

Mészáros Róbert¹, Lagzi István László², Leelőssy Ádám¹



¹ELTE Meteorológiai Tanszék

²BMGE Fizika Intézet



LÉGKÖRI SZENNYEZŐANYAG- TERJEDÉSI MODELLEK FEJLESZTÉSE

MOTIVÁCIÓK - CÉLOK

- ◆ Csernobil, atomerőmű baleset
- ◆ Hatások nagy területen
- ◆ Hosszútávú környezeti terhelés
- ◆ Igény a modellfejlesztésre



Csernobil Atomerőmű, 1986

MODELLSZIMULÁCIÓK

- ◆ Különböző szemléletű modellek alkalmazása
- ◆ Modellek fejlesztése
- ◆ Szimulációk lokálistól regionális skáláig
- ◆ Radioaktív izotópok, inaktív gázok

MODELLEK

Modell	Vizsgált terület	Alkalmazások	Légszennyező
TREX- Euler	~500 × 500 km	-Paksi Atomerőmű -Közép-Európa	-rad. izotópok (O ₃ , SO ₂)
HYSPLIT	~500 × 500 km	-Izotóp Intézet	- ¹³¹ I
TREX- Lagrange	100 × 100 km (10 × 10 km)	-Paksi Atomerőmű	-rad. izotópok -inaktív gázok
ALOHA (Gauss)	10 × 10 km	-Paksi Atomerőmű -Fukushima -Izotóp Intézet	-rad. izotópok
A2C (CFD)	lokális skála (1 × 1 km)	-Paksi Atomerőmű	-rad. izotópok
TREX-locale/ OpenFOAM	lokális skála (1 × 1 km)	-Paksi Atomerőmű	-rad. izotópok

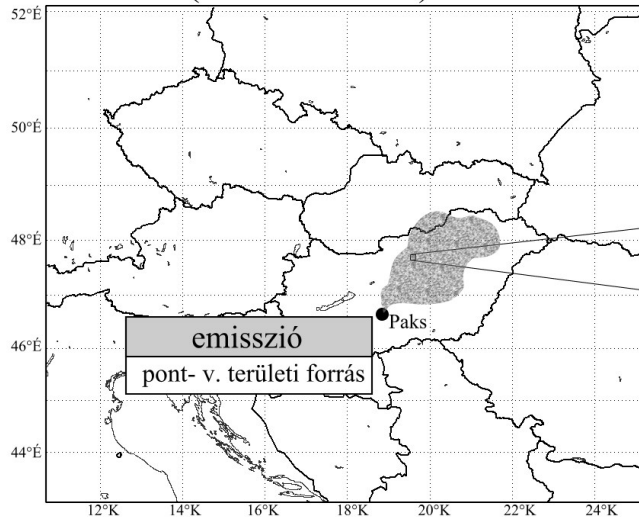
TREX – EULER MODELL

INPUT Meteorológiai mezők: ALADIN (mezo-skálájú numerikus időjárás-előrejelzési modell)
analízis és előrejelzési mezők a *TREX* modell-szintjeire



TREX (diszperziós modell)

Modell tartomány
(8640 rácscella)



