



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT

TSO Szeminárium

A harmadik szintű valószínűségi biztonsági elemzések megalapozása 2. rész

Pázmándi Tamás, Rudas Csilla

2019. június 5.

A kutatás háttere

- **A 3. szintű valószínűségi biztonsági elemzés (PSA3) módszerének megalapozása**
- Nincs harmonizált módszertan
 - Különböző számítási célok, modellezési megfontolások elhanyagolások, eltérő számított mennyiségek
- Sokféle számítási cél – eltérő értelmezés:
 - Biztonsági célkitűzések, jogszabályi követelmények
 - Reaktor tervezés, méretezés, telephely választás
 - Baleset-elhárítási vagy biztonságnövelő stratégiák meghatározása
 - Biztonsági kockázatok kommunikációja a döntéshozók és lakosság részére
- Növekvő érdeklődés
 - Egységes módszertan kidolgozása
 - Valószínűségi kritérium bevezetése jogszabályi követelményként
 - Kutatás, szoftver fejlesztés

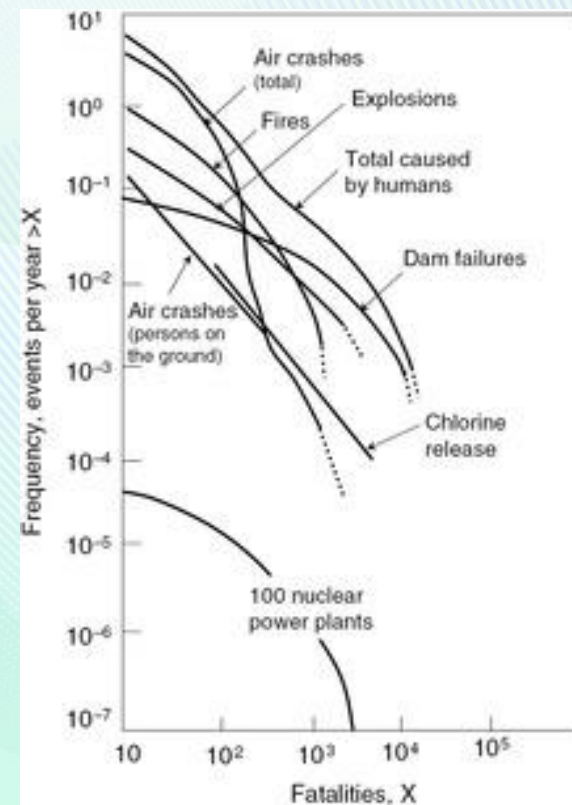
A projekt és a részfeladatok

4 éves projekt, MTA EK + NUBIKI

- 1. rész (2018. március)
 - A szakirodalom áttekintése, dokumentumok felkutatása, rendszerezése, feldolgozásának megkezdése.
 - Más országokban folyó PSA-3 elemzések gyakorlatának áttekintése.
- 2. rész (2018. november)
 - Elemzőeszközök felmérése.
 - Inputadatok körének meghatározása.
 - A hazai előírások és a jogszabályi háttér áttekintése.
 - Nemzetközi fejlemények nyomon követése.
- 3. rész (2019. október)
 - A magyarországi bevezethetőség vizsgálata.
 - Elemzésekhez szükséges erőforrások meghatározása.
 - Nemzetközi fejlemények nyomon követése.
- 4. rész (2020. október)
 - Az egyéb felhasználási területek felmérése.
 - Nemzetközi fejlemények nyomon követése.
 - Szükséges fejlesztések és a következő időszakra vonatkozó feladatok meghatározása.

