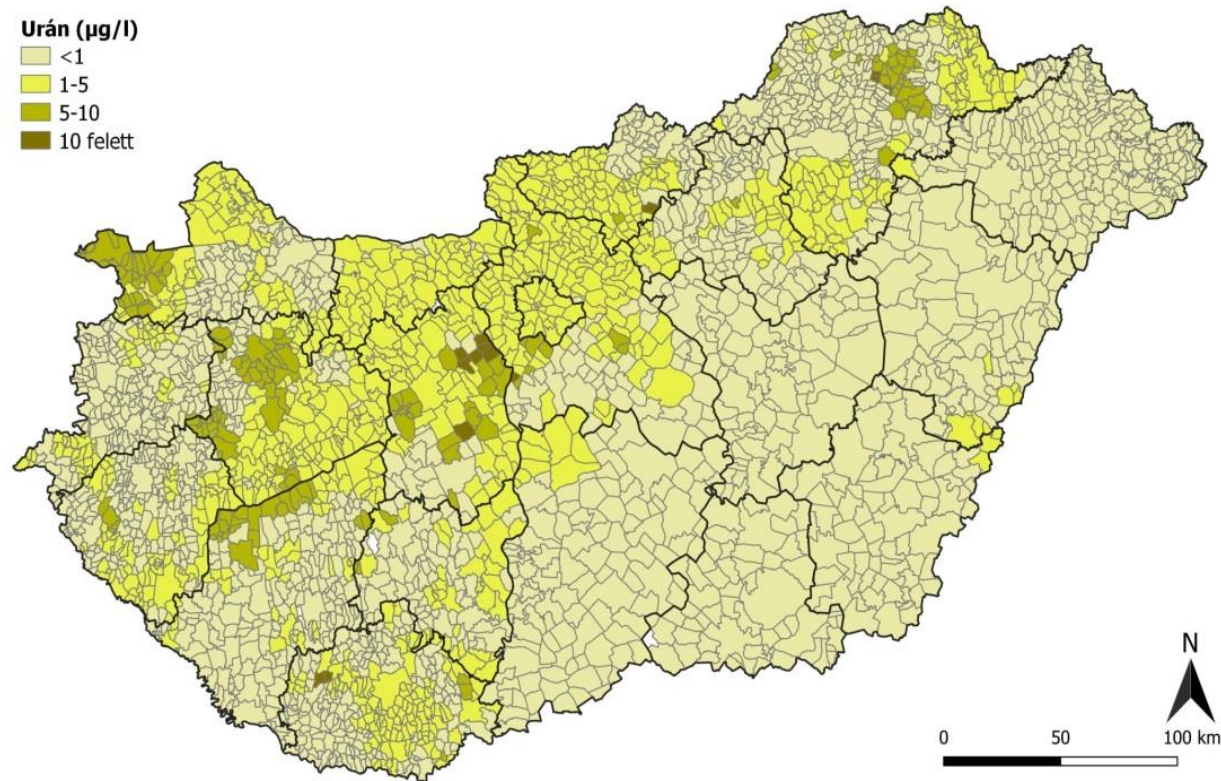
- 2013/51/Euratom irányelv → A 201/2001. Korm. r. kiegészítése (313/2015. Korm. r.)
- 2019: A nagy érdeklődésre való tekintettel: *Ivóvizek radioaktivitásának ellenőrzése* – egy „kézirat” és két tájékoztató előadás
- 2022. II. 14.: https://www.nnk.gov.hu/attachments/article/727/Modszertani_utmutato_ivovizek_radiologiai_vizsgalatahoz.pdf
- Szerzők:
 - Bufa-Dórr Zsuzsanna
 - Izsák Bálint
 - Dr. Osváth Szabolcs
 - Sebestyén Ágnes
 - Dr. Vargha Márta
- Lektorálta:
 - Dr. Erőss Anita (ELTE Földrajz- és Földtudományi Intézet, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék)
- Tartalom:
 1. Bevezető
 2. Jogszabályi előírások
 3. Radiológiai paraméterek mennyisége az ivóvízben
 4. Radiológiai paraméterek értékelése
 5. Alternatív vizsgálati szint
 6. Vizsgálatszám-csökkentési lehetőségek
 7. Megelőzési és beavatkozási lehetőségek
 8. Példák



Az urán dominálja az összes-alfát?