Horizontális felbontás

Vertikális felbontás

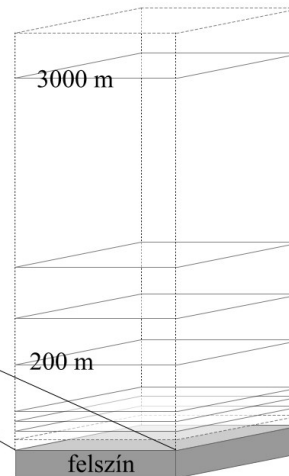
+1 felső szint

0,0375
×
0,025
fok

20 szint

12 szint

+1 alsó szint

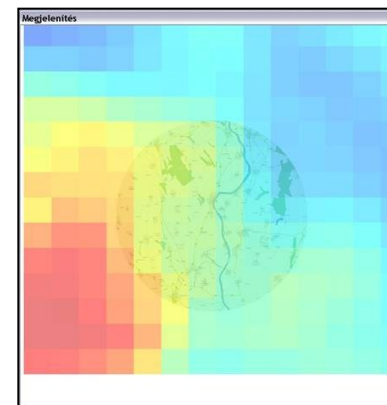
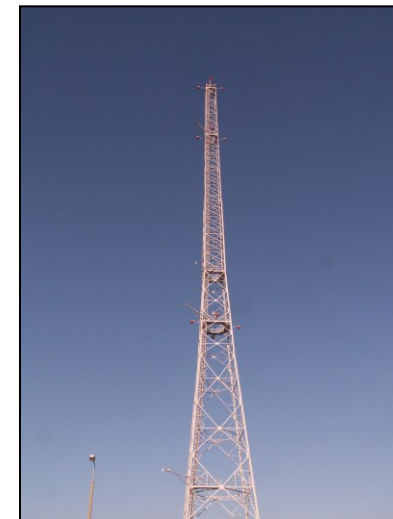
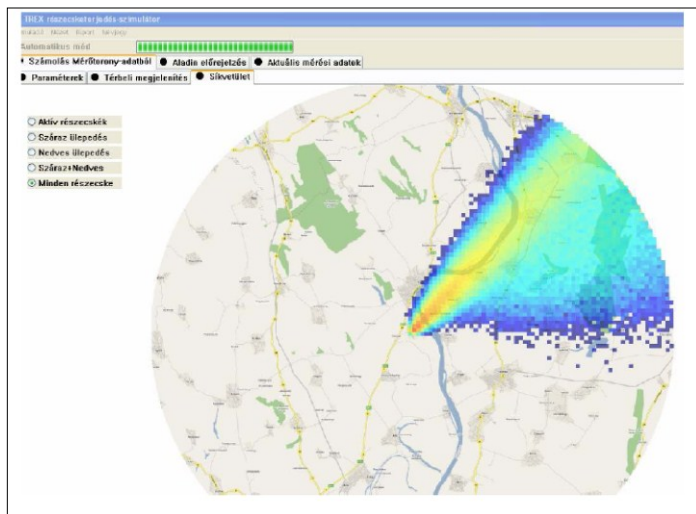


- advekció
- diffúzió
- kémiai reakciók
- minden rácspontra
- száraz/nedves ülepedés
- az alsó szintről

TREX – LAGRANGE MODELL

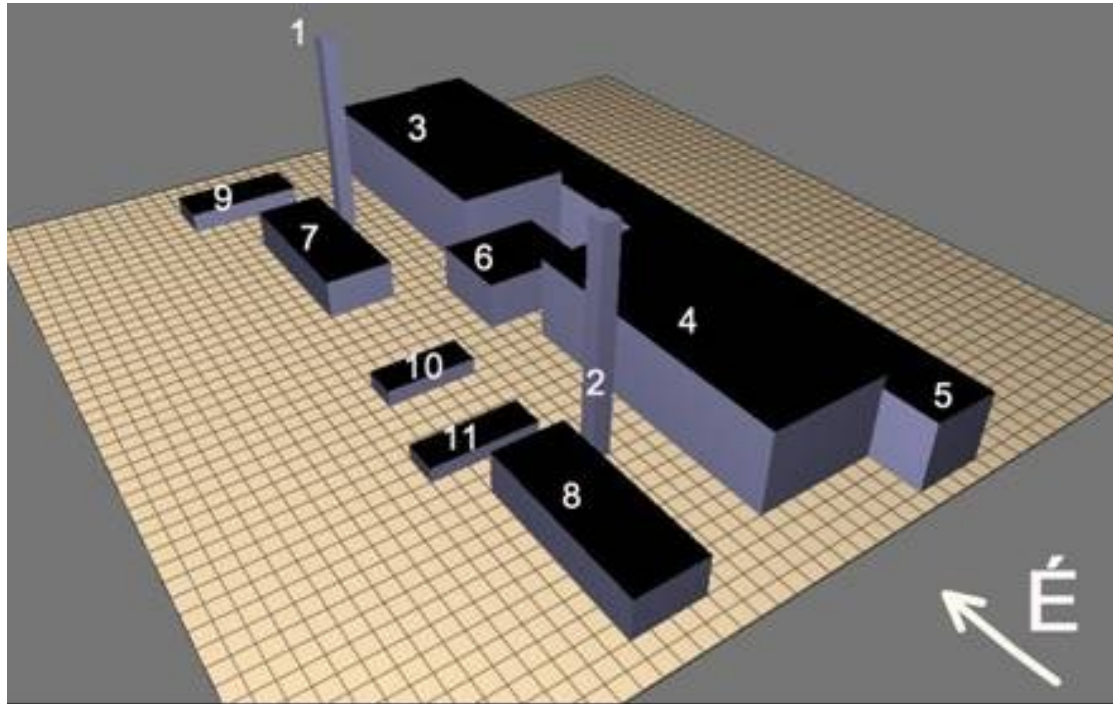
Főbb tulajdonságok

- ◆ Sztochasztikus részecske modell
- ◆ Szimulációk: terjedés, ülepedés, egyéb származtatott mennyiségek
- ◆ Modell terület: 30 km sugarú kör Paks körül