Nemzetközi irodalom áttekintése

- Külföldi gyakorlat:
 - NRC: WASH-1400 report (1975)
 - Első teljes körű (1-3.szint) PSA elemzés
 - NRC: NUREG-1150 Study (1990)
 - Új adatok, tudás és technológiai fejlesztések
- Nemzetközi ajánlások, szabványok:
 - IAEA Recommendation (1995)
 - már nem érvényes!
 - ANS Standard (2017)
 - munkaközi példány
 - PSA3 felülvizsgálati követelményeit tartalmazza
 - Nem tartalmazza a konkrét számítási módszerek leírását



WASH-1400 Report , 1975, NRC

Nemzetközi gyakorlat

- IAEA meeting és workshop (2012, 2013), OECD felmérés (2017)

	Jogszabályi követelmény	PSA3 elemzés	Cél	Szoftver	PSA3 számítás nukleáris létesítményre
Korea	van	igen	<ul style="list-style-type: none"> kockázati kritérium, veszélyhelyzeti tervezési zónák 	MACCS	nincs adat
Hollandia	van	igen	<ul style="list-style-type: none"> kockázati kritérium 	COSYMA NUDOS2 MACCS	Borssele
USA	nincs	igen	<ul style="list-style-type: none"> kockázati kritérium, környezeti hatástanulmány, súlyos baleseti intézkedési stratégiák 	MACCS	Surry, Peach Bottom, Zion, Sequoyah, Grand Gulf
Japán	nincs	igen	<ul style="list-style-type: none"> kockázati kritérium, baleset-elhárítás, döntéstámogatás 	OSCAAR	nincs adat
Finnország	nincs	igen	<ul style="list-style-type: none"> kutatás 	ARANO MACCS	nincs
Svédország	nincs	érdeklődés	<ul style="list-style-type: none"> kutatás 	LENA	nincs

Számítási célok

- Biztonsági elemzések
 - *Determinisztikus*
 - *konzervatív vagy legjobb közelítést alkalmazó „best estimate” adatok*
 - Valószínűségi
 - bemeneti adatok valószínűségi eloszlások
- Vészhelyzeti tervezési zónák (EPZ) meghatározása
 - A megelőző intézkedési és sürgős óvintézkedési zóna meghatározása dóziskritériumok alapján
- Környezeti hatástanulmány
 - A létesítmény közvetlen és közvetett radiológiai hatásainak meghatározása (társadalmi-gazdasági hatások, a levegőre és az élővilágra gyakorolt hatás, a telephely környezetében élő lakosság és élővilág sugárterhelése)
- Balesetelhárítás, döntéstámogatás
 - Valós idejű számítás a környezetben kialakuló sugárzási viszonyok és a lakossági terhelés meghatározására