1. ábra: Az összesalfa-aktivitáskoncentráció területi eloszlása a HUMVI adatok alapján (2016-2019)



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



Nuklidszelektív vizsgálatok

Mi alapján jelöljük ki a mérendő radionuklidokat?

- A radioaktivitás valószínű forrásaira vonatkozó valamennyi releváns információ figyelembevételével; azaz például:
 - radioaktív anyaggal foglalkozó létesítmény léte (uránércbánya, atomreaktor, izotóplaboratórium, radioaktív hulladékok tárolója stb.),
 - hatósági feljegyzés fúrólukban bennszakadt sugárforrásról,
 - a vízáadó kőzetre vonatkozó geológiai információ,
 - sajtóhír,
 - 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.
 - Ez az ötlet tulajdonképpen a (hidro)geológiai tudásunkon alapul.

A gyakorlatban két megközelítést javasolunk használni:

- A 201/2001. Korm. r.-ben nevesített 6 természetes radionuklid (nevezetesen: U-238, U-234, Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210) vizsgálata
 - Az indikatív dózis pontos meghatározása (= az elérhető legjobb becslés)
 - Drága és időigényes radioanalitikai feladat
- A legfontosabb alfa-bomló radionuklidok (azaz az uránizotópok) vizsgálata [és összes-alfa vizsgálat!]
 - Az indikatív dózis lényegesen pontatlanabb, de óvatos (= felső) becslése
 - Olcsóbb, gyorsabb; akár izotóplaboratórium nélkül is kivitelezhető (ICP-OES, ICP-MS)



Első megközelítés: „mind” a 6 természetes radionuklid vizsgálata

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

- Az eredményeket ebbe a képletbe kell behelyettesíteni:
 - $C_i(obs)$ = a vizsgált radionuklid aktivitáskoncentrációja (Bq/l-ben),
 - a kimutatási határ alatti radionuklidok esetében a kimutatási határt helyettesítjük be,
 - $C_i(der)$ = ugyanazon radionuklid „származtatott aktivitáskoncentráció”-ja (a táblázatból).
- Vigyázat, a számítás eredménye nem az indikatív dózis értékét (hanem annak a 10-szeresét) adja!
 - Ha a számítás eredménye kisebb 1-nél, akkor az indikatív dózis kisebb évi 0,1 mSv lekötött effektív dózissal.
- Az elérhető legjobb becslés („számítás”) az indikatív dózissal, de
- drága és időigényes.

| 1 | Származás | Nuklid | Származtatott koncentráció |
|----|---------------|-------------|----------------------------|
| 2 | Természetes | U-238 (2) | 3,0 Bq/l |
| 3 | | U-234 (2) | 2,8 Bq/l |
| 4 | | Ra-226 | 0,5 Bq/l |
| 5 | | Ra-228 | 0,2 Bq/l |
| 6 | | Pb-210 | 0,2 Bq/l |
| 7 | | Po-210 | 0,1 Bq/l |
| 8 | | Mesterséges | C-14 |
| 9 | Sr-90 | | 4,9 Bq/l |
| 10 | Pu-239/Pu-240 | | 0,6 Bq/l |
| 11 | Am-241 | | 0,7 Bq/l |
| 12 | Co-60 | | 40 Bq/l |
| 13 | Cs-134 | | 7,2 Bq/l |
| 14 | Cs-137 | | 11 Bq/l |
| 15 | I-131 | | 6,2 Bq/l |



Második megközelítés: urán [és összes-alfa] mérése

- Kvázi közkívánatra találtam ki kompromisszumos megoldásként, mert
 - az összes-alfa aktivitáskoncentráció zömét (Magyarországon, tapasztalataink szerint) az urán (a legveszélytelenebb alfa-sugárzó) adja,
 - ami viszonylag könnyen mérhető.
- Az összes-alfa aktivitáskoncentrációnak $[\Sigma\alpha]$ az uránnal „meg nem magyarázott” részéről – óvatos becslésként – azt feltételezzük, hogy a legveszélyesebb radionuklidtól (a Po-210-től) származik.
- Így egy felső becslést kapunk az indikatív dózisra.

