

Bírálat

**Rudas Csilla**  
**„Uncertainties in Modelling Atmospheric Dispersion of Radioactive Contaminants”**

című, PhD fokozat elnyerésére benyújtott doktori értekezéséről

### **Témaválasztás**

Az értekezés a radioaktív anyagok légköri terjedésének modellezésekor figyelembe vett tényezők bizonytalanságával foglalkozik. A téma kétségkívül érdekes tudományos szempontból, de az átlagember érdeklődésére is számot tarthat. A radioaktív forrásokból történő környezeti kibocsátások következményeinek előre jelzésekor számos olyan tényezőt kell figyelembe venni, amelyek jelentős bizonytalansággal rendelkeznek.

Az, hogy egy atomerőművi baleset során az erőműből kikerült radioaktív anyagok hova és milyen mennyiségben jutnak el, nyilvánvalóan függ az adott időszakban uralkodó széljárástól és egyéb meteorológiai viszonyoktól. Ezt jól illusztrálta Csernobil és Fukushima példája is. A jelölt által megfogalmazott célok nagyon ambiciózusak voltak, hiszen olyan modellezési bizonytalanságokkal foglalkozott, amelyekhez meglehetősen bizonytalan határfeltételekhez tartoztak.

A témaválasztást indokolta az is, hogy a jelölt olyan munkahelyen dolgozik, ahol a radioaktív anyagok kibocsátásának, környezeti terjedésének és egészségügyi következményeinek értékelésében komoly tapasztalat halmozódott fel. A HUN-REN EK Sugárvédelmi Laboratóriumában készült a CARC és SINAC szoftver, amelyek továbbfejlesztése a dolgozat fő iránya volt.

A téma fontosságát jelzi a CONFIDENCE európai projekt is, amelyben a jelölt sikeresen részt vett. A projekt egy olyan modellezési gyakorlat volt, amiben a radioaktív izotópok légköri terjedését francia, angol, német, holland, magyar, dán és görög intézmények szakemberei modellezték különböző kódokkal. A komoly nemzetközi érdeklődés is mutatja, hogy milyen fontos téma a radioaktív izotópok légköri terjedésének modellezése és az ahhoz kapcsolódó bizonytalanságok értékelése.

### **Az értekezés tartalmi elemei**

Az értekezés bevezetőjében a jelölt egyrészt elméleti áttekintést ad a radioaktív izotópok környezeti terjedésének modellezéséről, másrészt röviden bemutatja a dolgozatban szereplő számításokhoz használt CARC és SINAC szoftvereket.

A második fejezetben részletesen ismerteti azokat a modelleket, megközelítéseket, amelyeket különböző számítógépes programokhoz fejlesztettek ki a környezeti terjedés,

kiülepedés és környezetbe kikerült radionuklidokból származó dózisos számítására. Egy külön fejezetben foglalkozik a dózisosokra vonatkozó elfogadási kritériumokkal a tervezési alapba és a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó eseményekre.

A további fejezetekben a jelölt ismerteti a tézispontokat megalapozó eredményeit. Végül összefoglalóval zárja le az értekezést.

## **Új tudományos eredmények**

A jelölt az új tudományos eredményeit öt tézispontban foglalta össze.

Az első tézispont szerint a jelölt a kibocsátási kritériumok ellenőrzésére alkalmas modelleket épített be a CARC kódba. A bemutatott számítások és érzékenységvizsgálatok jelezték, hogy ezek a modellek jól alkalmazhatóak az atomerőműből származó kibocsátások következményeinek értékeléshez. A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom.

A második tézispontban a jelölt olyan számításokról számol be, amelyekhez 2014-2018 között mért meteorológiai adatokat dolgozott fel. Ez egy újszerű és fontos módszertani megközelítés. A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom.