Szoftverek alkalmazása

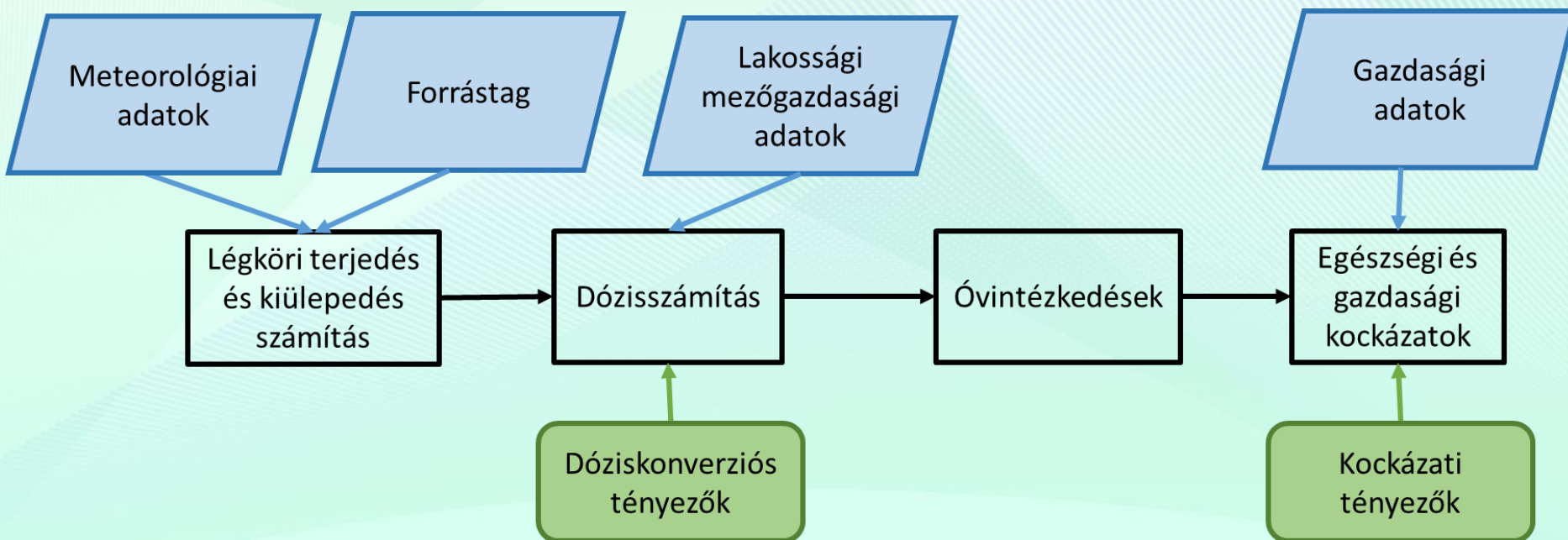
	MACCS2 (USA)	NUDOS (holland)	ARANO (finn)	CONDOR (angol)	LENA (svéd)	COSYMA (EU)	JRODOS (német)	OSCAAR (koreai)	SINAC (magyar)
Determinisztikus biztonsági elemzés	X	X	X		X	X	X		
Valószínűségi biztonsági elemzés	X	X	X	X	X *	X *		X	
Vészhelyzeti tervezési zónák	X							X	
Környezeti hatástanulmány	X								
Balesetelhárítás, döntéstámogatás					X		X		X

* limitált valószínűségi számítási képesség (meteorológiai adatok valószínűségi figyelembevétele)

Elemzőeszközök áttekintése

PSA3 számításra alkalmas és egyéb szoftverek áttekintése:

- Számítási módszerek, modellek
- Szükséges inputadatok



Számítási modellek

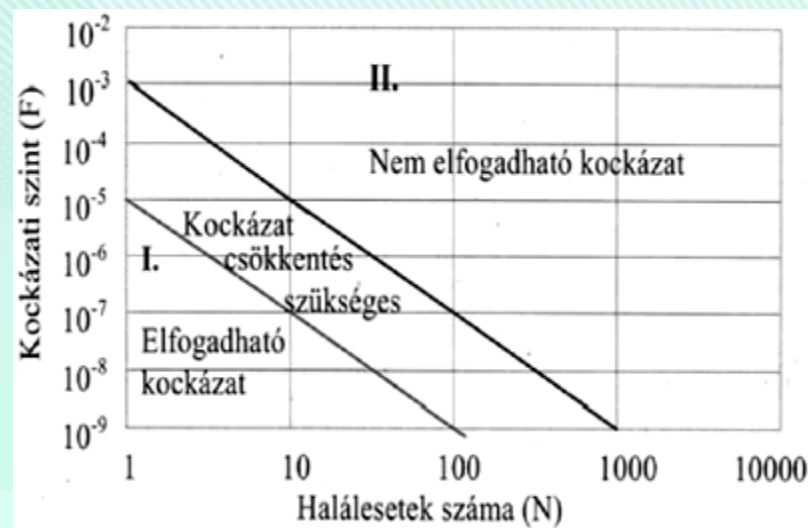
- Léggöri terjedés:
 - Gauss-féle csóva- és pöffmodell (Részecskemodell – MACCS2)
 - Csóvaemelkedést, kihullást, kimosódást hasonló modellekkel veszik figyelembe, eltérések a modell paraméterekben vannak
- Dózisszámítás:
 - Külső dózis: félvégtelen és végtelen síkmodell + épület árnyékolás
 - Inhalációs dózis: azonos módszer
 - Táplálékláncmodellek eltérőek: különböző részletesség (élelmiszercsoportok, szezonális figyelembevétele)
- Egészségi kockázati modell:
 - Alapvető modellek hasonlóak (pl. küszöbdózis, LNT), de eltérés van a használt függvények meredekségében és érvényességi tartományában
- Gazdasági modell:
 - Eltérőek, jellemzően az óvintézkedések költségét határozzák meg