- ◆ Input adatok: mérőtorony, vagy ALADIN modell

LOKÁLIS MODELLEK



EREDMÉNYEK



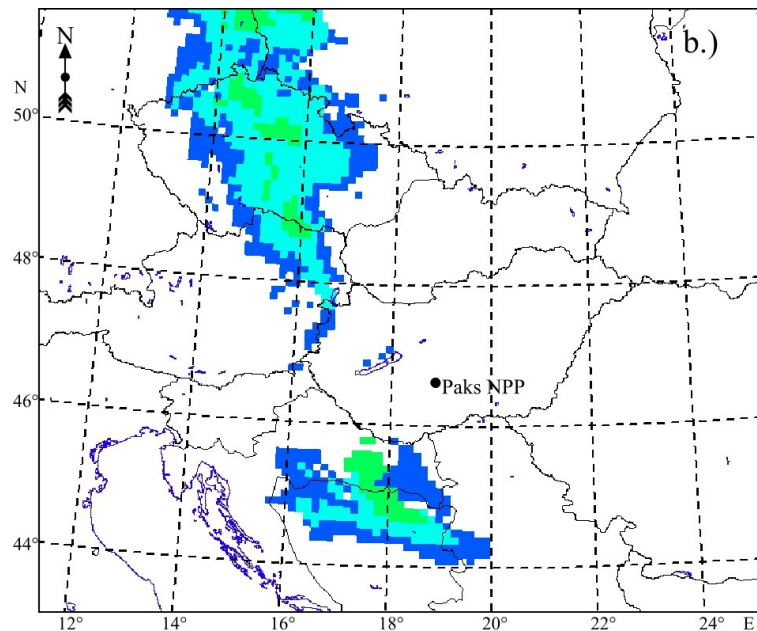
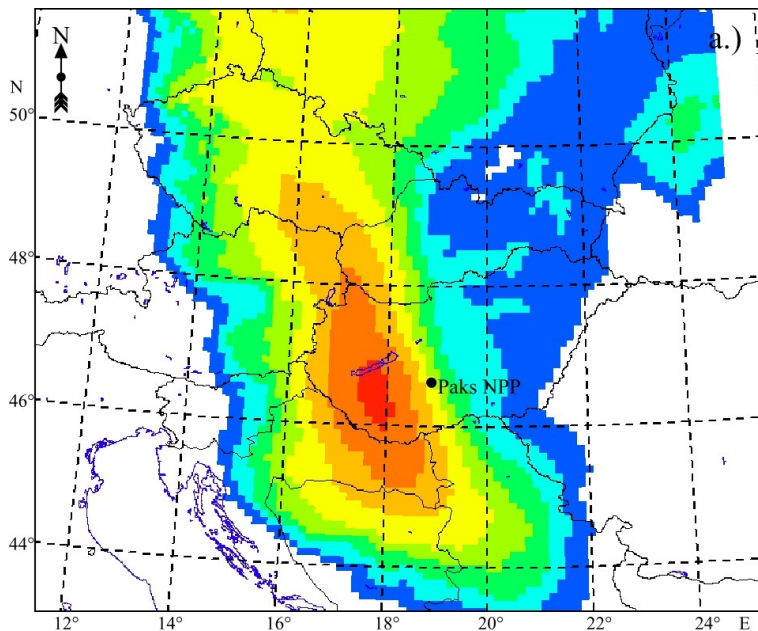
Paksi Atomerőmű