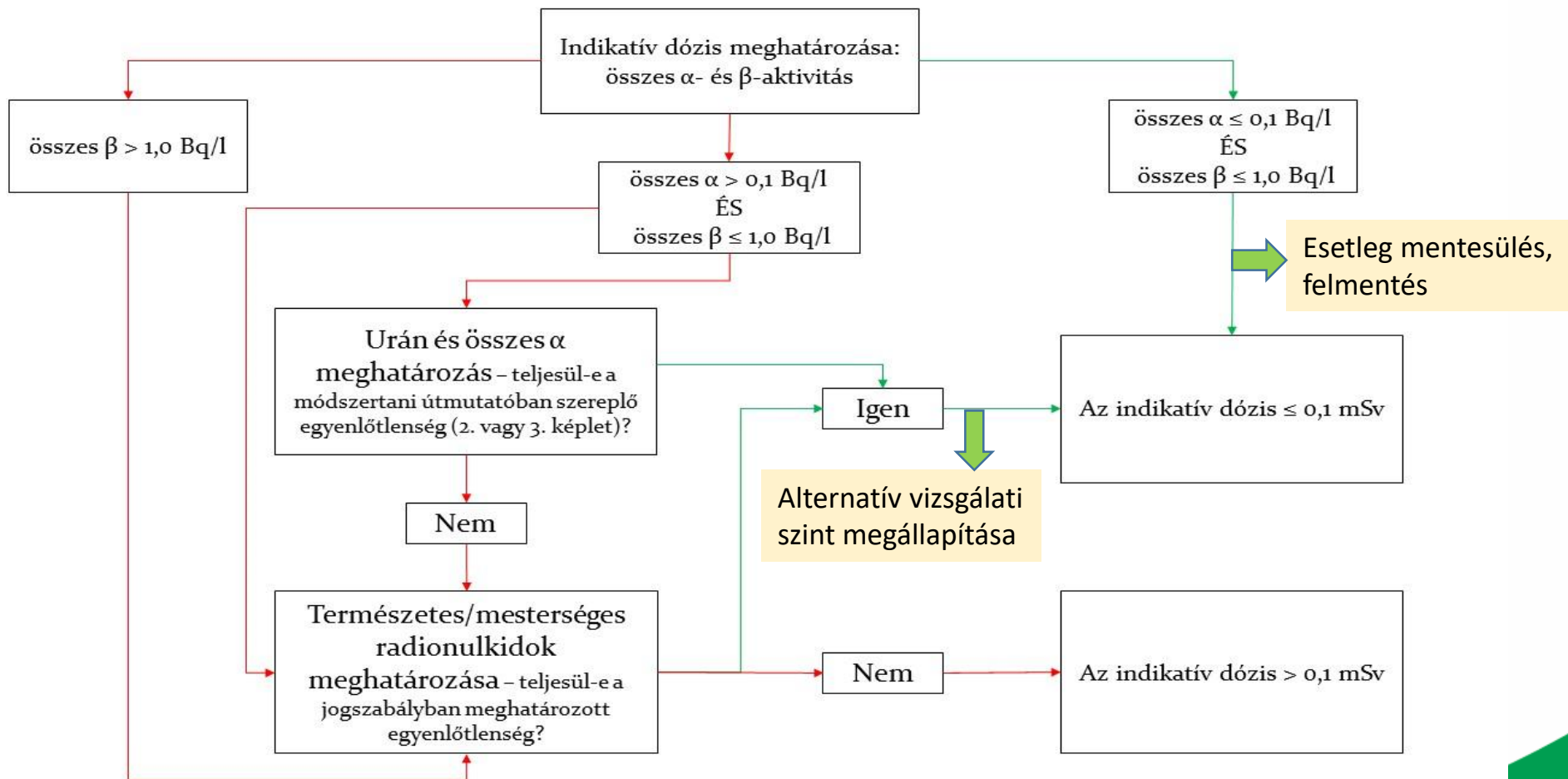
$$\frac{c_{U-238}(obs)}{3,0 \text{ Bq/l}} + \frac{c_{U-234}(obs)}{2,8 \text{ Bq/l}} + \frac{\Sigma\alpha - (c_{U-238}(obs) + c_{U-234}(obs))}{0,1 \text{ Bq/l}} \leq 1$$