Input adatok

- Forrástag:
 - Nuklidok 10-15 elemcsoportként
 - Kibocsátási kategóriák száma változó: 1-60
 - Kibocsátás maximális időhossza: néhány óras - napos
- Meteorológia
 - Időbeli felbontás általában óras, adatok jellemzően egy helyszínről
- Népeségi, mezőgazdasági, gazdasági adatok
 - Felbontás a légköri terjedési modell által meghatározott
- Óvintézkedések
 - Elzárkóztatás, kimenekítés, áttelepítés, élelmiszerfogyasztási tilalom
 - Jód tabletták (ARANO, CONDOR, COSYMA, JRODOS, SINAC)
 - Dekontamináció (MACCS2, ARANO, CONDOR, JRODOS)
- Térbeli felbontás
 - Jellemzően polárkoordináta-rendszer (12, 16 vagy 72 szög szerinti szektorral)

A hazai előírások és a jogszabályi háttér áttekintése

- Magyarországon nincs PSA3-ra vonatkozó jogszabály
- Veszélyes ipari létesítményekre vonatkozó: 219/2011. (X.20.) korm. rend.
 - Egyéni halálozási kockázati kategóriák, a veszélyeztetettség szintjei:
 - **elfogadható:**
 - $p < 10^{-6}$ esemény/év
 - **feltételekkel elfogadható:**
 - $10^{-6} < p < 10^{-5}$ esemény/év
 - **nem elfogadható:**
 - $p > 10^{-5}$ esemény/év
 - Társadalmi kockázat (F-N görbe):
 - **I. elfogadható** kockázat
 - a **kockázat csökkentése** szükséges
 - **II. nem elfogadható** kockázat



219/2011. (X.20.) korm. rend. 7. melléklet

Számítás eredménye

- Különböző mennyiségek végeredményként való használata

Mennyiség	dózis [Sv]	korai és késői egészségi hatások, halálesetek száma [db]	területi szennyezettség [Bq/m ²]	óvintézkedések bevezetésének területe [m ²]	gazdasági hatások [€, \$]
előny	könnyű számolni, harmonizált számítási módszertan	összehasonlítható	könnyű számolni, harmonizált számítási módszertan		mindent magába foglal, összehasonlítható, jól kommunikálható
hátrány	nem összehasonlítható, nincs benne minden	eltérő számítási módszerek, társadalmi ellenézés, nincs benne minden	nem különíti el a különböző nuklidok hatását	nem hordoz telephely specifikus információt	nehéz számolni, nehéz eldönteni mi tartozzon bele
bizonytalanság	PSA2, légköri terjedés, kiülepedés, dózisszámítás	PSA2, légköri terjedés, kiülepedés, dózisszámítás, kockázati tényezők	PSA2, légköri terjedés, kiülepedés	PSA2, légköri terjedés, kiülepedés, dózisszámítás, óvintézkedési limitek	PSA2, légköri terjedés, kiülepedés, dózisszámítás, óvintézkedési limitek, monetáris konverziós tényezők
felhasználás	biztonságnövelés, balesetelhárítás, hatósági követelmények meghatározása		biztonságnövelés, balesetelhárítás		balesetelhárítás, biztonsági intézkedések optimalizálása, költség-haszon elemzés



Köszönöm a figyelmet!

(folyt. köv.)