TERJEDÉS MODELLEZÉS

TREX-EULER MODELL

Száraz ülepedés

Nedves ülepedés



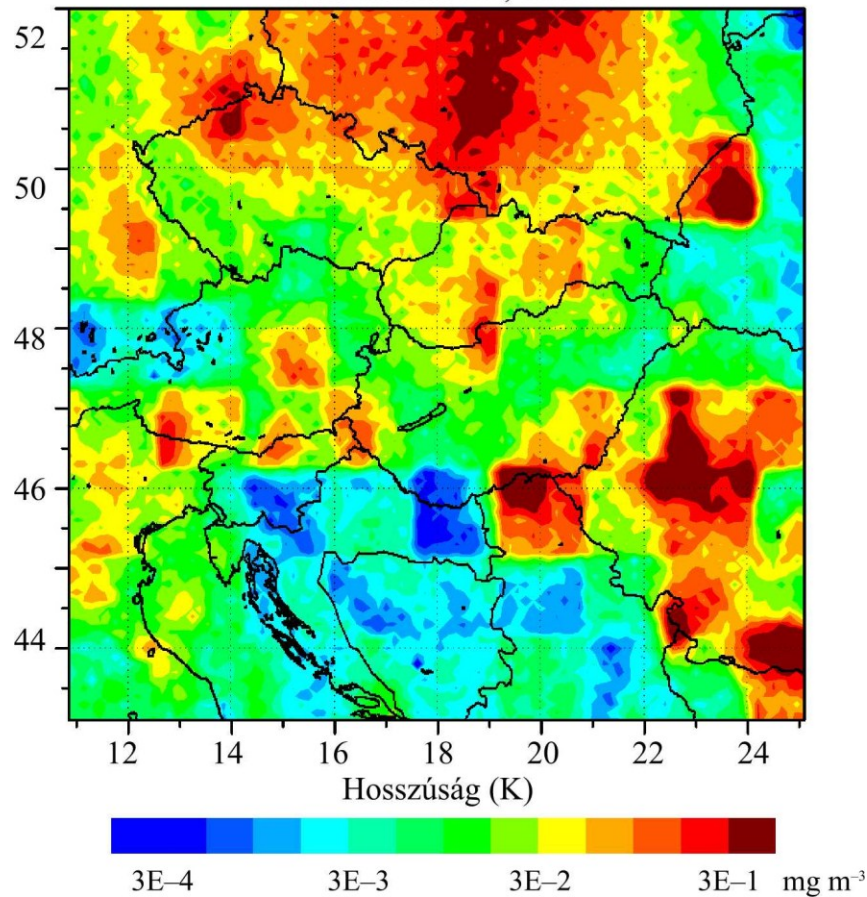
48 óra alatt a felszínre kiülepedett ^{131}I izotóp, egy feltételezett baleset után
(Feltételezett baleset időpontja: 2006. március 24. 00 UTC)

(Forrás: Mészáros et al., 2010: Időjárás 114, 1–2, 101–120.)

TERJEDÉS MODELLEZÉS

TREX-EULER MODELL

2006 március 24., 12 UTC



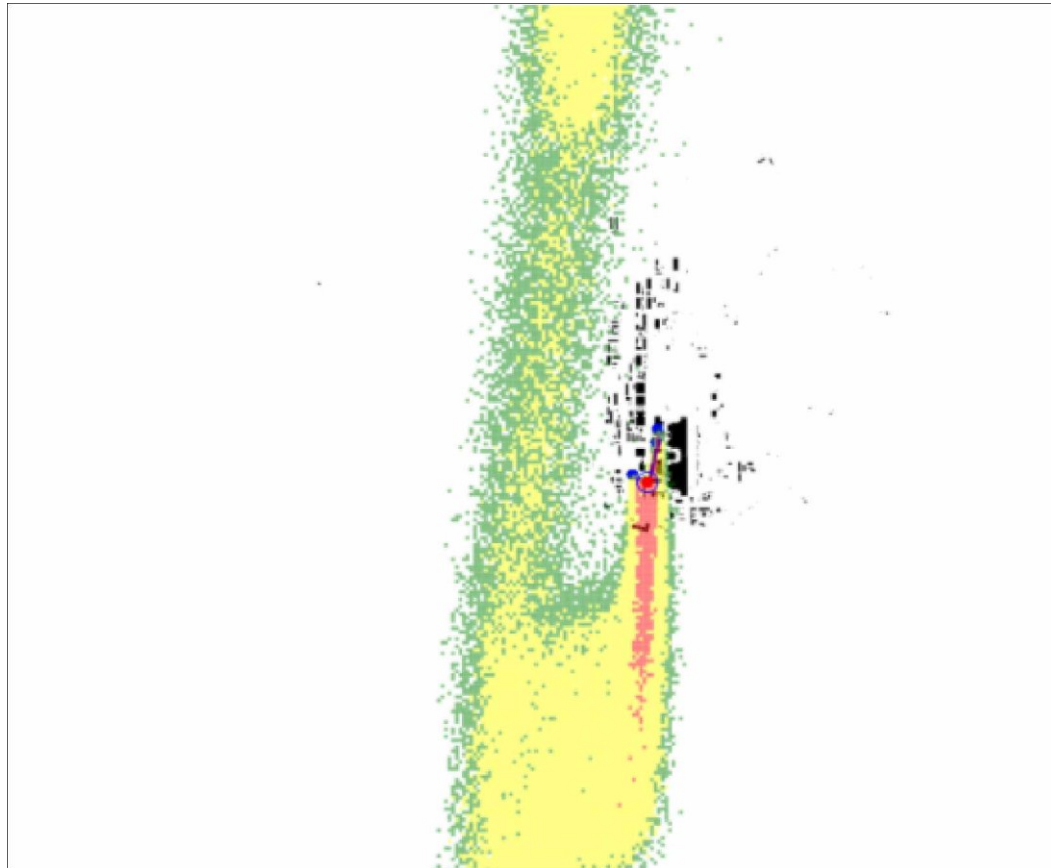
SO₂ koncentráció mező
(2006. márc. 24. 12.00)

