

Rudas Csilla

„Uncertainties in Modelling Atmospheric Dispersion of Radioactive Contaminants”

című, PhD fokozat elnyerésére benyújtott doktori értekezéséről

Bíráló: Dr. Zombori Péter (PhD), Szaktanácsadó, Nemzetközi Atomenergia Ügynökség

Nagyon köszönöm a Bírálónak az alapos átnézést, a javasolt javításokat és az értékes kérdéseket. A válaszaimat az egyes kifogások és kérdések után írtam.

Kifogások és kérdések

1. A 2.3.1 pont végén (a 21. oldalon) hivatkozás történik a belső sugárterhelés számításánál az ICRP 103-ra, ami régebbi, mint a külső sugárterhelésre használt referenciák (ICRP 116 és 144). Ez azért van, mert a belső terhelésre nincsenek újabb dóziskonverziós tényezők, esetleg várható-e a számítások frissítése, ha újabb publikációk jelennek meg erre vonatkozóan? Várható-e lényeges eltérés ez esetben a korábbi számításokhoz képest?

A sugárvédelemben használt dóziskonverziós tényezők meghatározása folyamatosan fejlődik és ennek következtében az értékek is változnak. Ezt a változást folyamatosan követjük és amikor teljes körűen rendelkezésre állnak az új értékek akkor azokat beépítjük a modellekbe, miközben vizsgáljuk és dokumentáljuk, hogy ezek mekkora változást eredményeznek. A munkavállalókra vonatkozó belső dóziskonverziós tényezőkre az utóbbi években megjelentek új értékek¹. A lakossági belső sugárterhelési konverziós tényezőkre vonatkozó értékek frissítése folyamatban van. Az általam használt NAÜ GSR Part 3, 2014-es kiadványa figyelembe veszi ugyan az ICRP 103-as kiadványban foglalt javaslatokat (például a dózisterhelés meghatározásánál alkalmazott expozíciós helyzetek megkülönböztetését), de a korábbi ICRP kiadványokban szereplő biokinetikus modelleket alkalmazták a belső dózistényezők számítása során. Az ICRP 103 kiadványban a 60-ashoz képest a legfontosabb változás a szöveti súlytényezők esetében volt. Mivel a legérzékenyebb szövetek (légző- és emésztő szervek) szöveti súlyozó tényezője változatlanul 0,12, az effektív dózisra vonatkozó tényezők esetleges változását főként a biokinetikai viselkedés (retenció) megváltozott leírása okozhatja. Így a számításaimban használt belégzési és lenyelési konverziós tényezők értékében nem várok jelentős eltérést.

2. A 2.3.3.1 pontban a Cloudshine-ra adott képlet mennyiségeinek magyarázatában a 28. oldal tetején szereplő q_i mennyiségnél az szerepel, hogy „rate of nuclide”. Ez hiányos meghatározás, feltételezem itt „release rate of nuclide” kellene, hogy szerepeljen. (Érdekes módon a 32. oldalon, egy hasonló mennyiségi definíciónál a q_i -re „release of nuclide” szerepel, ismét „megspórolva” a meghatározás teljes kiírását.)

Valóban, itt sajnos pontatlanul szerepel a mennyiségek meghatározása, mind a két esetben a „release rate of nuclide i ” a pontos megfogalmazás.

¹ ICRP, 2022. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 5. ICRP Publication 151. Ann. ICRP 51 (1–2).

3. A 28. oldalon szereplő mennyiségi definícióknál több helyen is a „fluent” szó szerepel (ami egy melléknév), feltételezhetően a „fluence” helyett. Mi ennek az oka?

Ez sajnos elírás, a fluence szónak kéne szerepelnie a felhődózis dózis meghatározására szolgáló egyenleteknél és a hozzá tartozó szövegrészeknél is ugyanúgy, ahogy a 2.3.3.2. fejezetben a talaj dózis meghatározásának leírásánál helyesen a „fluence” szó szerepel.

4. Van egy zavarba ejtő számegyezés a 4. és 5. táblázatokban (Table 4, Table 5): minden meteorológiai esetben, minden receptorpontra és mindkét vizsgált kód (CARC, PC-COSYMA) esetében az időintegrált levegőbeli koncentrációk és a megfelelő talajfelszíni koncentrációk egy ezres faktorban térnek el egymástól, miközben a számjegyek három értékes jegyig megegyeznek. Ez következetesen így van. Ennek megfelelően a két kóddal számolt adatok aránya is rendre megegyezik. Olyan, mintha nem lennének a számok egymástól független számolások eredményei. Mi ennek a magyarázata?