- Az urán kémiai módszerekkel (pl. ICP-OES, ICP-MS) is vizsgálható.
 - Az U tömegkoncentrációját át kell váltani az U-238 aktivitáskoncentrációjára: $1 \mu\text{g U} \rightarrow 0,0124 \text{ Bq U-238}$
 - Még pontatlanabb (de még mindig óvatos, felső becslés), még olcsóbb.

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

- Vigyázat, egyik számítás eredménye sem az indikatív dózis értékét (hanem annak a 10-szeresét) becsüli!
 - Ha a számítás eredménye kisebb 1-nél, akkor az indikatív dózis kisebb évi 0,1 mSv lekötött effektív dózissal.

Mit kezdünk a mérési eredményekkel?



4. ábra: Az indikatív dózis becslésének részletesebb folyamatábrája



Befejezésképpen: néhány példa

- OSSKI csapvíz 2021-ben (ellenőrzés havonta)
 - ^{40}K : 63 – 92 mBq/l
 - összes-béta: 98 – 161 mBq/l
 - ^{222}Rn : <1,9 – 35 Bq/l
 - ^3H : <2 – 9,1 Bq/l
 - összes-alfa: <40 – 69 mBq/l

- Tatabánya ivóvizének nuklidszelektív vizsgálata
 - összes-alfa: 0,13 Bq/l \pm 18%
 - ^{210}Po : 0,0024 Bq/l \pm 24%
 - ^{238}U : 0,0322 Bq/l \pm 8%
 - ^{235}U : 0,00135 Bq/l \pm 20%
 - ^{234}U : 0,0291 Bq/l \pm 9%
 - ^{210}Pb : <0,020 Bq/l
 - ^{226}Ra : 0,0286 Bq/l \pm 12%
 - $^{228}\text{Ac} = ^{228}\text{Ra}$: 0,0255 Bq/l \pm 4%

radiokémiai elválasztás és alfa-spektrometria

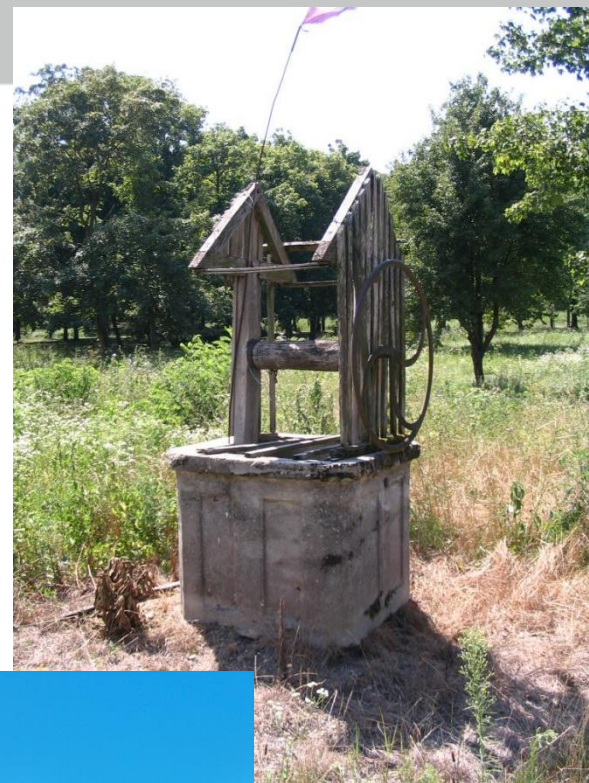
50 liter bepárlása és gamma-spektrometria



Folyt. köv.