Emisszió: EMEP

(Forrás: Mészáros et al., 2012: Időjárás 116, 4, in press)

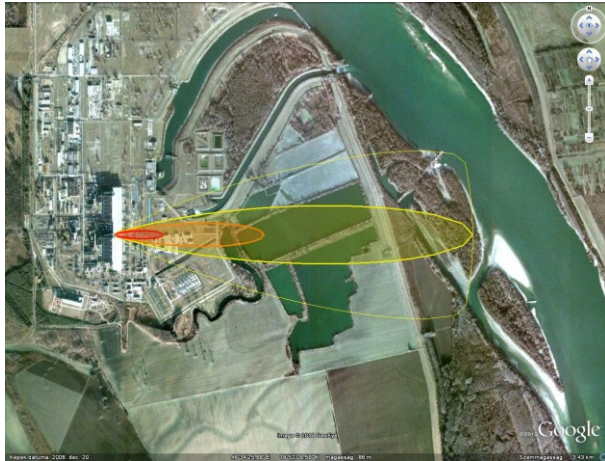
TERJEDÉS MODELLEZÉS

TREX-LAGRANGE MODELL

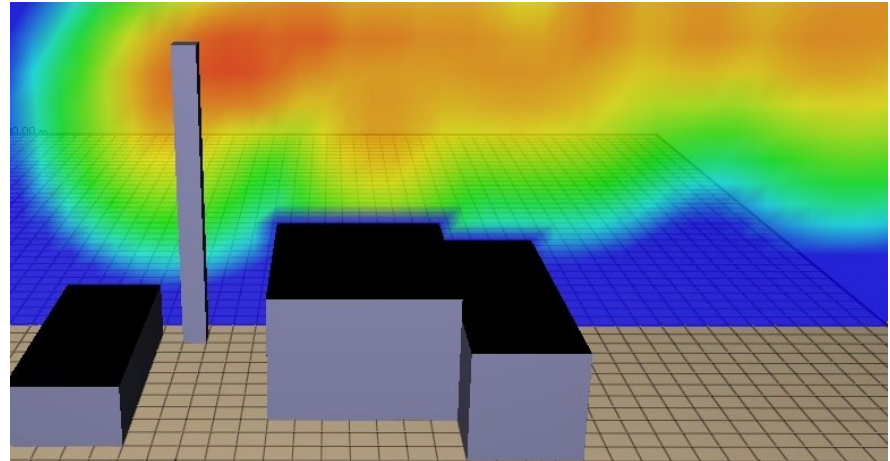


A TREX Lagrange modellel számított terjedés - hidrazin

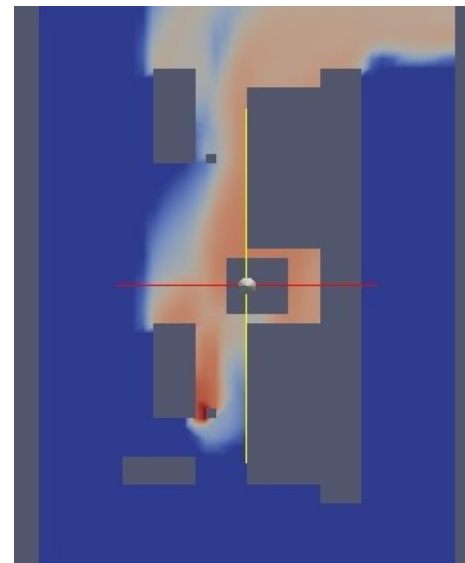
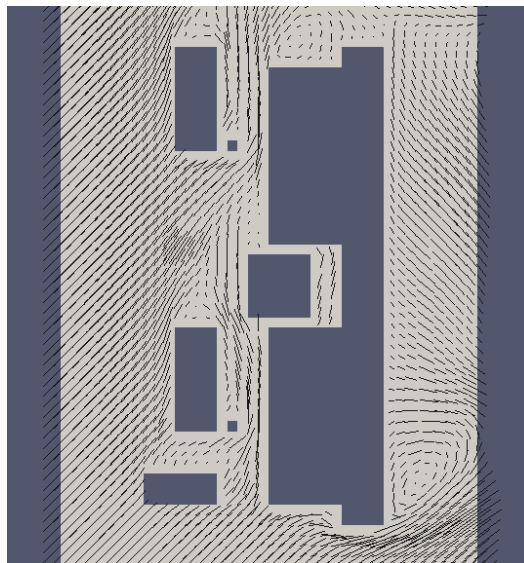
LOKÁLIS SKÁLÁJÚ MODELLEZÉS