Ennél a számításnál a két kóddal meghatározott Cs-137 levegő és talajaktivitáskoncentrációk összehasonlítását egy esőzés nélküli meteorológiai esetre vizsgáltam. Példaképpen a 4. táblázat egy részét mutatom be:

Table 1. Comparison of CARC and PC-COSYMA time-integrated Cs-137 air activity concentrations and Cs-137 ground activity concentrations for various wind speed values Error: Reference source not found

Met. case ID	Distance of receptor point [km]	Time-integrated air activity concentration [Bq·s/m ³]		Ratio of time-integrated air activity concentrations [1]	Ground activity concentration [Bq/m ²]		Ratio of ground activity concentration [1]
		CARC	PC-COSYMA		CARC	PC-COSYMA	
1 D 0	1	3.43E+11	2.80E+11	1.23	3.43E+08	2.80E+08	1.23
	3	8.00E+10	7.41E+10	1.08	8.00E+07	7.41E+07	1.08
	10	1.43E+10	1.28E+10	1.12	1.43E+07	1.28E+07	1.12

A kérdésben említett 4. és 5. táblázatokban vizsgált meteorológiai esetekben csak száraz kiülepedés (kihullás) történik, amelyre vonatkozóan mind a CARC, míg pedig a PC-COSYMA az alábbi egyszerű formulát használja:

$$D_{dry} = v_{dep} \cdot C_{air}$$

ahol

C_{air} időintegrált levegőaktivitáskoncentráció [Bq s/m³],

D_{dry} talajra kiülepedett aktivitáskoncentráció száraz kiülepedésből [Bq/m²],

v_{dep} kiülepedési sebesség [m/s].

A kiülepedési sebesség valójában a levegőrétegeken való átjutás valószínűségét magában foglaló paraméter, de összességében egy adott elemre vonatkozóan (kémiai formától és mérettől függően) egy értékkel írható le. A bemutatott számítások során az aeroszol részecskékre ez a száraz

kiülepedési érték 0,001 m/s (például a JRODOS ASTEP² és RIMPUFF³ modellekben is ezt az értéket használják), a táblázatban szereplő Cs-137 szennyeződés a légkörben aeroszol részecskékhez kötődve terjed. Ez okozza azt, hogy amennyiben nincs esőzés, egy aeroszolhoz kötődő radionuklid levegőben kialakuló aktivitáskoncentráció számértéke ebben az egyszerű (nemzetközi forgalomban elérhető kódok esetében elterjedten alkalmazott) modellben és a megfelelő dimenzióban éppen az 1000-szerese az ugyanazon a ponton számolt talaj-aktivitáskoncentrációnak.

5. Ez inkább egy megjegyzés: a CONFIDENCE nemzetközi összehasonlító elemzésben elég egyértelműen látszik az a kiábrándító (jó, legyen talán inkább: kijózanító) bizonytalanság, ami a különböző terjedési modellek eredményeiben mutatkozik. Ez nem a Jelölt vétke, ilyen a valóság! Ezért van a balesetelhárítással foglalkozó szakmai közösségben némi szkepszis a modellekkel (illetve azok konkrét kibocsátási szituációkban történő alkalmazásával) szemben annyi fenntartás. Mi a jelölt véleménye ezzel kapcsolatban?

Véleményem szerint a bizonytalanságok bemutatása a balesetelhárítási számítások esetében pont azért szükséges, hogy megmutassa, hogy egy eredményre mennyire lehet döntéseket alapozni. A balesetelhárítási terjedési számítások és a modellezés a kibocsátás következményeinek nagyságrendjéről és a területi eloszlásáról tud információval szolgálni annak érdekében, hogy segítse a döntéshozókat az elégségesen konzervatív óvintézkedések meghozatalában, azok előkészítésében és megalapozásában. Egy jelentős kibocsátással járó baleseti helyzet kezelése során a hosszabb távú óvintézkedések (élelmiszertermelés és –fogyasztás korlátozása, áttelepítés) megállapításánál a modellezés mellett nagyobb szerepe van a pontos sugárzási helyzet mérésekkel történő meghatározásának.

Budapest, 2024. január 6.

Rudas Csilla

² Päsler-Sauer, J., 2003. Description of the atmospheric dispersion model ATSTEP. Version RODOS PV 5.0. Technical Report RODOS(RA2)-TN(03)-01, Forschungszentrum Karlsruhe GMBH.

³ Thykier-Nielsen, S., Deme, S., Mikkelsen, T., 1999. Description of the atmospheric dispersion module RIMPUFF. Technical Report RODOS(WG2)-TN(98)-02, Forschungszentrum Karlsruhe GMBH, 1999.