- 2020. december 16.: Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2020/2184 Irányelve (az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről)
 - Hatályba lépése: 2021. I. 12.
 - Várható honosítása: 2023. I. 12.
 - Az uránkoncentráció határértéke 30 $\mu\text{g/l}$ – a kémiai toxicitás miatt.

- Meddig jár a korsó a kútra?



**Köszönöm a megtisztelő
figyelmet!**



osvath.szabolcs@oski.hu
osvath.szabolcs@nnk.gov.hu







Lehetőségek a vizsgálatok számának csökkentésére

- Ha 3 egymást követő évben a mért érték (az összes-alfa és az összes-béta egyaránt) kisebb a jogszabályban szereplő kimutatási határnál → „automatikus” mentesülés „mindörökre” (= a jogszabály következő módosításáig)
 - Ennek eldöntésére akkor is a jogszabályban szereplő kimutatási határt kell nézni, ha a vizsgálati jegyzőkönyvben esetleg más kimutatási határ szerepel.
- Ha 3 egymást követő évben a mért érték kisebb a parametrikus érték 50%-ánál (az összes-alfa és az összes-béta egyaránt kisebb a vizsgálati szintjük 50%-ánál) → 6 évre felmentés adható (Adjuk meg!)

| 1 | Paraméterek és radionuklidok | Kimutatási határ (1. és 2. megjegyzés) |
|----|------------------------------|---|
| 2 | Trícium | 10 Bq/l |
| 3 | Radon | 10 Bq/l |
| 4 | Összesalfa-aktivitás | 0,04 Bq/l |
| 5 | Összesbéta-aktivitás | 0,4 Bq/l |
| 6 | U-238 | 0,02 Bq/l |
| 7 | U-234 | 0,02 Bq/l |
| 8 | Ra-226 | 0,04 Bq/l |
| 9 | Ra-228 | 0,02 Bq/l |
| 10 | Pb-210 | 0,02 Bq/l |
| 11 | Po-210 | 0,01 Bq/l |
| 12 | C-14 | 20 Bq/l |
| 13 | Sr-90 | 0,4 Bq/l |
| 14 | Pu-239/Pu-240 | 0,04 Bq/l |
| 15 | Am-241 | 0,06 Bq/l |
| 16 | Co-60 | 0,5 Bq/l |
| 17 | Cs-134 | 0,5 Bq/l |
| 18 | Cs-137 | 0,5 Bq/l |
| 19 | I-131 | 0,5 Bq/l |



Mekkora alternatív vizsgálati szintet állapítsunk meg?

- Mérlegelés alapján meghozandó hatósági döntés.
- Csakis nuklidszelektív vizsgálatok eredményei alapján, ha az azokból számolt (becsült) indikatív dózis lényegesen kisebb 0,1 mSv/év-nél.
- Csak 0,1 Bq/l-nél nagyobb alternatív vizsgálati szintet van értelme megállapítani (nyilván).
- Ha túl kicsi: fölöslegesen sok vizsgálatot kell végezni a jövőben is.
- Ha túl nagy: elfedheti a jövőbeli problémákat (pl. nem vesszük észre, amikor radioaktív anyaggal szennyeződik a víz).
- Az elvileg engedélyezhető maximum: amekkora összes-alfa aktivitáskoncentrációnál az éves indikatív dózis éppen 0,1 mSv. (Erre vonatkozik a képlet.)
 - $\sum\alpha$ (mért) = a mért összesalfa-aktivitás
 - ID (számolt) = a radionuklid vagy urán vizsgálattal számolt indikatív dózis
 - $\sum\alpha$ (alt. vizsg.) = az alternatív vizsgálati szint MAXIMUMA
 - ID (param.) = az indikatív dózis parametrikus értéke, 0,1 mSv
- A megelőzés elvének figyelembevételével javasolt olyan [de az imént kiszámolt maximumnál mindenképpen kisebb] alternatív vizsgálati szint meghatározása, amely lehetővé teszi a szokásos összes-alfa aktivitáskoncentrációtól való eltérés észlelését, de nem eredményez szükségtelen többletvizsgálatokat.
 - Tehát pl. az elmúlt évek összes-alfa aktivitáskoncentrációi átlagának a kétszerese.

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