ALOHA



A2C

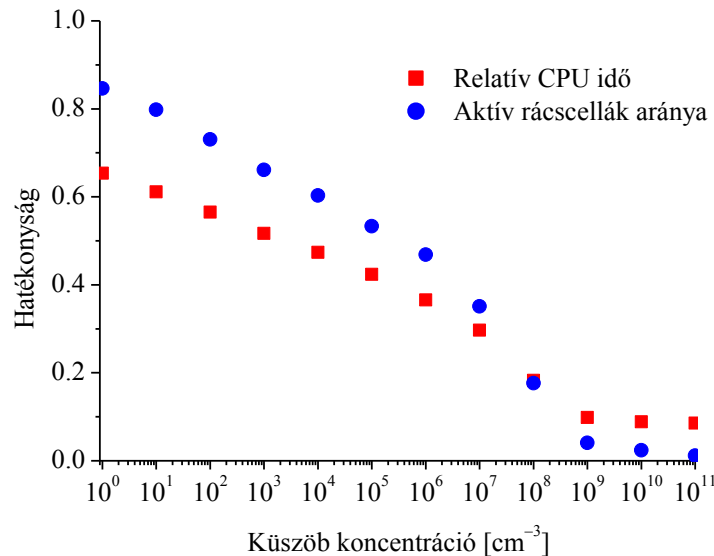


OPEN FOAM

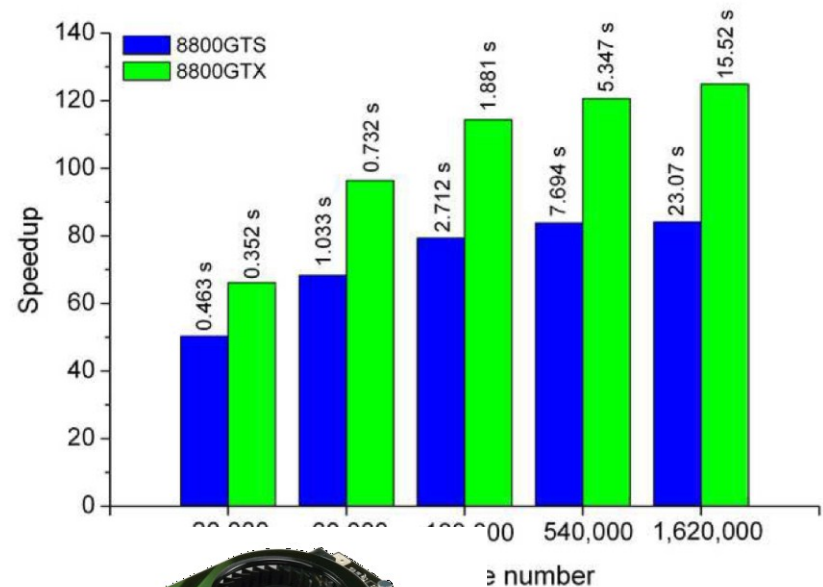
TERJEDÉS MODELLEZÉS

A SZIMULÁCIÓK GYORSÍTÁSA

Szemi-adaptív módszer



Futtatás videokártyán



*Forrás: Mészáros et al., 2010.
(Időjárás, 114. 101–120).*

*Forrás: Molnár et al., 2010.
(Computer Physics
Communications 181. 105–112).*

TERJEDÉS MODELLEZÉS

MAKROCIRKULÁCIÓS TÍPUSOK

*Péczely-féle
szubjektív
osztályozás*

Meridionális típusok

északi áramlás

- P1 (mCc) ciklon hátoldali áramrendszere
P2 (AB) anticiklon a Brit-szigetek térségében
P3 (CMc) mediterrán ciklon hátoldali áramrendszere

déli áramlás

- P4 (mCw) ciklon előoldali áramrendszere
P5 (AE) anticiklon Magyarországtól keletre
P6 (CMw) mediterrán ciklon előoldali áramrendszere