A harmadik tézispont a SINAC kódban alkalmazott pöff modell optimális időlépésével és numerikus stabilitásával foglalkozik. A jelölt nagyon alaposan, sok szempontot figyelembe véve végezte el ezeket a vizsgálatokat. A tézispontot elfogadom új tudományos eredményként, de kérem a jelöltet, hogy a nyilvános vitában válaszoljon a tézispontoz kapcsolódó kérdésekre.

A negyedik tézispont egy nagyon általános állítással indít: „Rámutattam, hogy a meteorológia adatok bizonytalansága jelentős hatással lehet a balesetelhárítási légköri terjedésszámítási modellek eredményeire”. A továbbiakban pontosan megadja azokat a paramétereket, amelyek a környezeti aktivitáskoncentrációk értékeit befolyásolják a SINAC kód modelljeiben. A tézispontot új tudományos eredményként elfogadom.

Az ötödik tézispontban a jelölt a SINAC program futási idejének optimalizálásáról számol be, aminek elsősorban gyakorlati haszna van. Ugyanakkor bemutatja azt is, hogy a különböző futtatási módok milyen hatással vannak az eredményekre, ezért ezt a tézispontot is elfogadom új tudományos eredményként.

A tézispontokhoz 12 magas színvonalú publikáció kapcsolódik. Ebből öt folyóiratcikk, a többi pedig konferenciakiadvány. A jelölt hat publikációban első szerzőként szerepel.

## **Az értekezés szerkezete és nyelvezete**

A jelölt törekedett arra, hogy az elvégzett munka minél több részletét megossza az olvasóval. Így egy 143 oldalas disszertáció készült el, ami tartalmazza a tézispontokat angolul és magyarul is. Ugyanakkor a jelölt ügyelt arra, hogy a dolgozat érdemi része ne

haladja meg a megengedett 250 ezer karaktert. A részletek alapos ismertetése a tézispontokban is visszaköszön: az első tézispont több mint fél oldalt foglal el. Az értekezés 48 ábrát, 43 táblázatot és egy 119 elemből álló irodalomjegyzéket tartalmaz.

A dolgozat angol nyelven készült, ami lehetővé teszi, hogy külföldi szakértők is könnyen megismerkedjenek a bemutatott módszerekkel és eredményekkel. A magyar nyelvű tézispontokban maradtak angol szavak is, amelyeket a jövőbeni magyar cikkekben érdemes lenne megfelelő magyar kifejezéssel helyettesíteni (pl. ensemble tag).

## **Összefoglaló értékelés**

A jelölt PhD fokozat elnyerésére benyújtott doktori értekezésében értékes, új tudományos eredményekről számolt be.

Az elvégzett munka arról tanúskodik, hogy a jelölt képes önálló kutatómunkát végezni és ehhez sokféle eszközt, kreatív módon fel tud használni.

Mindezek alapján javaslom az értekezés nyilvános vitára bocsátását.

## **Kérdések**

1. Az értekezésben a jelölt leírja, hogy a TA3, TA4 és TAK események során milyen elfogadási kritériumoknak kell eleget tenni és milyen légköri terjedési modelleket kell alkalmazni. A TAK eseményeket nem osztja szét, pedig a TAK1 és TAK2 között lényeges eltérés lehet a forrástag tekintetében. Miért nem kezeli külön ezt a két kategóriát?
2. Pöfff modellt számos számítógépes eljárás használja a légköri terjedés szimulációjához. A 3. tézispontban a SINAC kóddal kapcsolatban megfogalmazott következtetések használhatóak-e más számítógépes programokban is? Milyen időlépéssel számolnak más – pöfff modellt alkalmazó – kódokban?
3. A CONFIDENCE projektben számított magyar eredmények adják a legkisebb értékeket azokra a távolságokra, ahol  $^{137}\text{Cs}$  kiülepedésből származó felületi aktivitások már nem haladják meg a határértékeket a (39. és 40. táblázat az értekezésben). Mi ennek a magyarázata? Milyen következményei lehetnek a jelölt modelljében használt feltételeknek egy paksi biztonsági elemzésben?

Budapest, 2024. november 7.



Hózer Zoltán  
MTA doktora