Zonális típusok

nyugati áramlás

- P7 (zC) zonális, ciklonális
P8 (Aw) nyugatról benyúló anticiklon
P9 (As) anticiklon Magyarországtól délre

keleti áramlás

- P10 (An) anticiklon Magyarországtól északra
P11 (Af) anticiklon Fennoskandinávia térségében

Nyomási központok

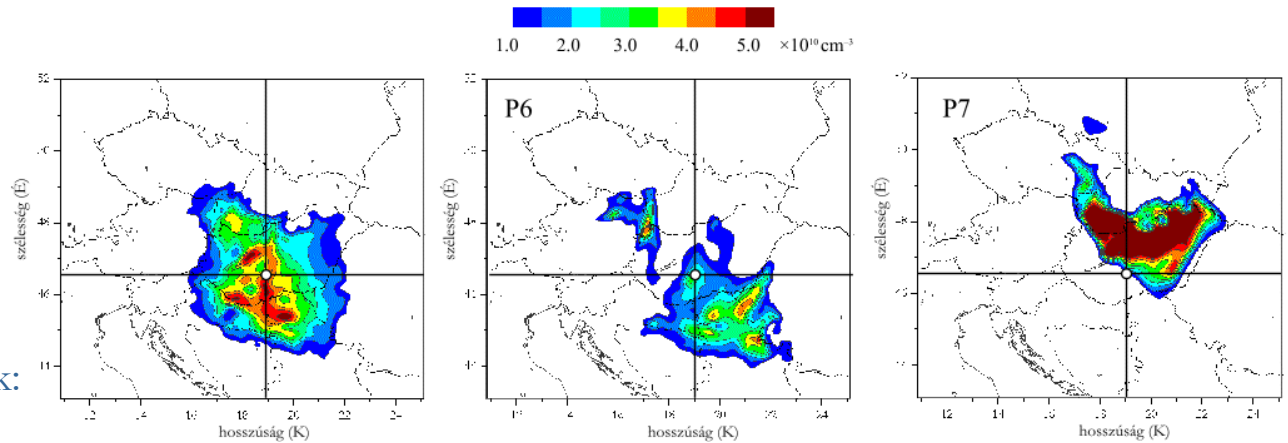
- P12 (A) anticiklon a Kárpát-medence fölött
P13 (C) cikloncentrum a Kárpát-medence fölött
-

TERJEDÉS MODELLEZÉS

Statisztikai elemzések – feltételezett kibocsátások - Paks

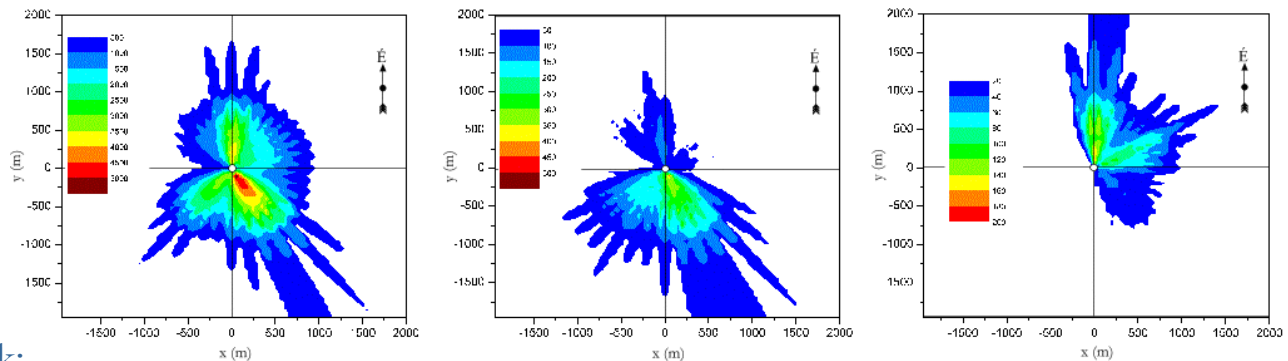
Regionális skála

- ^{131}I terjedés
- 1 év teszt időszak
- $2,5 \times 2,5$ km-es rács
- Meteorológiai mezők: ALADIN modell



Lokális skála

- Ammónia terjedés
- 10 év teszt időszak
- 50 m-es rács
- Meteorológiai adatok: mérőtorony



Nagytérségű időjárási helyzetek (Péczy-féle osztályozás) hatása a légköri terjedésre

(Forrás: Mészáros et al., 2012: *Theoretical and Applied Climatology* 107. 3–4. 375–387.)

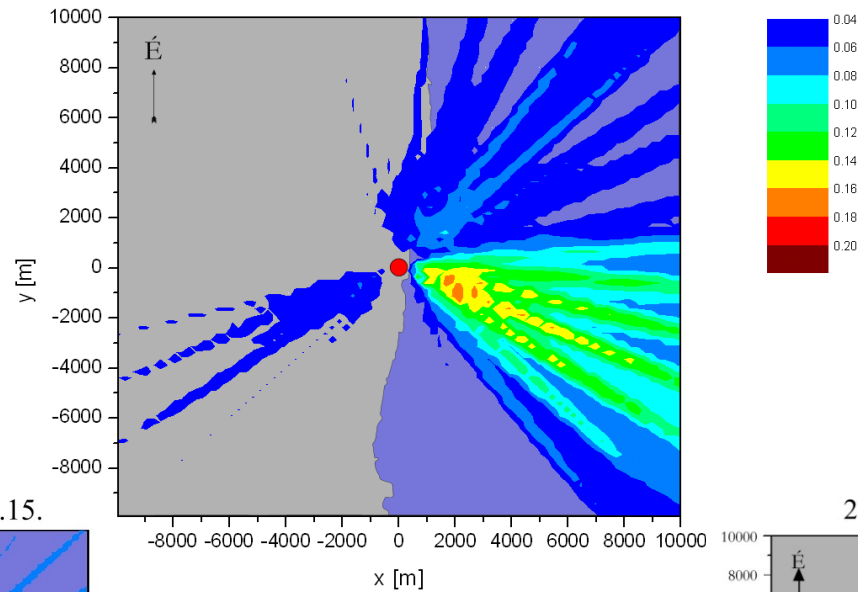
EREDMÉNYEK



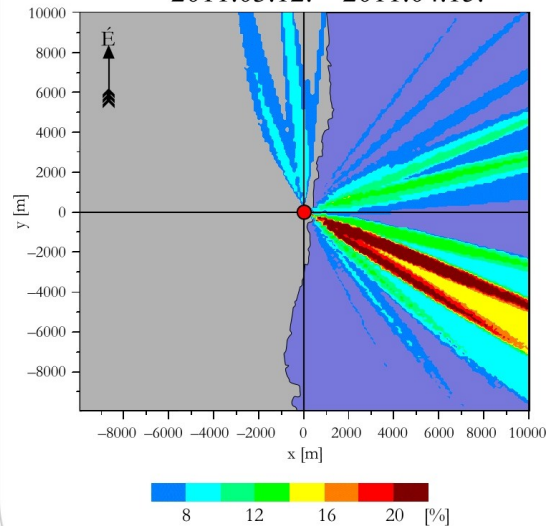
Fukushimai Atomerőmű, 2011. március

TERJEDÉS MODELLEZÉS

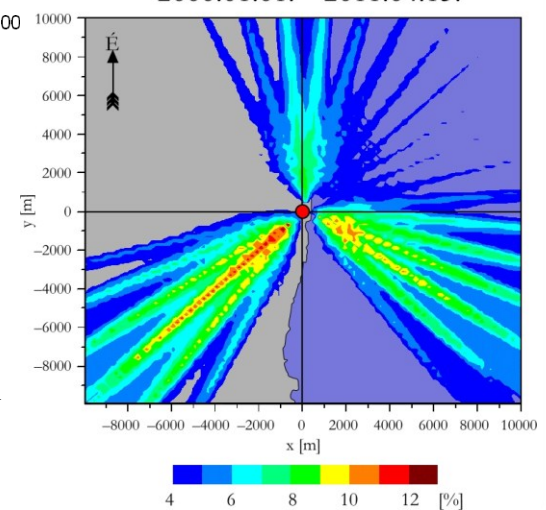
01



2011.03.12. – 2011.04.15.



2000.01.01. – 2011.04.15.



Fukushima statisztikák

ALOHA modell eredmények

(Forrás: Leelőssy et al., 2011: *Journal of Environmental Radioactivity* 102. 12. 1117–1121.)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

*A szerzők köszönetüket fejezik ki a kutatásokban résztvevő
Munkatársaknak, Hallgatónak, Doktorandusznak*

*A kutatásokat támogató pályázatok:
OTKA K68253, K81933 és K81975, TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR,
SEE-GRID SCI RI-211338 EU 7 Keretprogram,
4500130517. sz. Kutatás-fejlesztési szerződés*

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET