

Levegőkörnyezet-elemző osztály tevékenysége



Ferenczi Zita

Ferenczi.z@met.hu

Az osztály feladatai

- Háttérszennyezettség-mérés (WMO, EMEP)
- Környezet állapotának értékelése (trendek, mérlegek, légkör-felszín anyagcsere stb.)
- Légköri terjedés modellezése (lokális, regionális, kontinentális térskála; órás, napos, éves időskála)
- Környezetvédelemért felelős minisztérium számára szakmai háttéranyagok, tanulmányok készítése

Légszennyezettség mérése

- Hátterben
 - A levegőbe kibocsátott szennyezőanyagok nemcsak a kibocsátás helyén, hanem attól jelentős távolságra is károkat okozhatnak.
 - A háttérszennyezettség-mérésének célja az országhatáron átterjedő légszennyező (kémiai) anyagok vizsgálata.
- Városban
 - Mérés célja az emberi egészség védelme.

Világ és Európa szintű mérési programok I.

- **WMO - GAW** =
World Meteorological Organisation
Global Atmosphere Watch
 - mérési program: állomás típustól függ - globális és regionális állomások
 - K-puszta: regionális állomás
- **LRTAP - EMEP** =
Long-range Transboundary Air Pollution - Cooperative Programme
for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of
Air Pollutants in Europe
 - K-puszta: 1.szintű mérési program (majdnem teljesül)

Világ és Európa szintű mérési programok II.

- Városi mérőhálózatok: EU – CAFE (2008/50/EK) direktíva
 - Határértékek meghatározása
 - Budapest: probléma a PM_{10} koncentrációval
- Szükséges lenne a mérési stratégiákat harmonizálni
- Rövidesen felülvizsgálják a CAFE direktívát
- Probléma: az egyes mérési programoknak más a célja

Mérési programok harmonizációja, minőségbiztosítás

– EMEP

- Mérési stratégia: 2010-2019 [szint-1](#); [szint-2a](#), [2b](#); [szint-3](#)
 - Cél: légszennyezés és ülepedés megfigyelése (nagyávolságú transzport, ökoszisztémára és az emberi egészségre való hatása)
- Kémiai Koordinációs Központ (CCC)
- Labor interkalibráció (csapadék, aeroszol): évente 1 alkalom
- Éves adatjelentési kötelezettség

– WMO

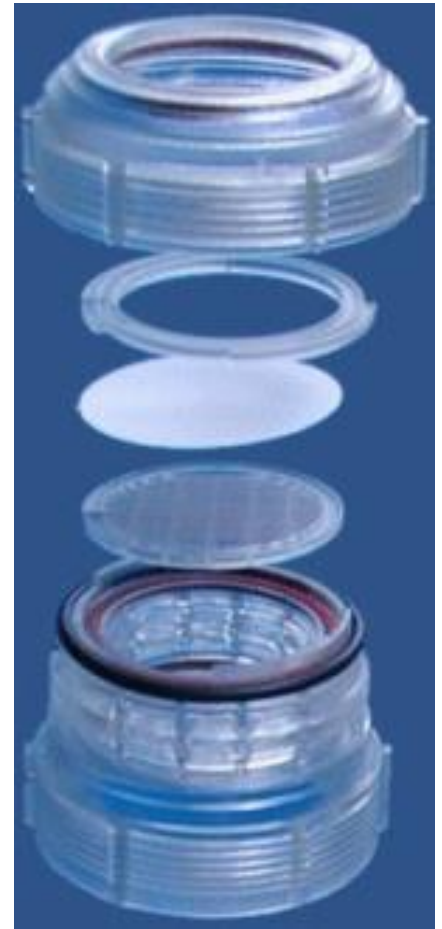
- Mérési stratégia: 2008-2015
 - Cél: „megérteni és ellenőrizni az emberi tevékenység növekvő [hatását](#) a teljes légkörre”
- Global Atmosphere Watch (GAW)
- Labor interkalibráció (csapadékmintákra): évente 2 alkalom
- Éves adatjelentési kötelezettség

Levegőkémia

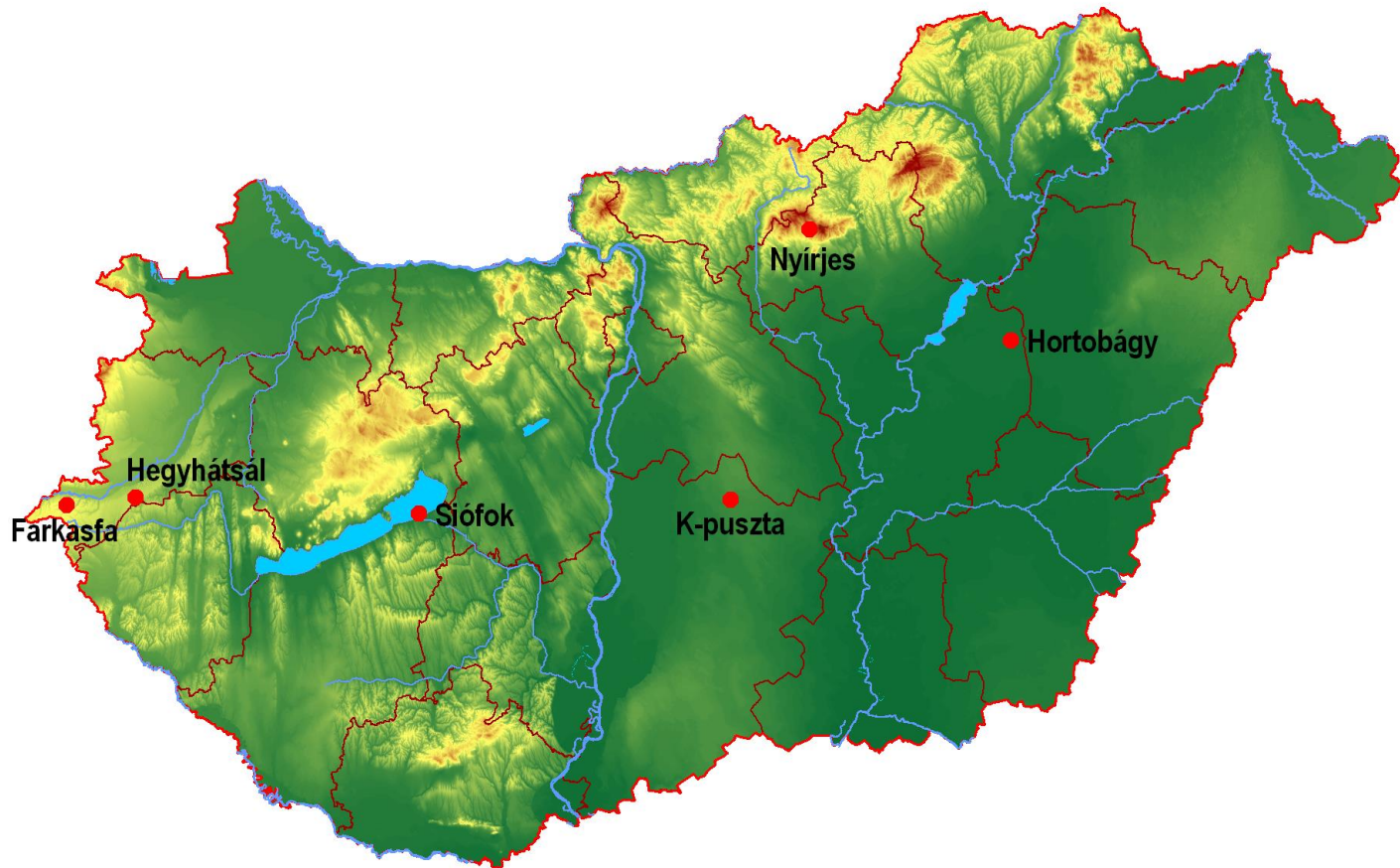
- Légekör kémiai összetételének mérése:
 - aeroszolok
 - csapadékvíz
 - légköri gázok
- Mérés módja:
 - laboratórium
 - monitor (troposzférikus ózon, PM₁₀)

Mintavétel

- Csapadék :
"wet-only" típusú mintavevő
- Gázok és aeroszolok részecskék:
háromfokozatú szűrős mintavétel
 - 1. teflon szűrő: aeroszol részecskék
össze-tevői (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Na^+ , K^+ ,
 Ca^{2+} , Mg^{2+})
 - 2. és 3. szűrőpapír: gázkomponensek
(SO_2 , HNO_3 , NH_3)
- Nitrogén-dioxid:
impregnált zsugorított üvegszűrők



Háttérszennyezetttség-mérő állomás hálózat



K-pusztá

- gázok:

SO₂, NO₂, O₃, NH₃, HNO₃

- aeroszol:

szulfát, nitrát, ammónium, nátrium, kálium, kalcium, magnézium, nehézfémek, PM₁₀, PM_{2.5}

- csapadékvíz:

pH, vezetőképesség, szulfát, nitrát, ammónium, klorid, nátrium, kálium, kalcium, magnézium, nehézfémek

K-puszta



Farkasfa, Nyírjes és Hortobágy

- gázok:

SO₂, NO₂, O₃, NH₃, HNO₃

- aeroszol:

szulfát, nitrát, ammónium, nátrium, kálium, kalcium, magnézium

- csapadékvíz:

pH, vezetőképesség, szulfát, nitrát, ammónium, klorid, nátrium, kálium, kalcium, magnézium

Farkasfa



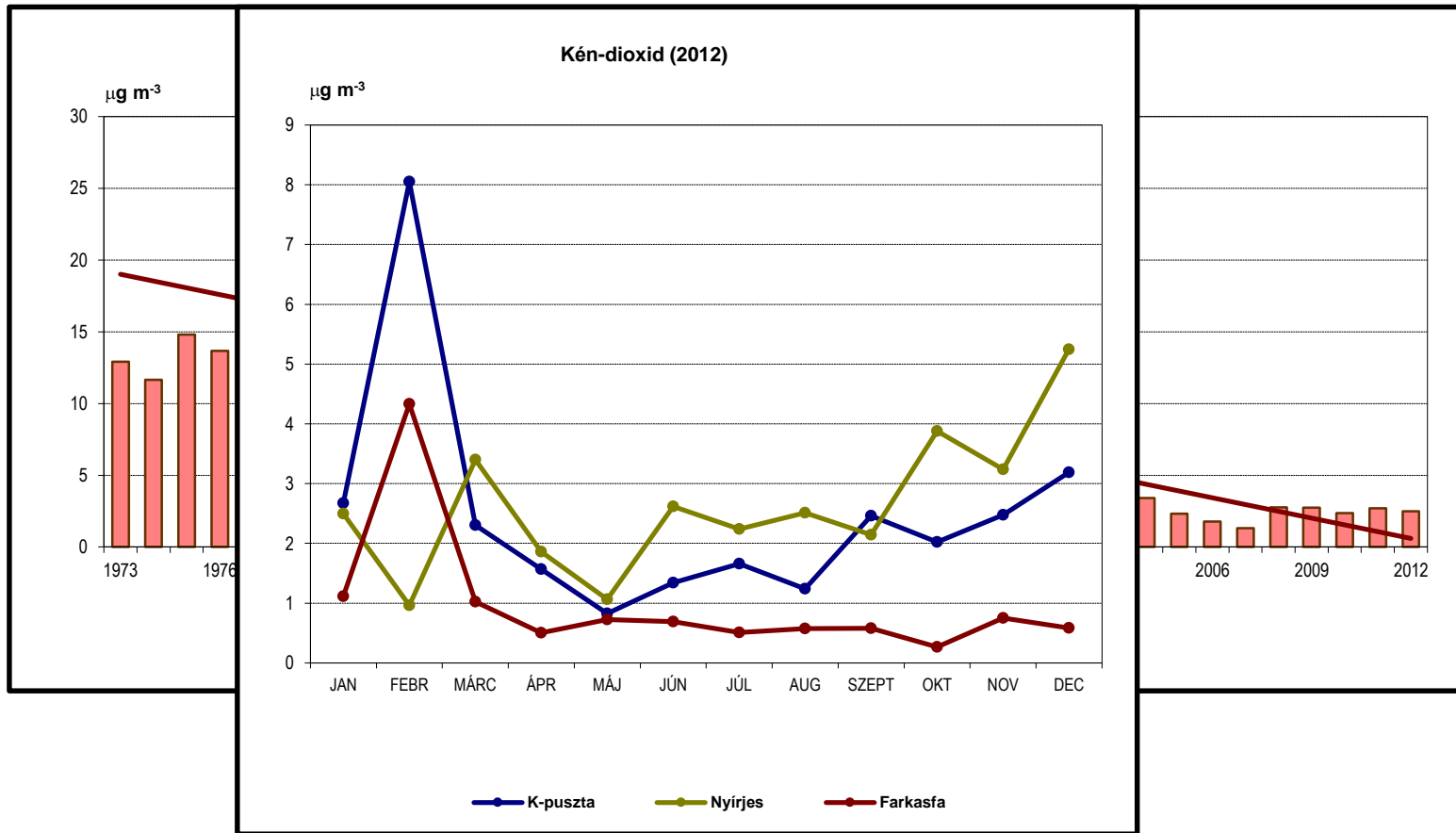
Nyírjes



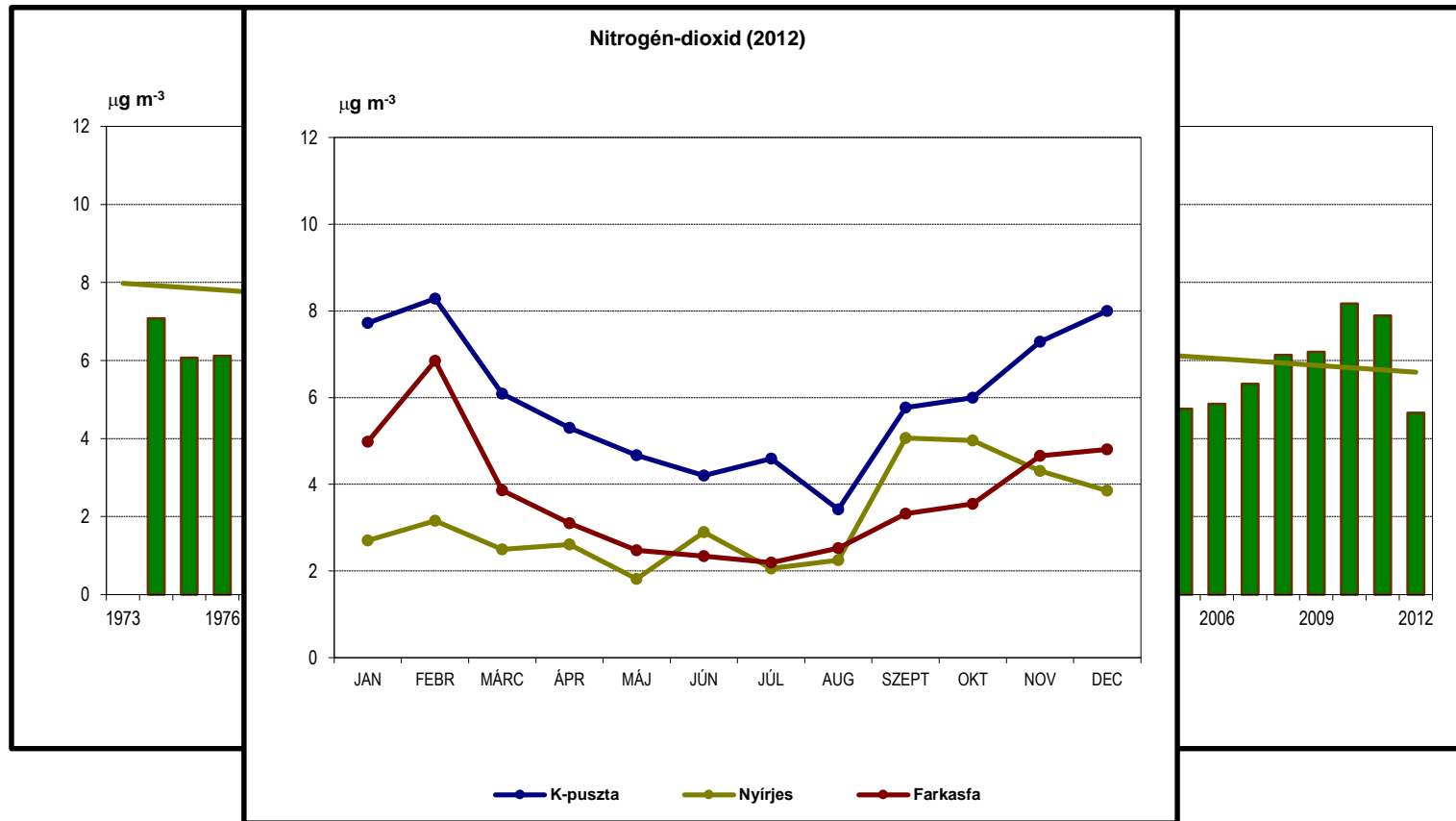
Hortobágy



Kén-dioxid

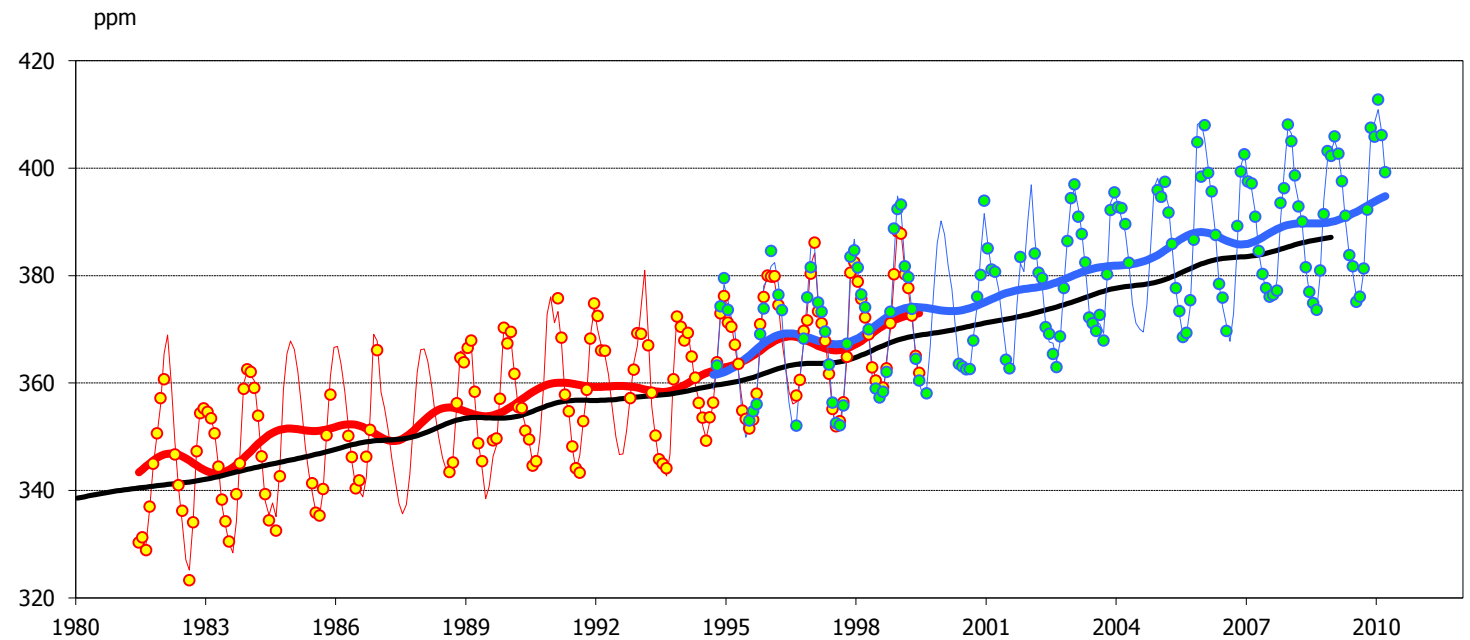


Nitrogén-dioxid



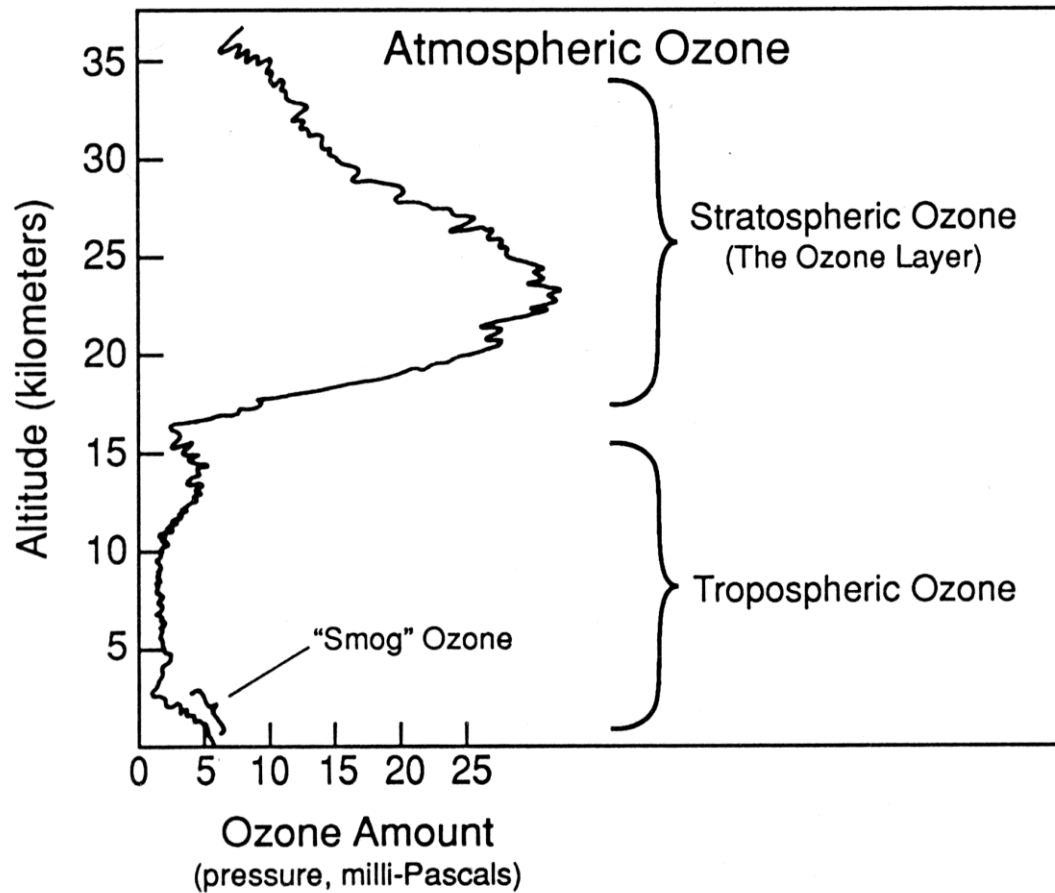
Szén-dioxid

(K-pusztá és Hegyhátsál 1981 - 2010)

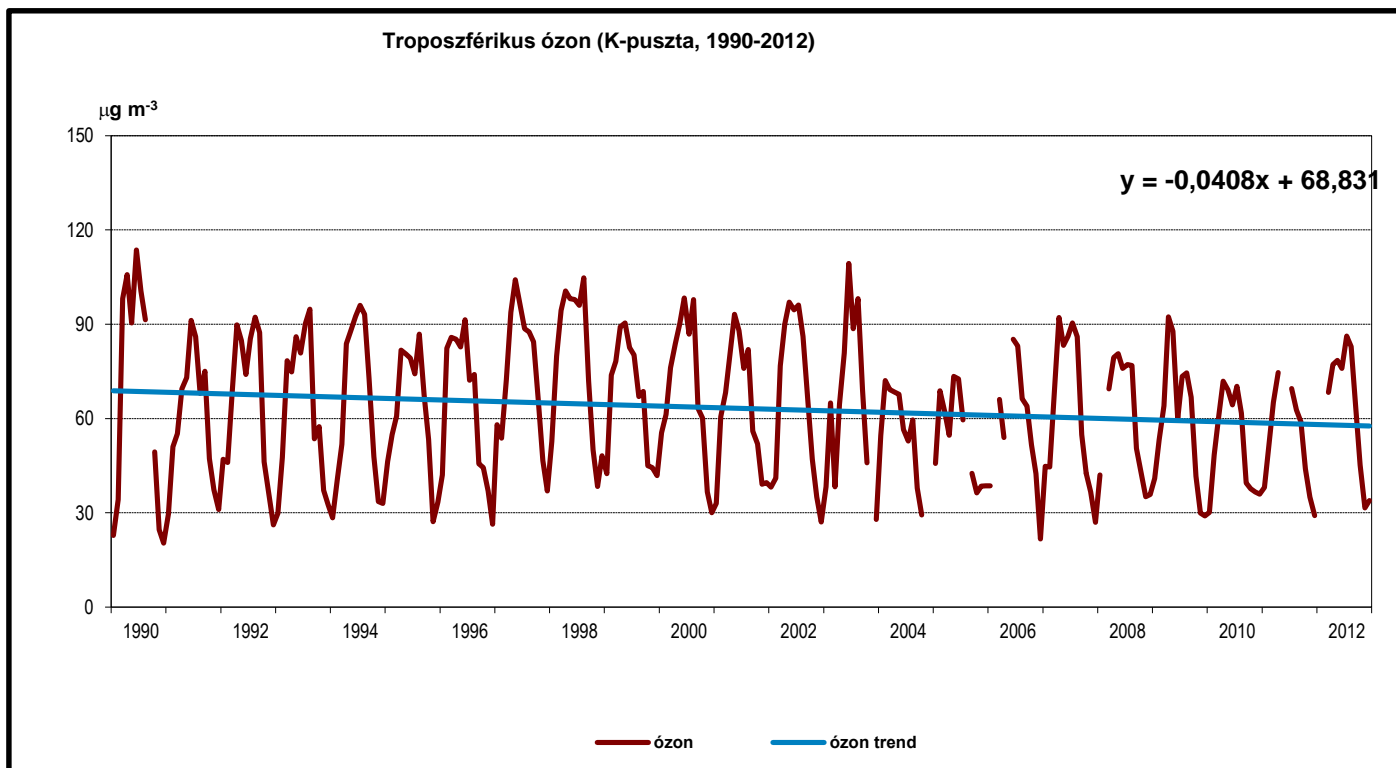


○ KPU havi — KPU simított — KPU trend — MBL trend ● HHS havi — HHS simított — HHS trend

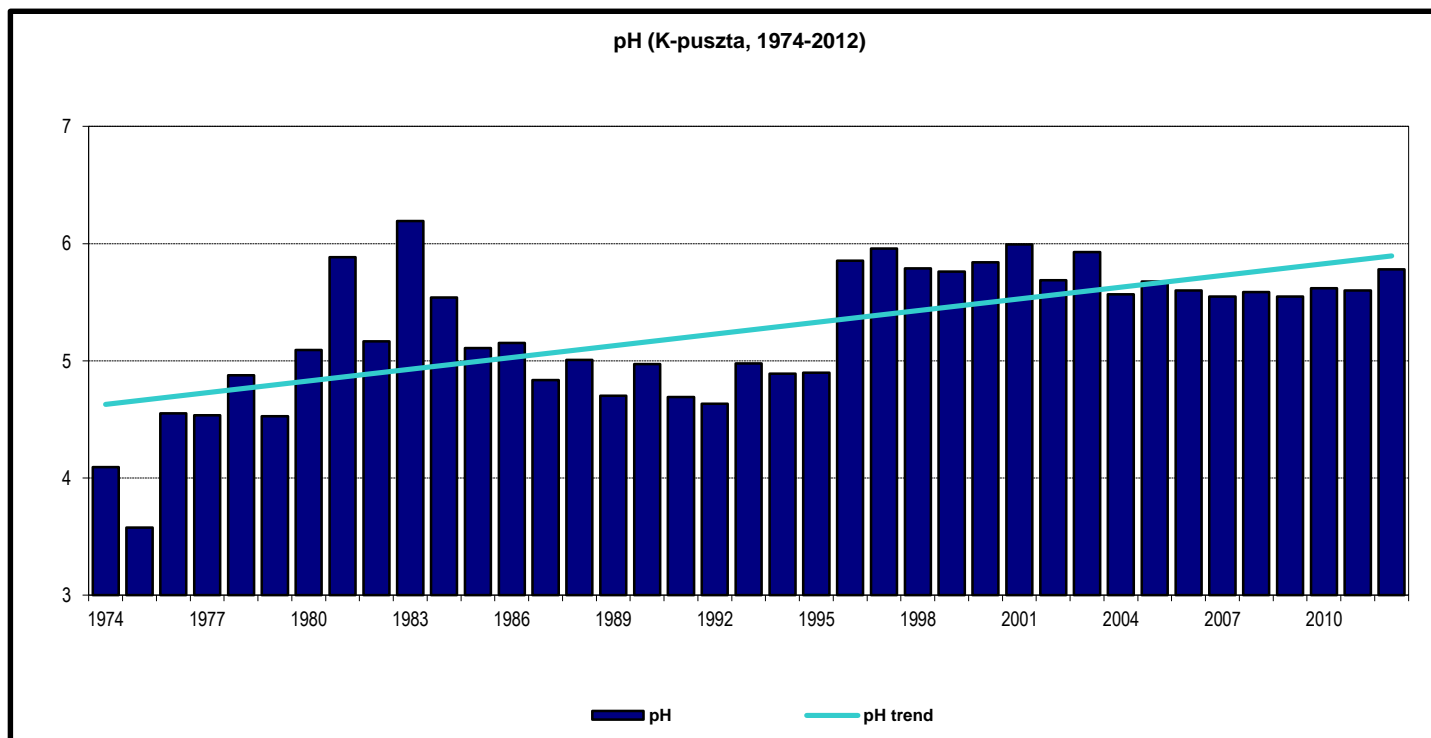
Ózon



Troposzférikus ózon



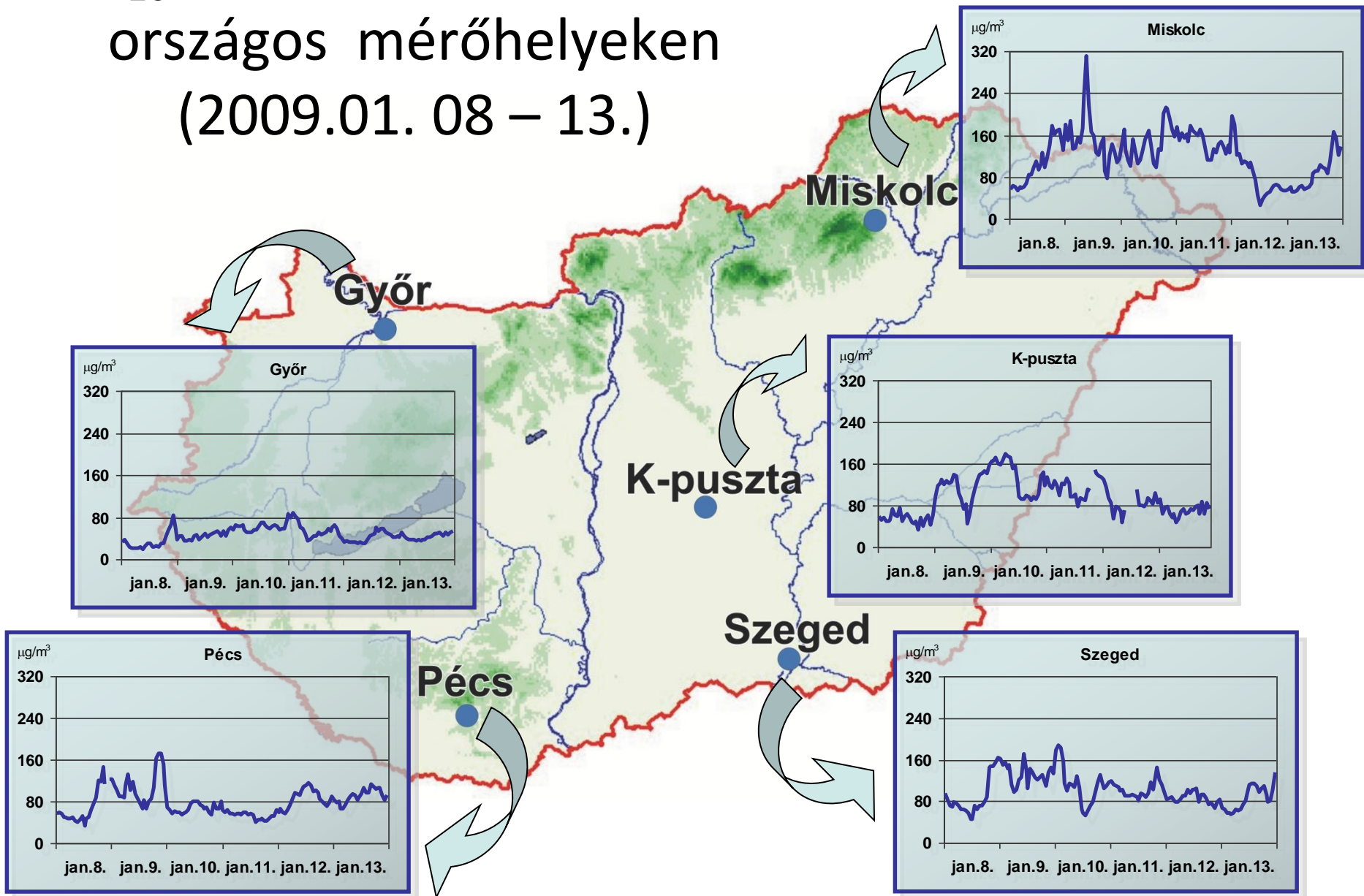
Csapadék pH



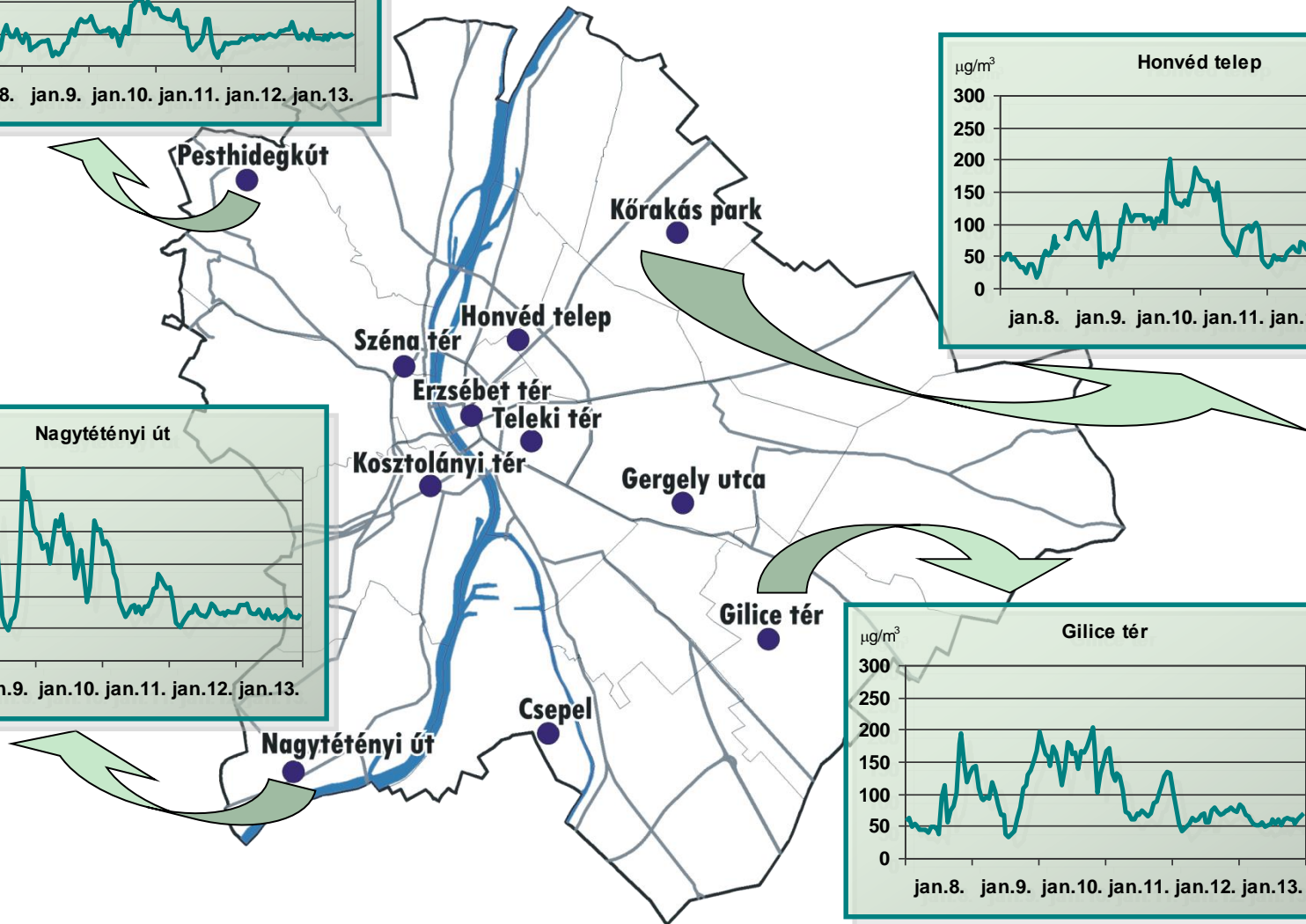
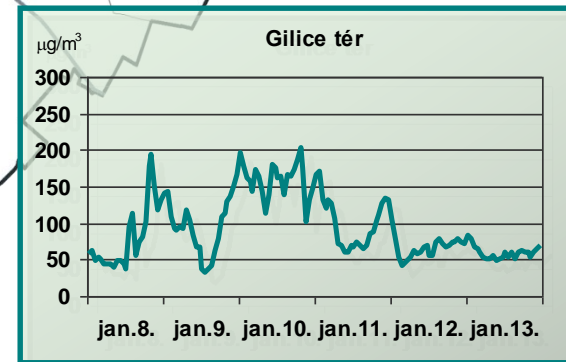
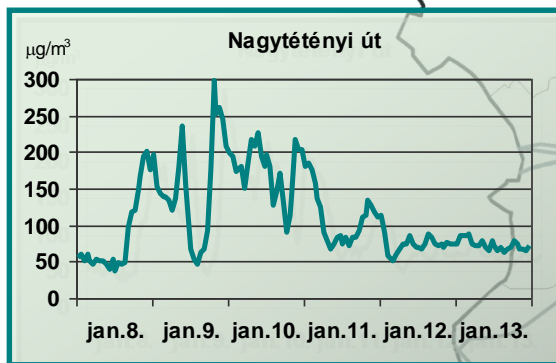
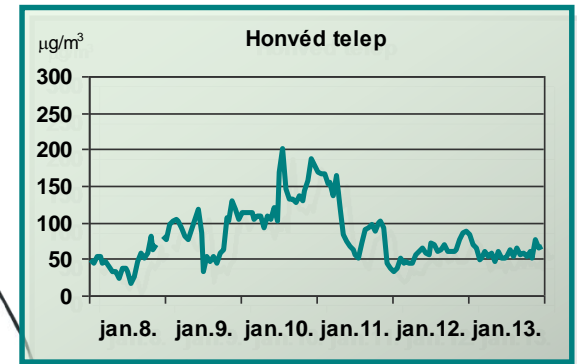
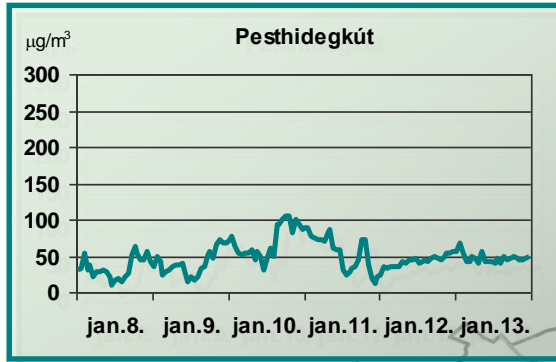
PM₁₀

- definíciója:
 - azoknak a levegőben előforduló részecskéknek az összessége, melyek mérete 10 µm-nél kisebb
- forrásai:
 - fa és széntüzelés során a levegőbe kerülő égéstermékek
 - gépkocsik kipufogó termékei
- koncentrációját meghatározza:
 - emisszió
 - időjárási körülmények

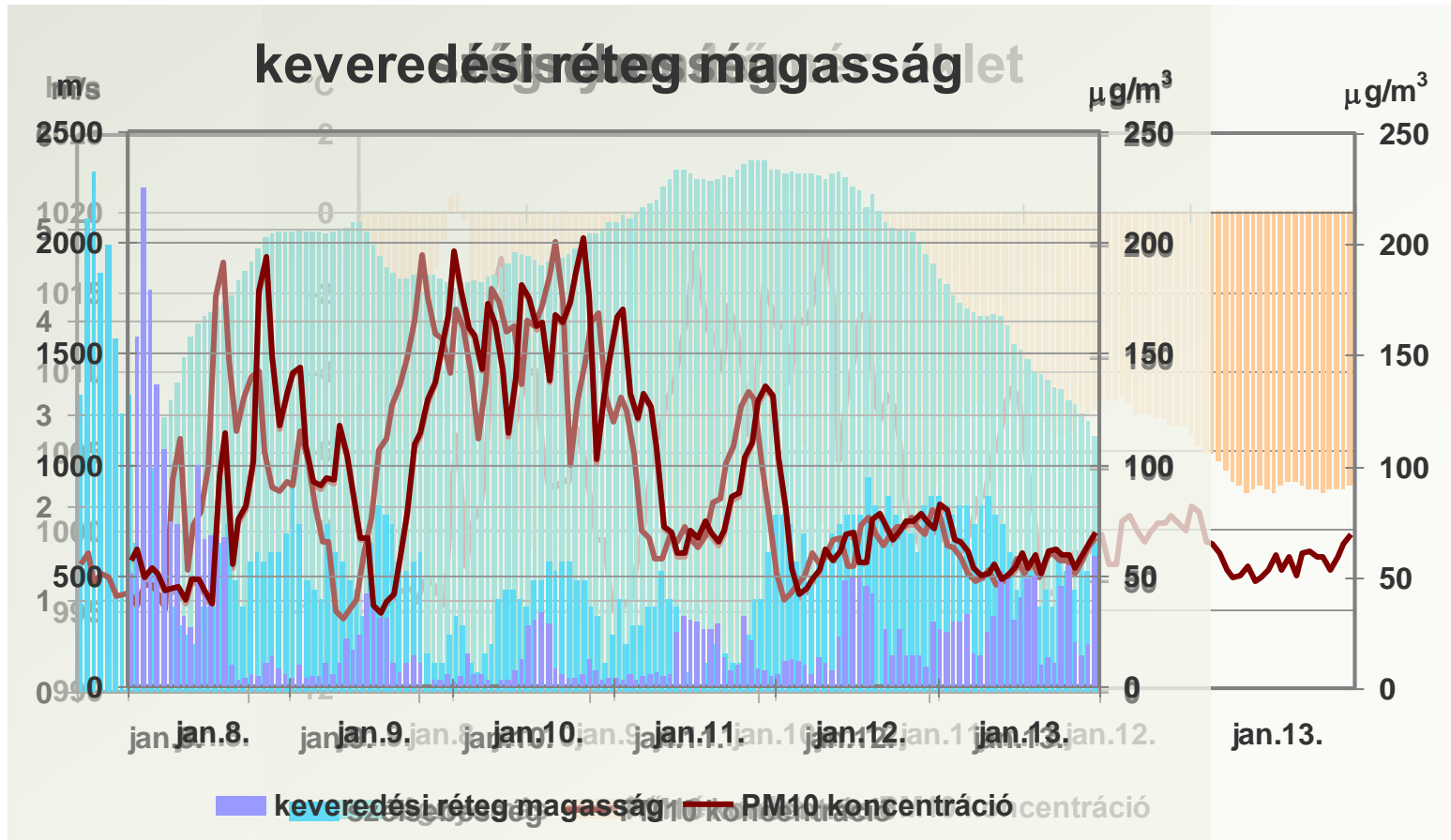
PM₁₀ koncentráció értékek az országos mérőhelyeken (2009.01. 08 – 13.)



PM₁₀ koncentráció értékek Budapesten (2009.01. 08 – 13.)



Az időjárás alakulása Budapesten (2009. január 08 – 13.)



Egyéb levegőminőségi problémát jelentő szennyezők I.

- **Hg** (higany - nehézfém)
 - Könnyen párolgó fém, amely hosszú tartózkodási idejű (kb. 1 év), ezért nagytávolságokra is eljut
 - Forrásai:
 - Ipari termelés (vegyszerüzemek (pl. műanyaggyártás), **foszilis energiahordozók égetése**, hulladékégetők)
 - Mezőgazdaság (vegyszer, gombaölőszerek)
 - Vulkánkitörések, erdőtüzek

Egyéb levegőminőségi problémát jelentő szennyezők II.

- **VOC** (Volatile Organic Compounds – illékony szerves vegyületek)
 - Levegőben előforduló szennyező szénhidrogén származékok
 - Forrásai:
 - üzemanyagok tökéletlen égése (közlekedés)
 - Oldószer használat (ipar, háztartások)
 - Ipari hulladék- és szemétkerakó helyek
 - Természetes források (növényzet – izoprén, monoterpén)
 - A teljes emisszió 10-15%-a antropogén.
- **POP** (Persistent Organic Pollutant – nehezen lebomló szerves vegyületek)
 - E csoport része a PAH-ok (policiklikus aromás szénhidrogének)
 - Forrásai:
 - Ipar nemkivánt melléktermékei
 - Gépjárművek kipufogó gázai

SZÜNET :D

Mérés és Modellelés

Miért modellezünk? Nem elég a mérés???

- Történelmileg a levegőminőség értékelése mérési adatokon alapult, DE:
 - A mérés pontszerű információt szolgáltat, a modell adott térségre teljes térbeli lefedettséget biztosít
 - A modellekkel levegőminőség előrejelzés készíthető
 - A modellekkel a források hatásait komplexen vizsgálhatjuk
- EU – CAFE (2008/50/EK) direktíva ajánlása: a modell egy olyan eszköz a mérés mellett, amely kiegészítő adatokat szolgáltat a levegőminőség értékeléséhez

Modellezés előnyei, hátrányai

- Előnyök

- Olyan területek levegőminősége is vizsgálható, ahol nincs mérőállomás (térbeli lefedettség növelése)
- Mérési pontok száma optimalizálható
- A mérések azokra a helyekre koncentráljanak, ahol a levegőminőség problematikus

- Hátrányok

- A modelleket **JÓ** minőségű input (emisszió+ meteorológia) adatokkal kell ellátni
- A modelleket validálni kell
- Modellek fizikai, kémiai korlátainak ismerete
- Szakember futtassa a modellt és értékelje az eredményeket

Új EU direktíva - 2013

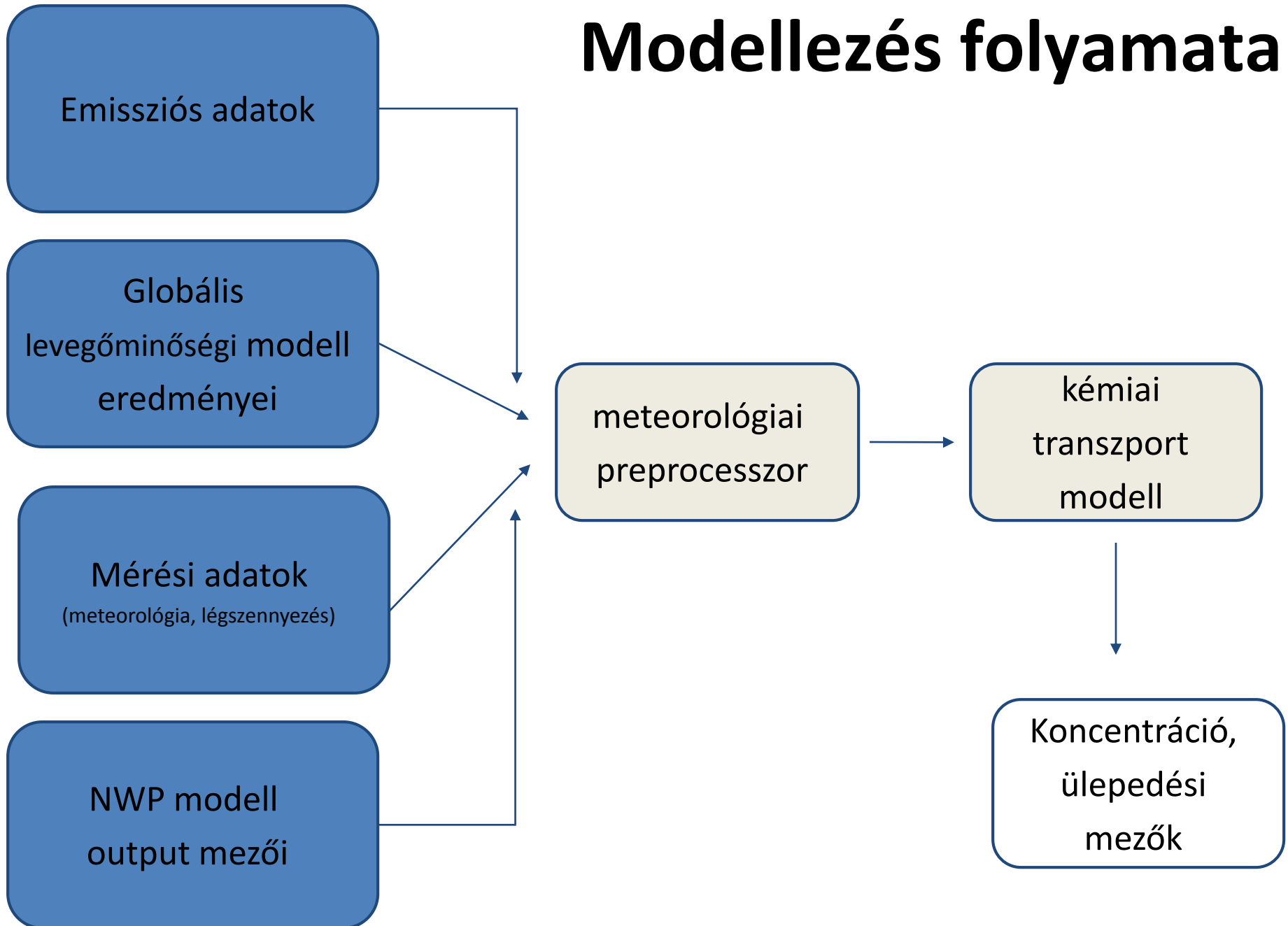
- A modellezés még hangsúlyosabb szerepet kap a levegőminőség értékelésében és tervezésében (elvárások a következő 5 évre)
 - Levegőminőség vizsgálata modellszámításokkal a határérték túllépések szemszögéből
 - Levegőminőség előrejelzés: lakosság tájékoztatása, negatív hatások rövidtávú enyhítése
 - Források azonosítása (határérték túllépésért felelős források azonosítása)
 - Mérési stratégiákat, intézkedési terveket megalapozó vizsgálatok
 - + mérőhálózatok tervezése, állomások helyének kijelölése, optimális állomásszám meghatározása)

Modellek

amelyek eredményeit használjuk és
amelyeket futtatunk az OMSZ-nál

- Nagytávolságú transzport modell (LRT): **EMEP**
- Regionális skálájú levegőminőség előrejelző modell:
CHIMERE
- Szabályozás-orientált modell: **AERMOD**
- Baleseti modell:
 - (trajektória számítások: **FLEXTRA**)
 - regionális és kontinentális skála: **FLEXPART**

Modellezés folyamata



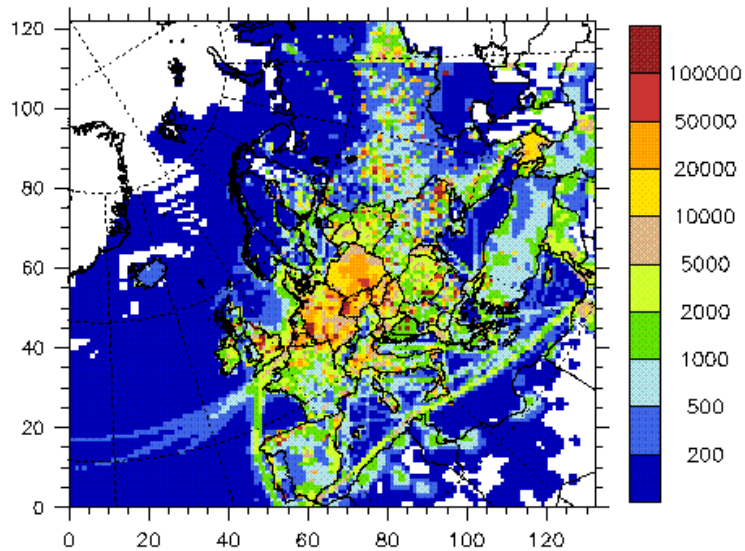
Emissziós adatok

- **Emisszió bevallások:**
 - Becslések (bizonytalansági értékek)
 - Nemzeti összkibocsátás
 - Szektoronként, szennyezőnként
 - Nagy helyi források megadása külön
 - Jövő: térinformatika segítségével **rácsponti emissziós adatok** (modellezői igény, modellek futtatásának ez az egyik alapfeltétele)
 - Emisszió csökkentési egyezmények (integrált hatáselemzés)
- **Modellezés és a mérés az emisszió bevallások egyik kontrolja**

SO_x emissziós értékek változása 20 év alatt Európában (Mg)

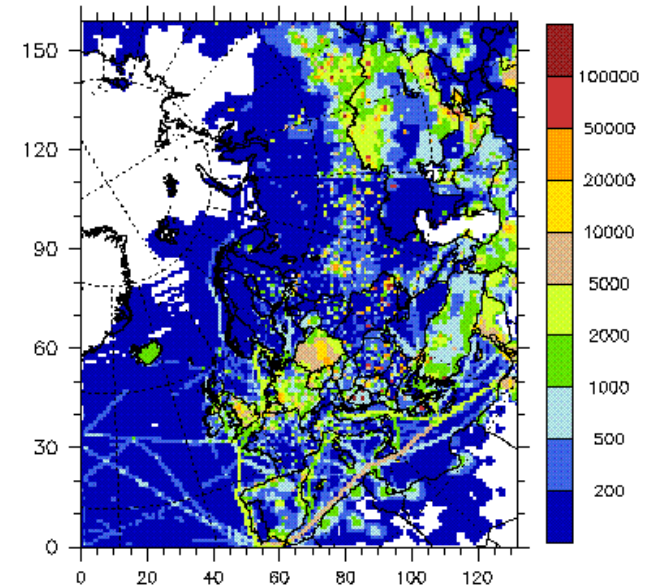
1990 Emissions of SO_x in Mg

Sector: SNAP NATIONAL



2010 Emissions of SO_x in Mg

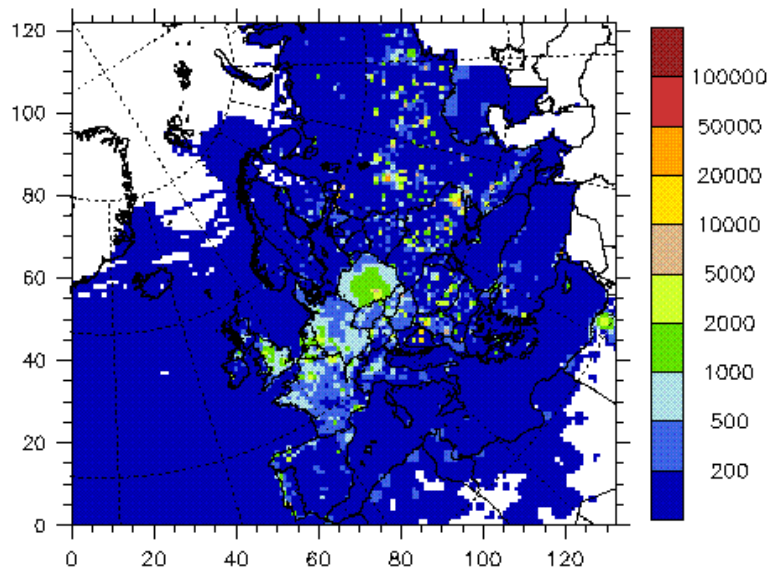
Sector: SNAP NATIONAL



PM_{coarse} emissziós értékek változása 10 év alatt Európában (Mg)

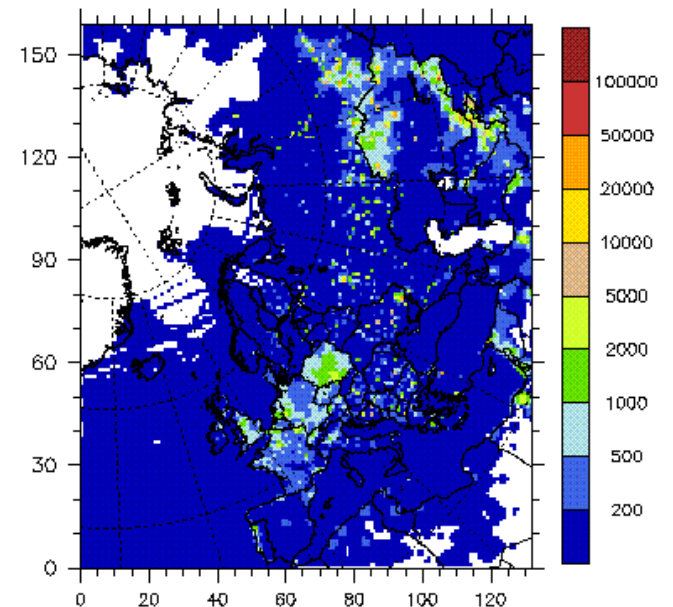
2000 Emissions of PM_{coarse} in Mg

Sector: SNAP NATIONAL



2010 Emissions of PM_{coarse} in Mg

Sector: SNAP NATIONAL



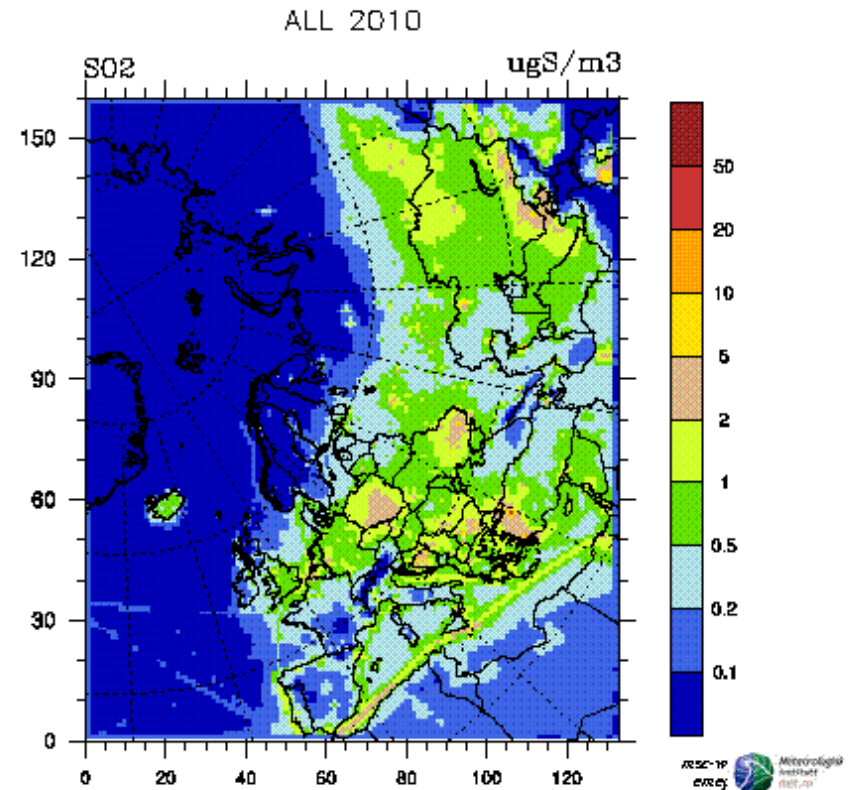
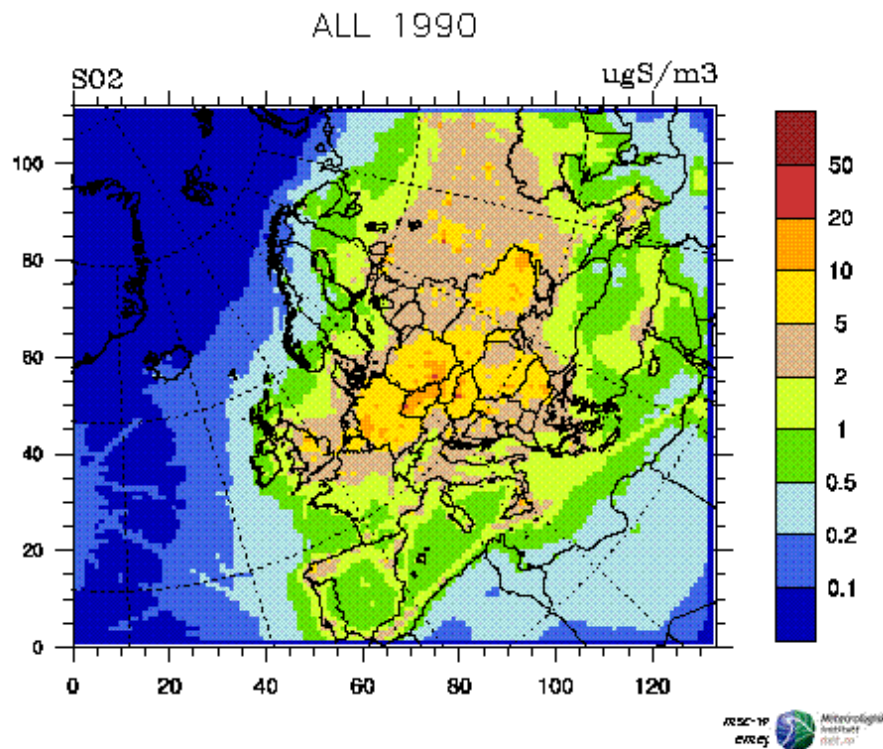
Nagytávolságú transzport modellek alkalmazhatósága

- Regionális levegőminőség értékelése
- Lokális/nagytávolságú hatások szétválasztása
- Az ökoszisztéma aktuális/kritikus terhelés arányának becslése
- Határértékek, értékelési küszöbök túllépésének becslése
- Források azonosítása (földrajzi, forrástípus)

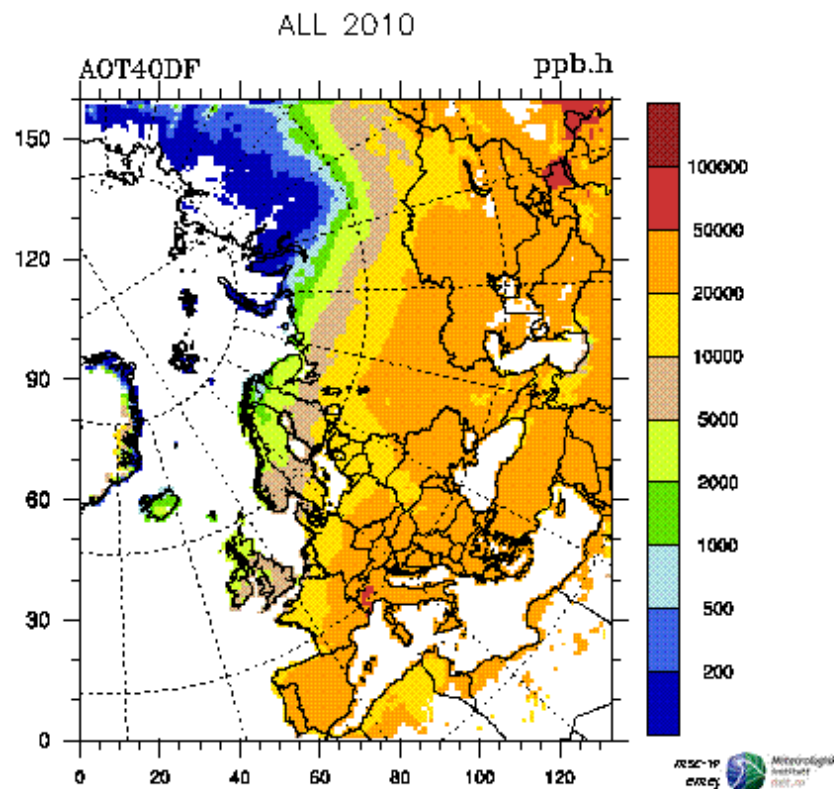
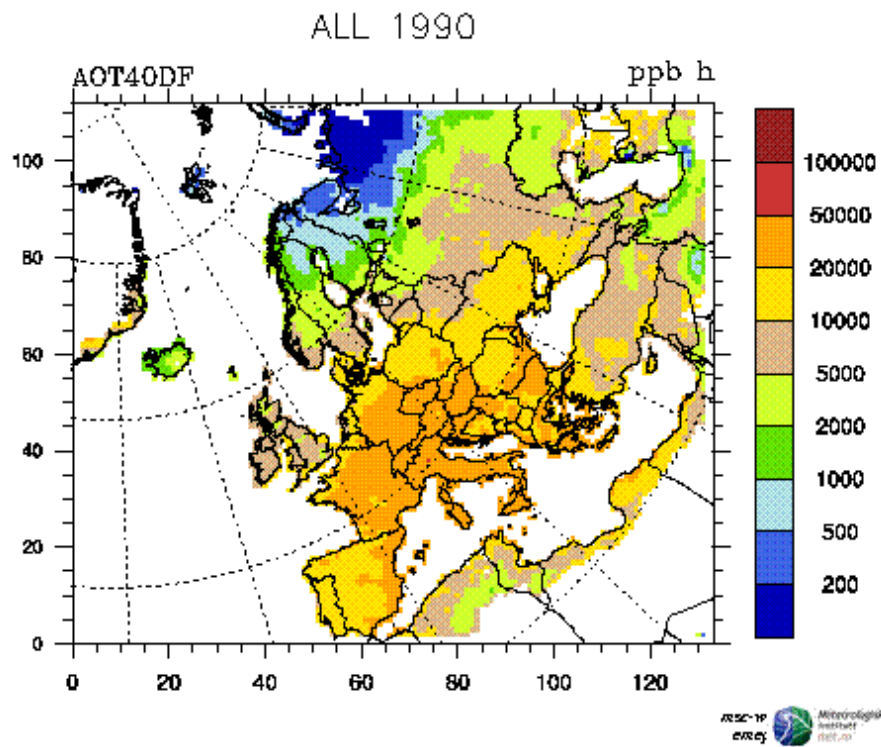
EMEP – *E*uropean *M*onitoring and *E*valuation *P*rogramme

- Meteorológiai Szintetizáló Központok:
 - **MSC-W**: Oslo
 - Savasodás, eutrofizáció, fotokémiai oxidánsok
 - **MSC-E**: Moszkva
 - Nehézfémek, nehezen lebomló szerves vegyületek (POP)
- Integrált Hatáselemzési Központ (**CIAM**)
 - Laxenburg (IIASA)
 - RAINS, GAINS modellek
- Emisszió-kataszter és kibocsátás előrejelzési Központ (**CEIP**)
 - Éves emisszió bevallások
 - Szektoronként (ipar, mezőgazdaság, közlekedés, stb.)
 - Rácsponi adatok
- Kémiai Koordinációs Központ (**CCC**)

SO₂ légköri koncentráció térbeli eloszlása

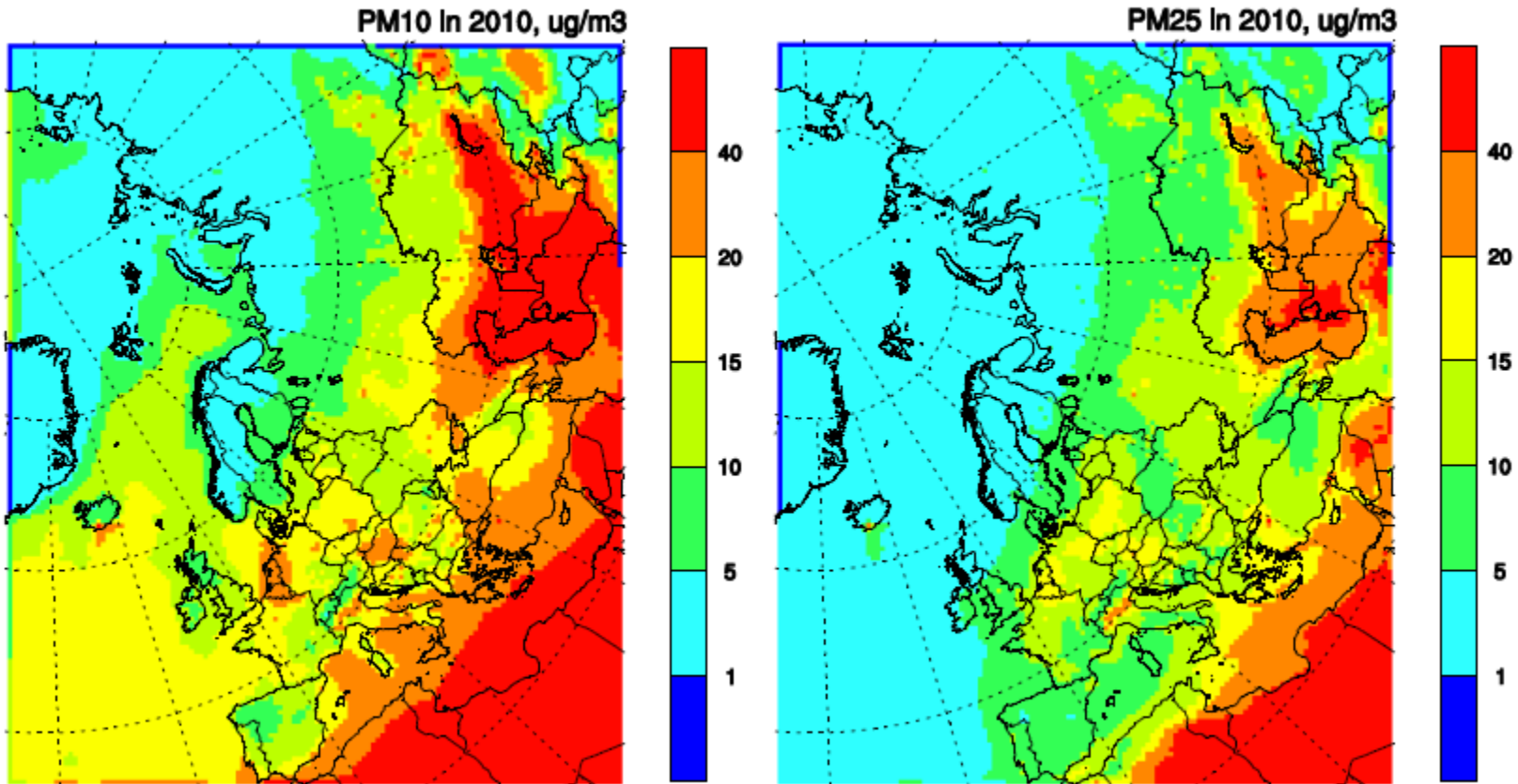


AOT40* térbeli eloszlása



*AOT40: akkumulált ózon szennyezettség 40ppb koncentráció felett (május-július)
Határérték: $18.000 \mu\text{g m}^{-3}\text{h}$

PM₁₀ és PM_{2.5} koncentráció éve átlagának térbeli eloszlása 2010-ben



Éves határérték: PM₁₀: 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

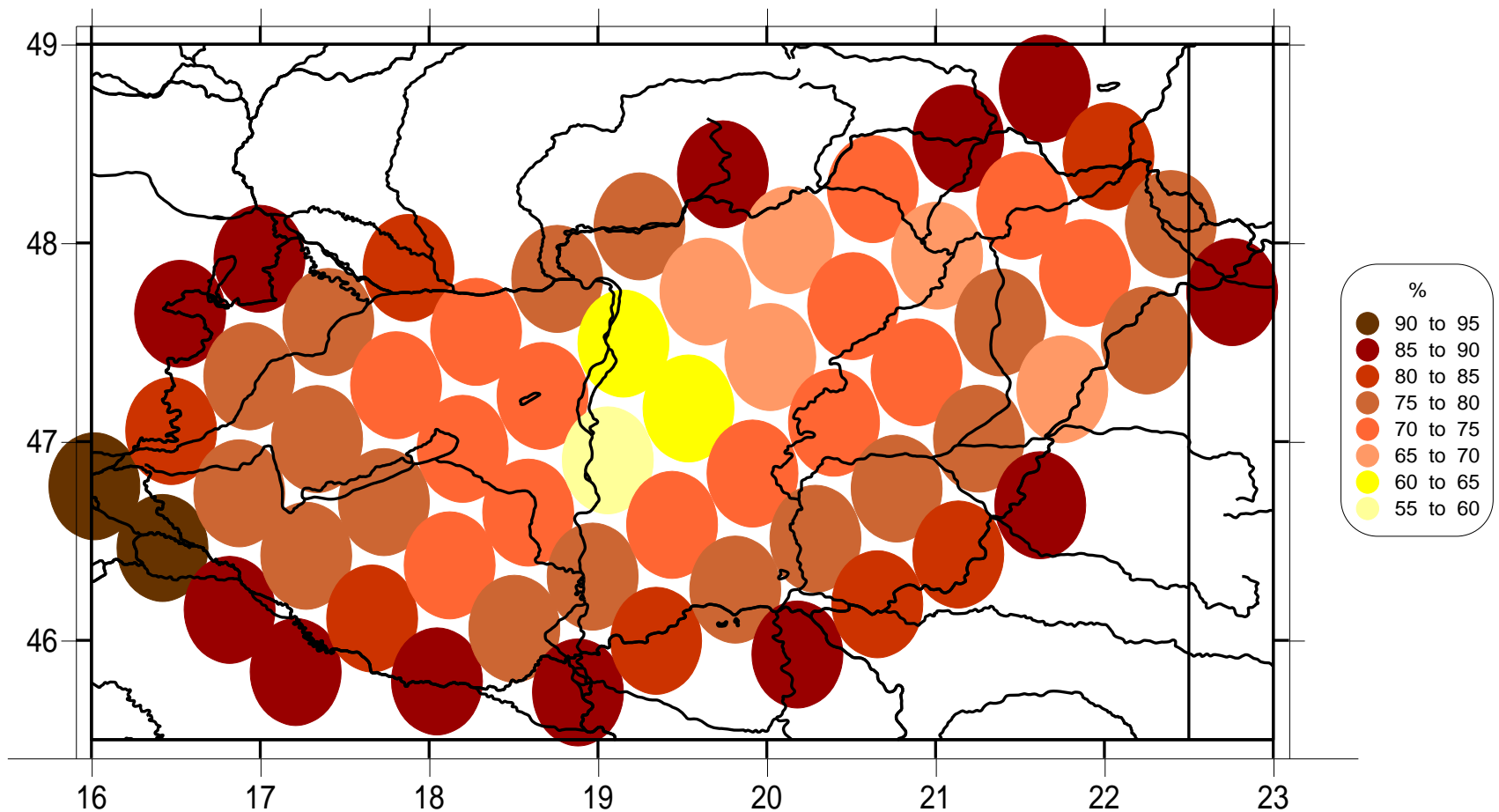
PM_{2.5}: 25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Forrás-receptor mátrix

Table C.1: 2008 country-to-country blame matrices for oxidised sulphur deposition.
Units: 100 Mg of S. **Emitters** →, **Receptors** ↓. (Based on ECMWF meteorology.)

	AL	AM	AT	AZ	BA	BE	BG	BY	CH	CY	CZ	DE	DK	EE	ES	FI	FR	GB	GE	GR	HR	HU	IE	IS	IT	KG	KZT	LT	LU	LV	MD	ME		
AL	43	0	0	0	9	0	8	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	42	1	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	2	AL	
AM	0	45	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	-0	0	0	AM	
AT	0	0	34	0	19	2	6	0	3	0	19	50	0	0	4	0	11	4	0	2	5	5	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	AT	
AZ	0	10	0	149	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	AZ	
BA	1	0	1	0	455	0	5	0	0	0	5	4	0	0	5	0	3	1	0	6	13	7	0	0	16	0	0	0	0	0	0	5	BA	
BE	0	0	0	0	0	83	0	0	0	0	2	23	0	0	4	0	51	15	-0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	-0	0	0	BE	
BG	3	0	1	0	25	0	841	1	0	0	4	3	0	0	2	0	2	1	0	65	1	5	0	0	6	0	2	0	0	0	1	2	BG	
BY	1	0	1	0	38	3	41	162	0	0	19	27	1	6	3	3	7	9	0	9	4	11	0	0	6	0	9	12	0	1	1	1	BY	
CH	0	0	0	0	1	1	0	0	21	-0	1	10	0	0	5	0	18	3	-0	0	0	0	0	0	16	-0	0	0	0	-0	-0	0	CH	
CY	0	0	0	0	0	-0	1	0	-0	2	0	0	0	0	0	0	0	-0	0	1	0	0	-0	0	0	0	0	-0	0	-0	-0	0	CY	
CZ	0	0	8	0	19	4	8	1	1	0	178	70	0	0	3	0	12	6	0	2	4	9	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	CZ	
DE	0	0	9	0	15	91	2	1	14	0	84	1001	3	1	26	1	169	88	-0	2	1	4	5	0	10	0	1	1	5	-0	0	0	DE	
DK	-0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	2	21	15	0	2	0	8	19	0	0	0	0	1	0	0	-0	0	0	0	0	-0	0	DK	
EE	0	0	0	0	4	1	4	2	0	0	4	9	1	25	1	5	2	4	0	1	0	1	0	0	1	0	0	4	0	1	-0	0	EE	
ES	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	3	0	0	827	0	18	5	0	0	1	0	1	0	8	0	0	0	0	-0	0	0	ES	
FI	0	0	1	0	11	4	12	5	0	0	11	22	1	29	1	124	7	13	-0	3	1	3	1	0	2	0	2	5	0	0	0	0	FI	
FR	0	0	1	0	7	37	1	0	8	0	11	81	0	0	285	0	629	68	-0	1	2	1	6	0	35	0	0	0	2	-0	-0	0	FR	
GB	0	0	0	0	1	14	0	0	0	-0	5	31	1	1	14	0	32	547	-0	0	0	0	24	1	1	-0	0	0	0	-0	0	0	GB	
GE	0	9	0	42	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	GE	
GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	GL	
GR	7	0	0	0	18	0	286	0	0	0	2	2	0	0	4	0	2	0	0	401	1	2	0	0	11	0	1	0	0	0	0	1	GR	
HR	1	0	2	0	111	0	9	0	0	0	5	5	0	0	8	0	6	1	0	7	62	10	0	0	30	0	0	0	0	0	0	1	HR	
HU	1	0	6	0	106	1	34	1	0	0	15	14	0	0	5	0	6	2	0	12	23	126	0	0	20	-0	0	0	0	-0	0	2	HU	
IE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	2	0	4	20	-0	0	0	0	56	0	0	-0	0	0	0	-0	-0	0	IE	
IS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	IS
IT	1	0	4	0	59	1	8	0	3	0	5	9	0	0	57	0	47	3	0	12	19	5	0	0	510	0	0	0	0	-0	0	1	IT	
KG	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	324	0	0	0	-0	0	KG	

Nagytávolságú transzport hatása %-ban kifejezve az adott területen tapasztalható PM_{10} koncentrációkra (éves átlagra vonatkoztatva)



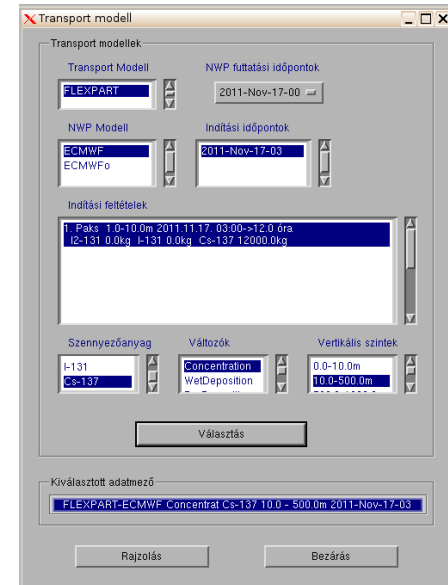
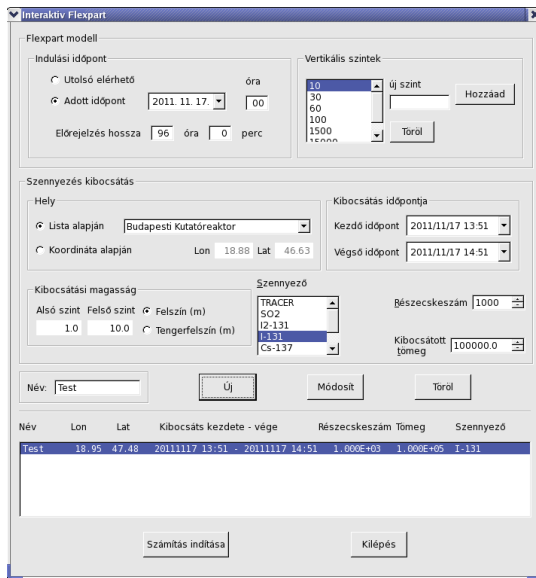
Baleseti modellek

- ipari baleset esetén azonnal értékelni kell a kialakult helyzetet
- gyors reagálásra van szükség
- valós időben kell futtatni a modellt
- döntéshozók munkáját segíthetik a modell eredmények

FLEXPART futtatása az OMSZ-nál

Interaktív futtatás
A felhasználó módosíthatja a beállításokat

Automatikus futtatás
Előre definiált forrás adatokkal
Aktuális meteorológia (ECMWF)



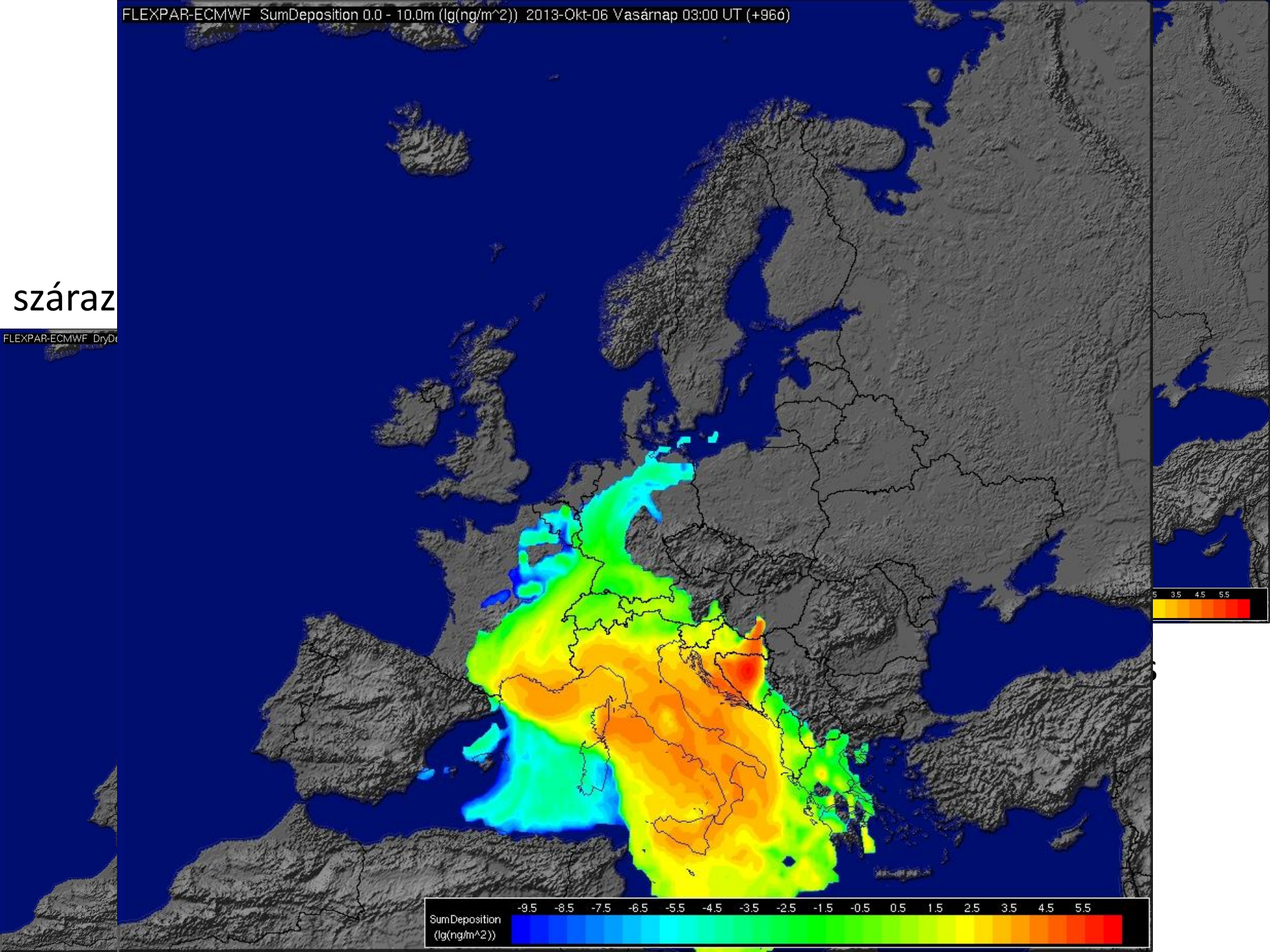
Eredmények megjelenítése: HAWK (Hungarian Advanced WorkStation)

FLEXPART – automatikus futtatás

- naponta 2 alkalommal előre rögzített beállításokkal
- forrás: Paks
- számítási területe: 75° N, 30° W; 30° N, 50° E
- meteorológia: ECMWF GRIB adatok
 - térbeli felbontása 0,25°
 - időbeli felbontása 3 óra
- izotópok: Cs₁₃₇, I₂₁₃₁ (gáz) és I₁₃₁ (részecske)
- szimuláció 96 órára

száraz

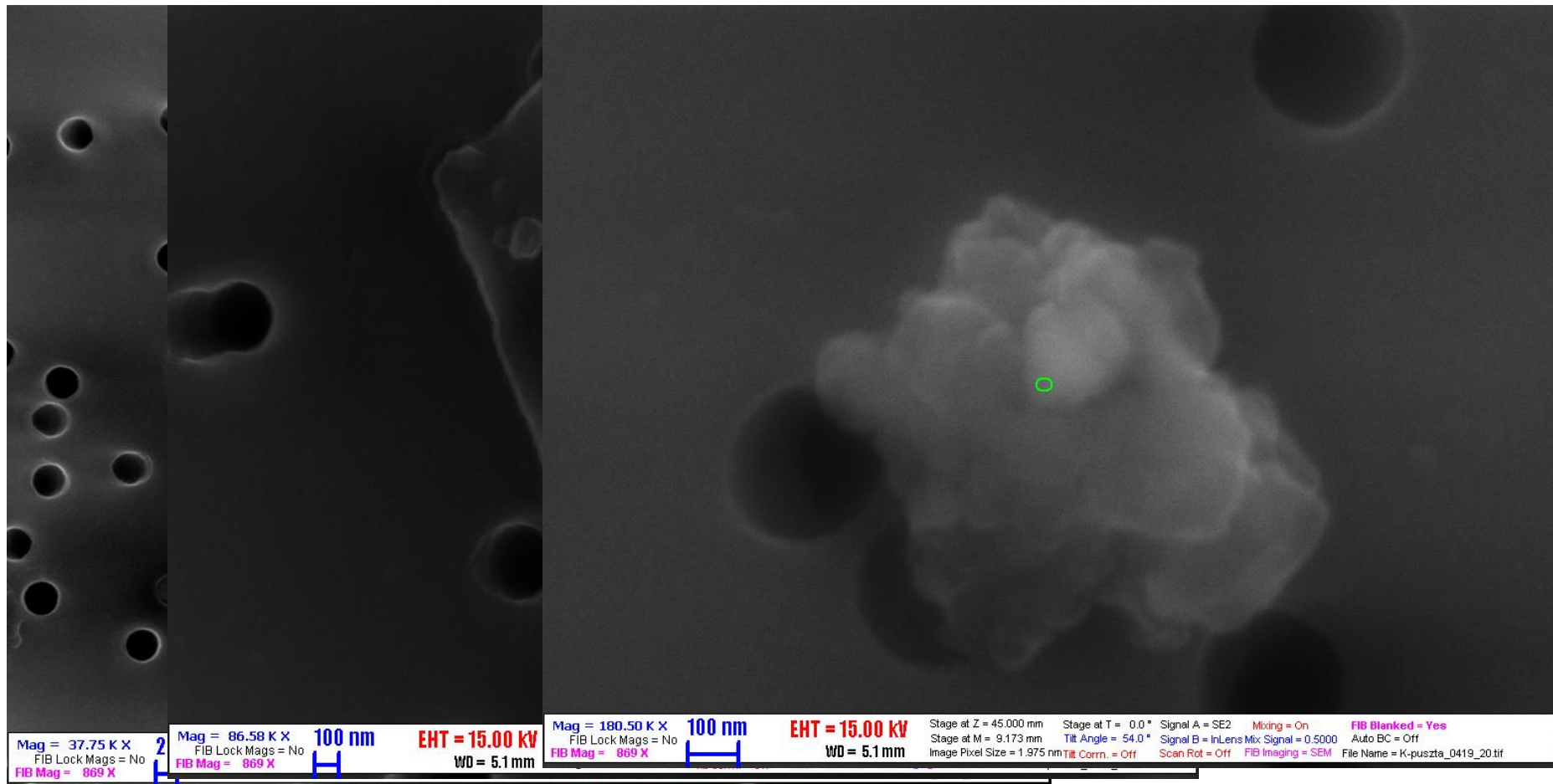
FLEXPART-ECMWF DryDe



K-pusztán 2010. április 19-én hajnalban esett eső kémiai összetétele – vulkáni hamu?

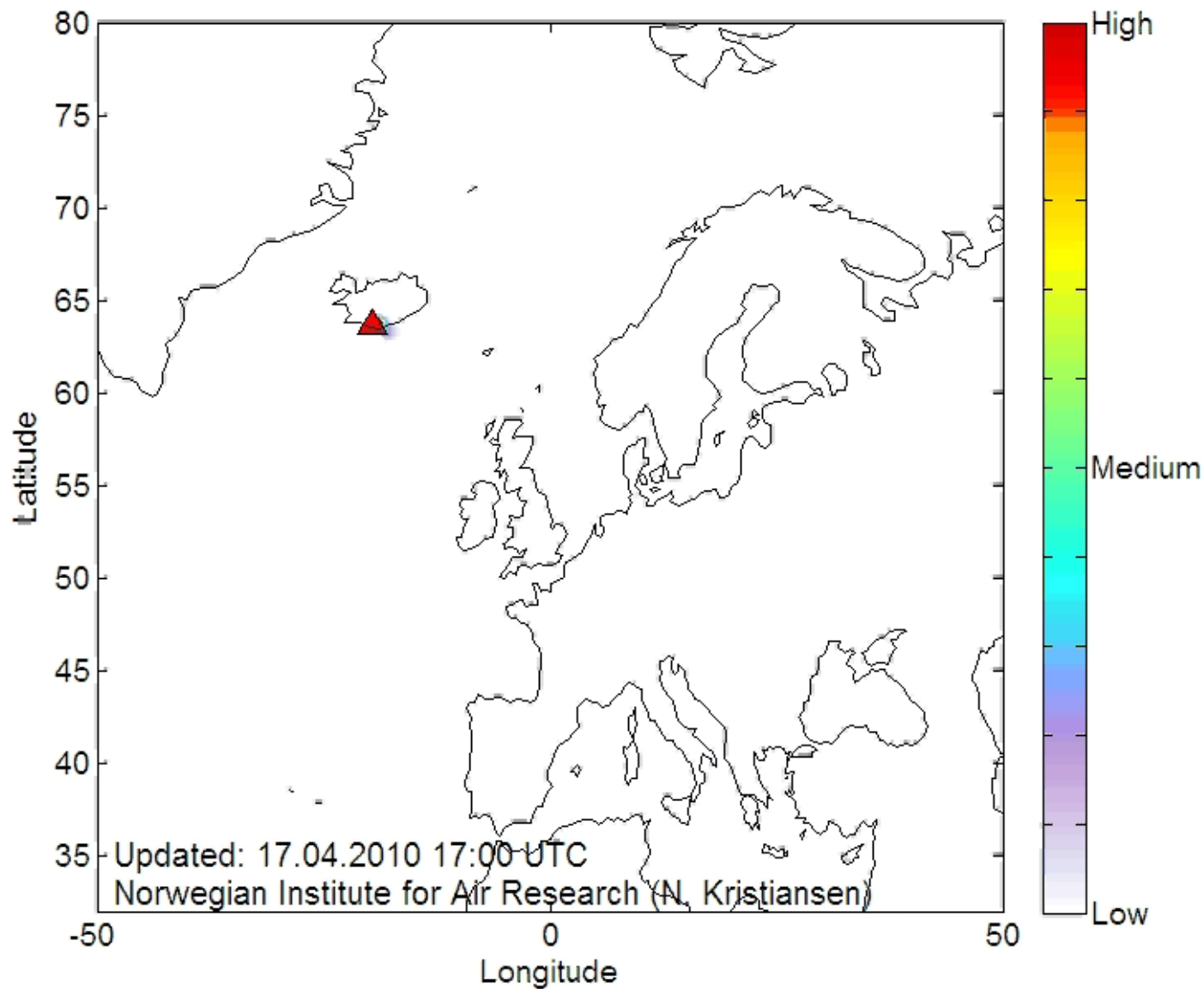
csapadék összetevők (mg/l)	2008. április havi átlag	2010. április 19.
Cl ⁻	1,68	0,926
NO ₃ ⁻	2,57	1,142
SO ₄ ²⁻	2,98	3,369
NH ₄ ⁺	1,09	0,745
Na ⁺	1,82	1,063
K ⁺	0,25	0,111
Ca ²⁺	1,42	0,519
Mg ²⁺	0,22	0,111
pH	5,01	5,10
vezetőképesség	30,6	24,2

K-pusztán 19-én hajnalban esett esőben talált részecskék elektronmikroszkópikus képe



Éles vágási felületű szemcsék egyáltalán nincsenek

Volcanic emissions from Eyjafjallajökull eruption
Date: 04.14.2010 18:00 UTC



Szabályozás-orientált modellezés: 'prognosztikai' és 'értékelő' modell

- Prognosztikai (szcenárió) modell:

hogyan változik a levegőminőség új telepítésű források megjelenése esetén? Tarthatók lesznek-e a határértékek?

- Értékelő modell:

milyen mértékben felelt meg a levegőminőség a múltban a határértékeknek? Milyen értékelési rendszer javasolható ezek alapján egy adott zónában?

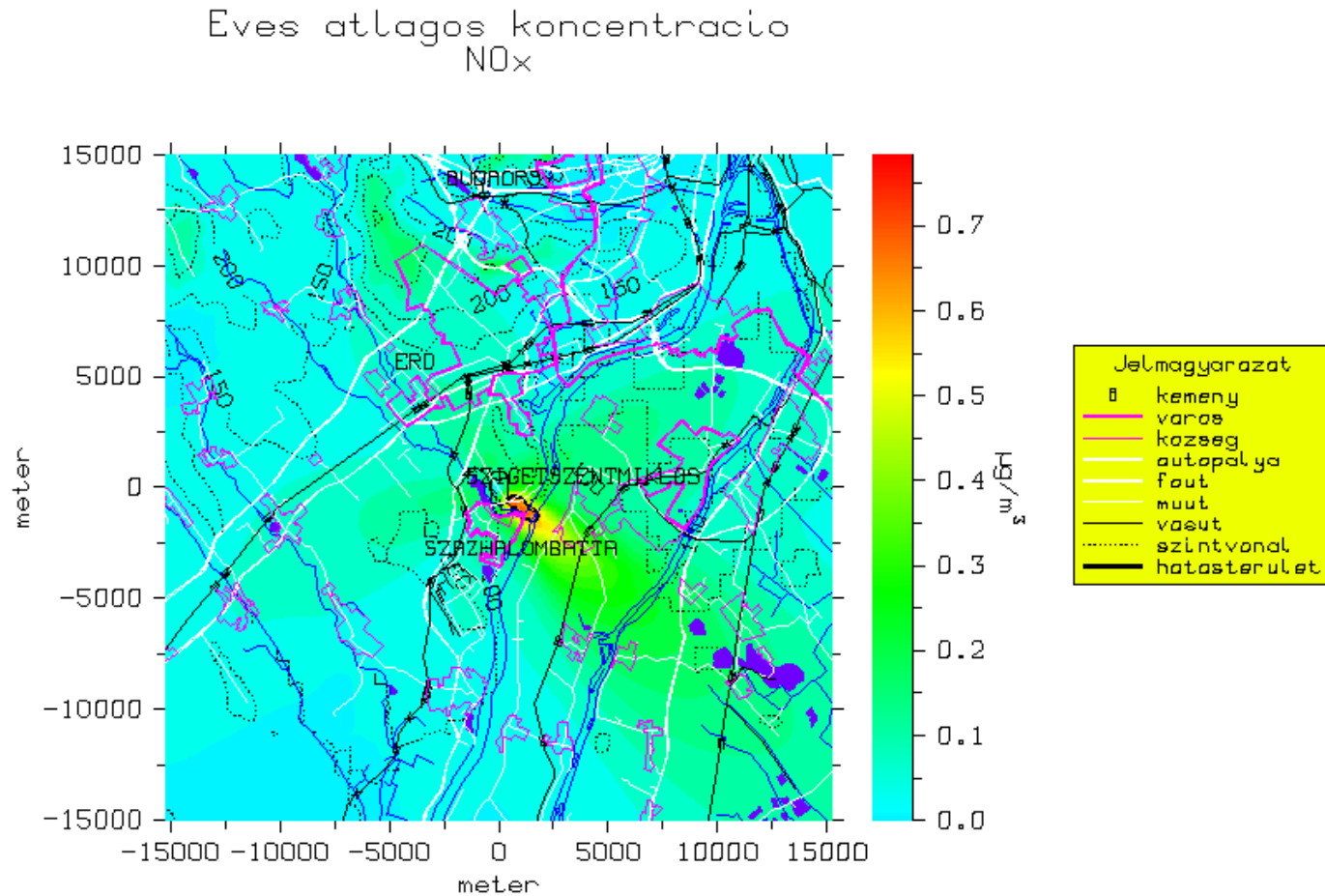
AERMOD

- USA-ban az EPA(Environmental Protection Agency) fejlesztette ki, széles körben használják
- Magyarországi viszonyokra adaptáltuk
- szcenárió típusú diszperziós modell
- Pont, területi és vonalforrás kezelése
- AERMOD előnyei/újdonságok:
 - sűrű receptor pont hálózat
 - domborzat figyelembe vétele
 - Monyin-Obuhov elmélet alkalmazása

Az AERMOD modell-rendszer

- OMSZ sajátosságok:
 - Számítási terület: 30x30km v. 10x10km
 - Input meteorológia: 1 év átlagos meteorológiája (WRF+mérési adatok)
 - Hatástanulmányokhoz elemzés készítése (járulékos légszennyezés szennyező specifikusan)
 - Elsősorban pontforrások hatásának vizsgálata
 - Nincs figyelembe véve a kémiai átalakulás
- Elvárt eredmények (magyar szabályozás szerint):
 - Órás és 24 órás maximális koncentráció
 - Éves átlagos koncentráció
 - Hatásterület meghatározása

AERMOD modellel számolt éves átlagos NO_x koncentráció eloszlás Százhalombatta térségére



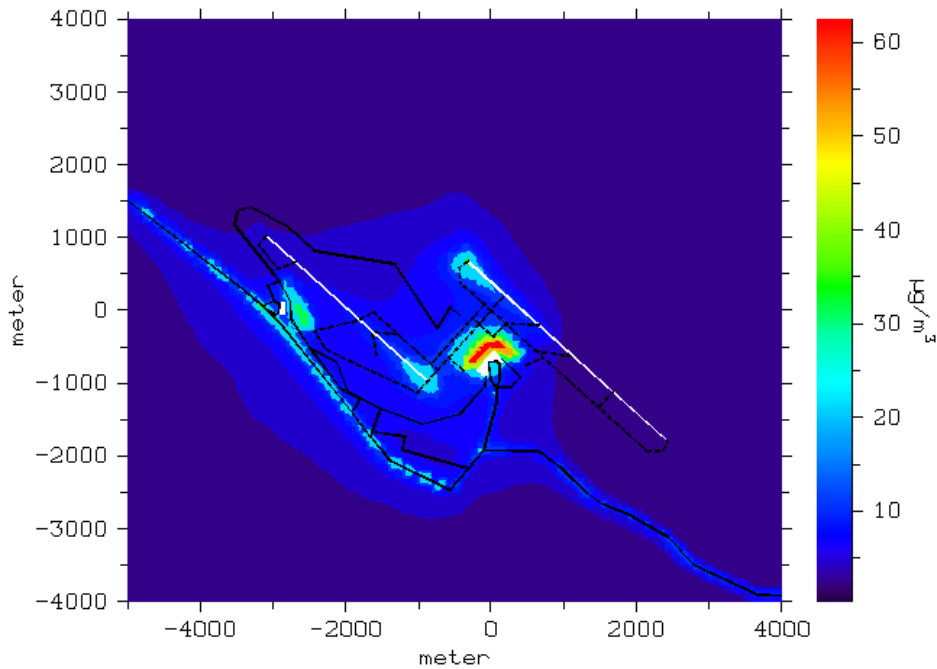
EDMS modell-rendszer



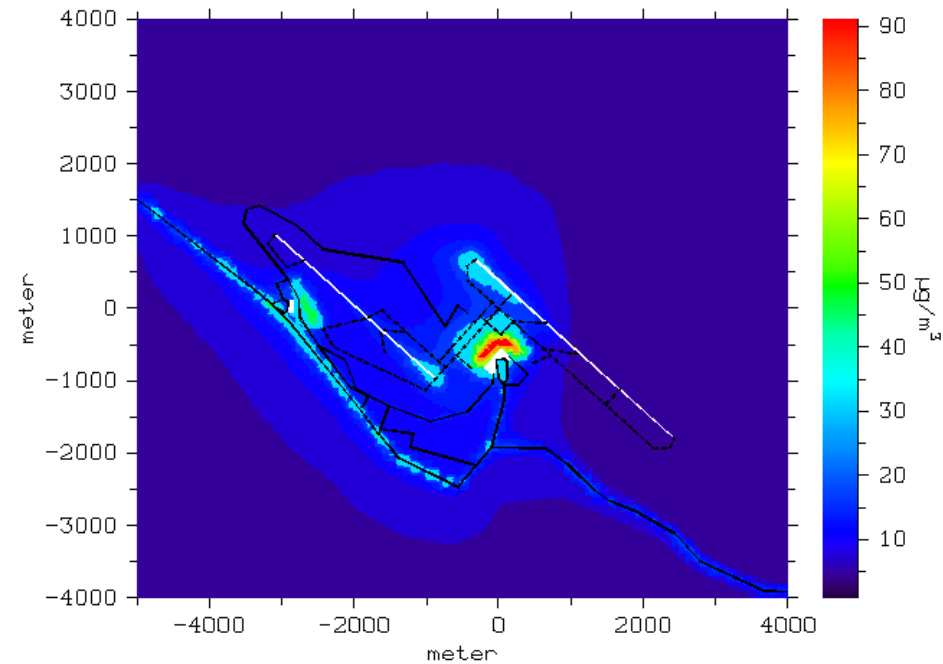
- Repülőterek emissziójának meghatározása
- Figyelembe vett hatások:
 - Forgalmi adatok gép típusonként órás, napi és havi bontásban
 - LTO (landing and take off) ciklusok száma terminálonként és gép típusonként
 - Forgalmi adatok a parkolókra vonatkozóan órás bontásban
 - Pontforrások

NO_x éves átlagának változása (reptér forgalma és a meteorológiai viszonyok változása miatt)

2010



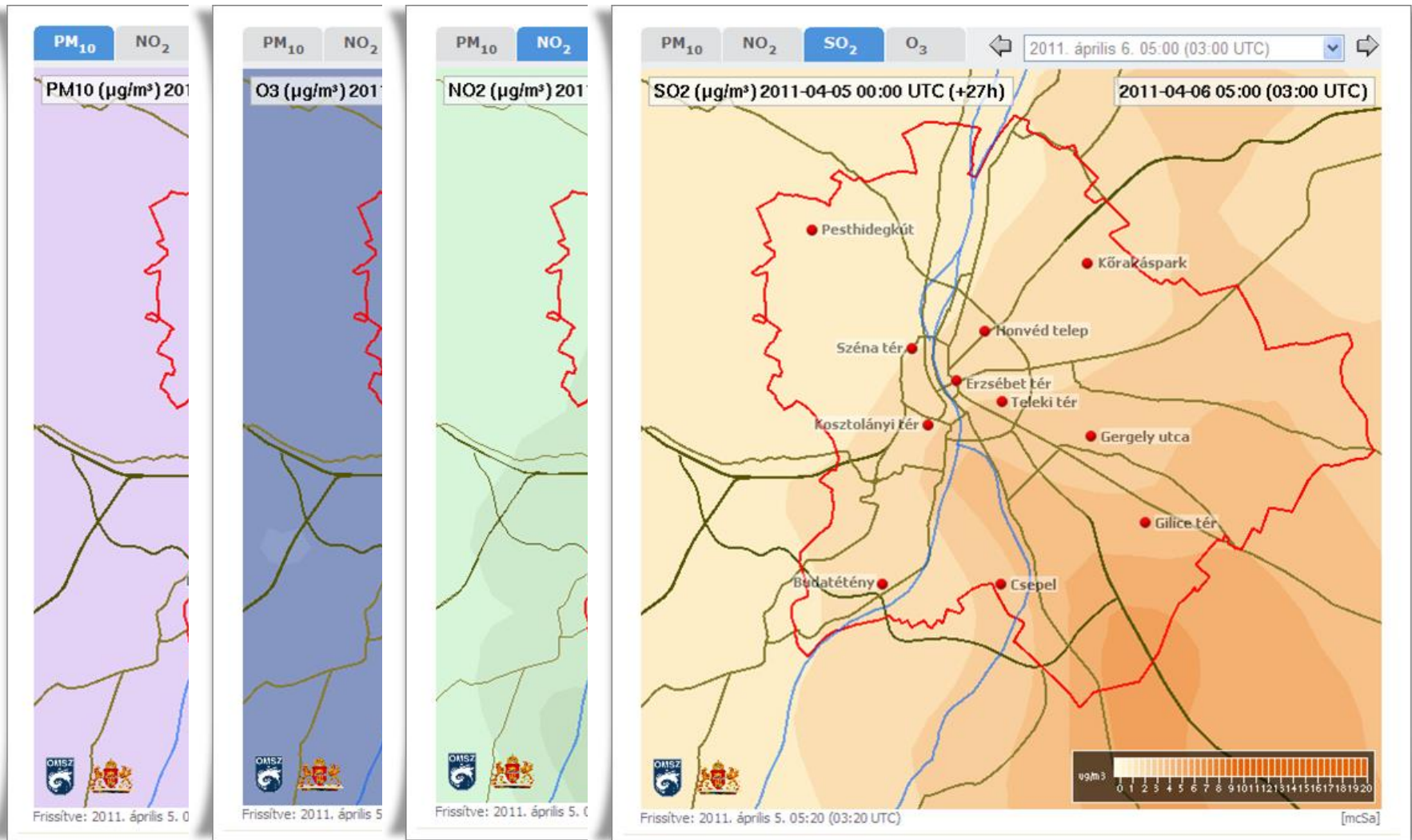
2011



Regionális skálájú levegőminőség előrejelző modell: **CHIMERE**

- Kémiai transzport modell
 - Kémia: több mint 300 kémiai reakció 80 anyagra
 - Transzport: advekció, konvekció, turbulencia, ülepedés
- Térbeli felbontás:
 - Horizontálisan: 1-100km, esetünkben: 1 km
- Időbeli felbontás:
 - 5 perc – 1 óra, esetünkben: 1 óra
- Emisszió:
 - Nagy pontforrások
 - Területi források (közlekedés, lakossági fűtés)
- Meteorológia:
 - WRF (AROME) NWP modellek

Előrejelzett koncentráció mezők PM_{10} , O_3 , NO_2 , SO_2

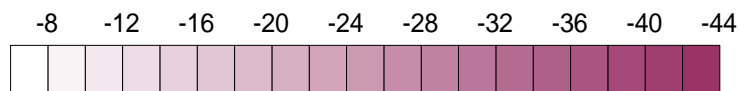
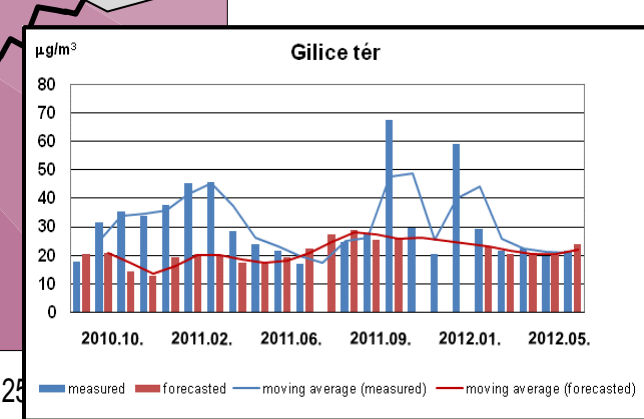
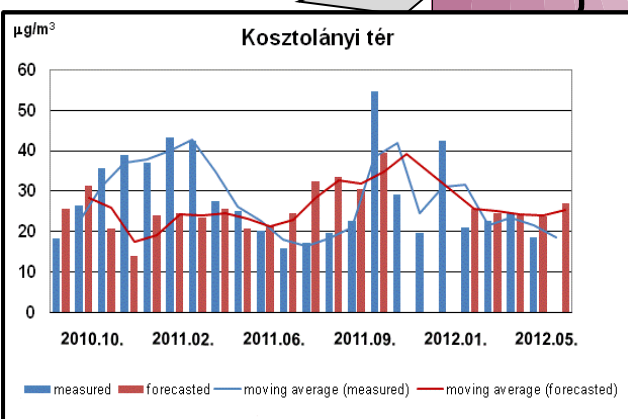
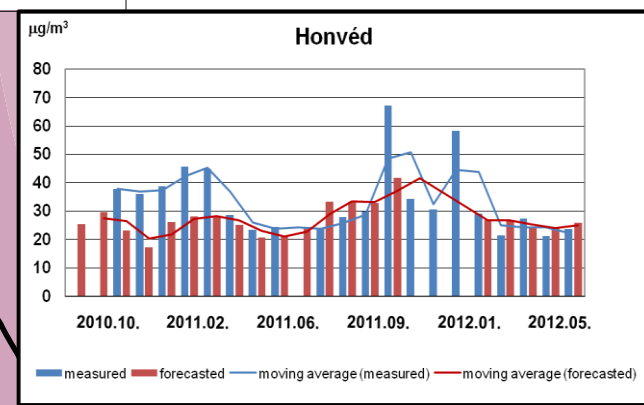
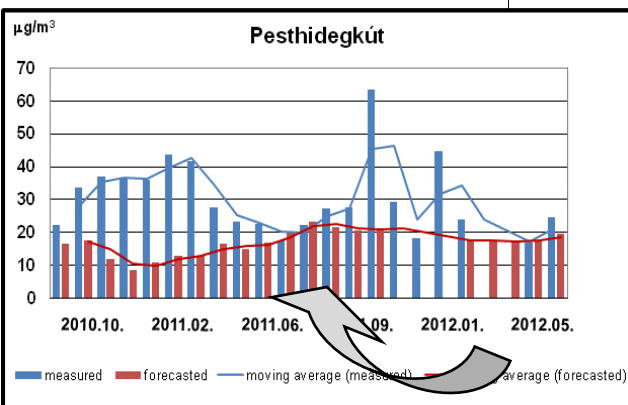


Diagramok

(azokra a pontokra vonatkozóan, ahol a városi légszennyezettség-mérő hálózat állomásai működnek)

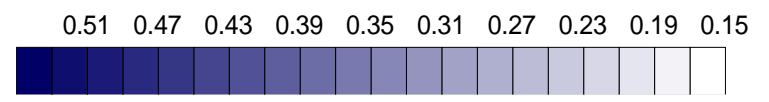
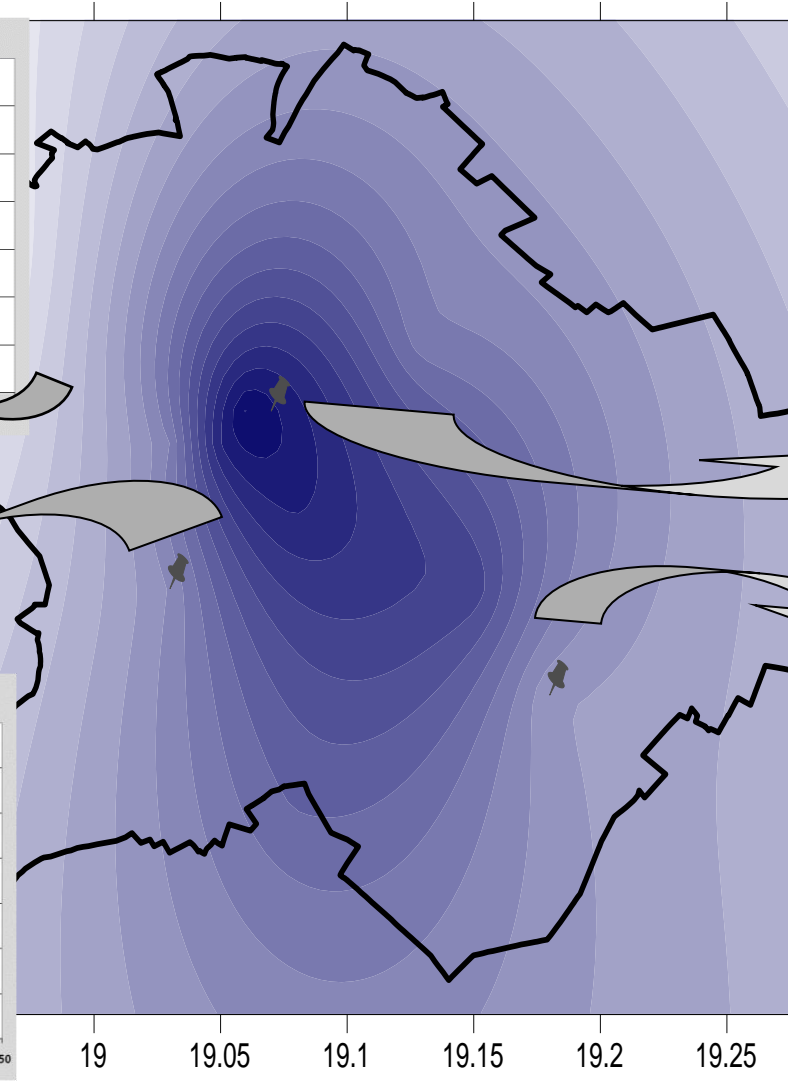
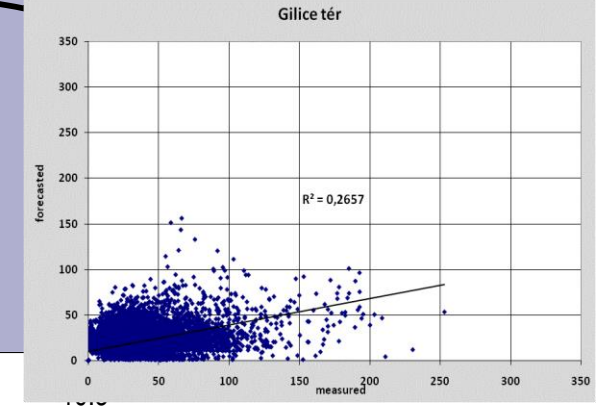
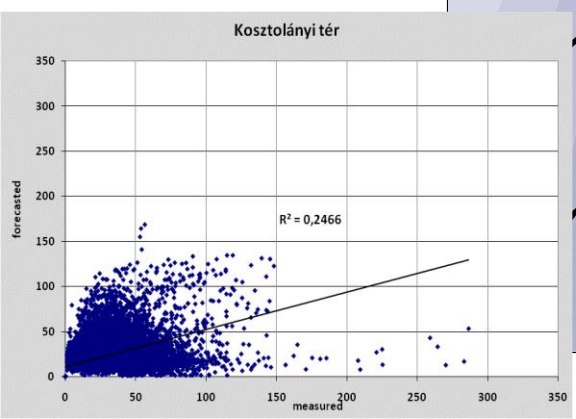
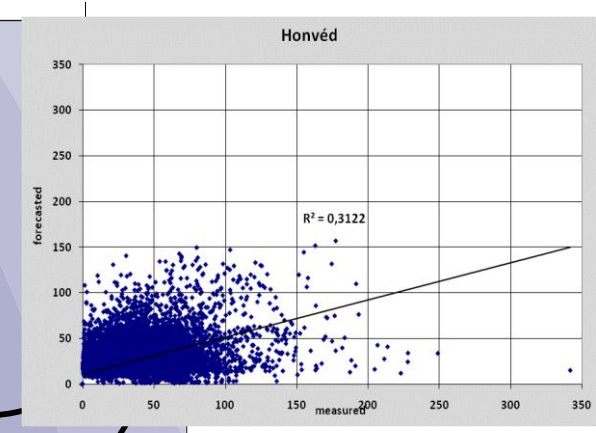
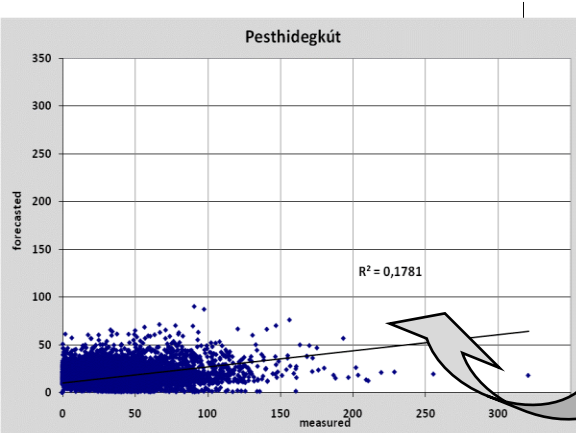


PM₁₀ előrejelzés validálása – rel. BIAS (%)

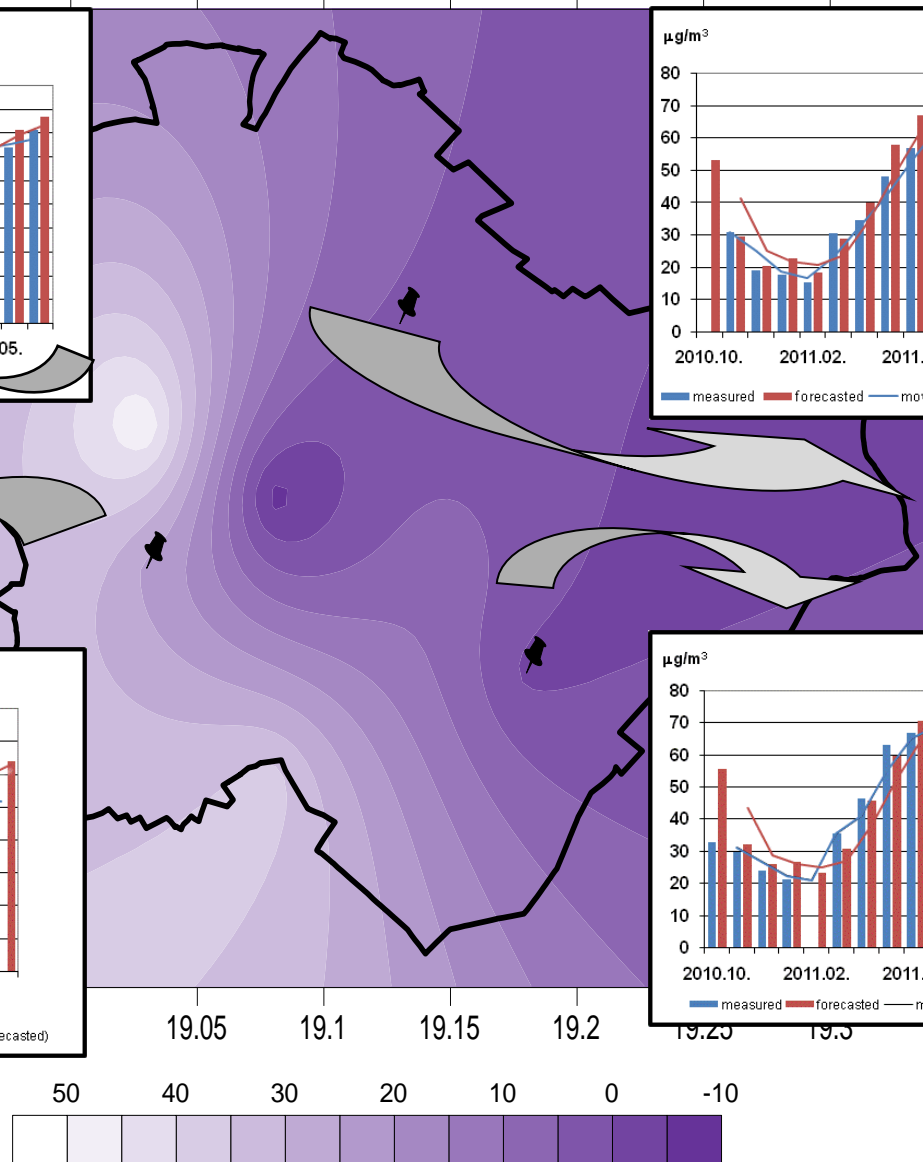
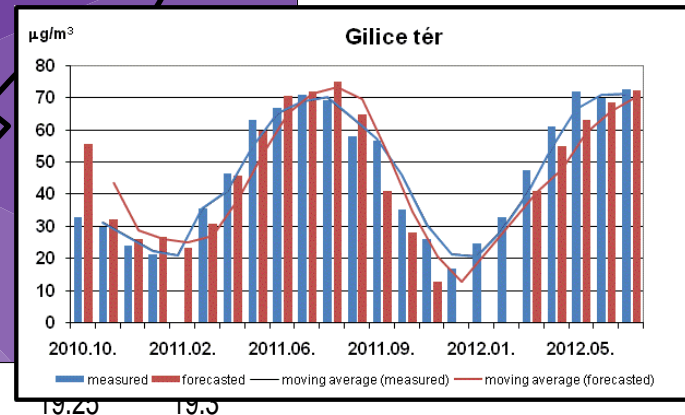
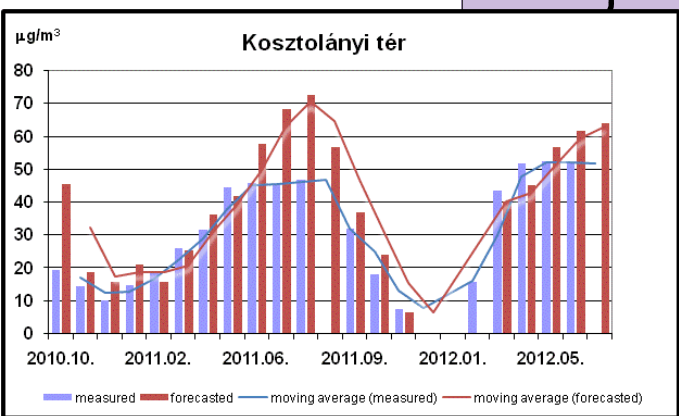
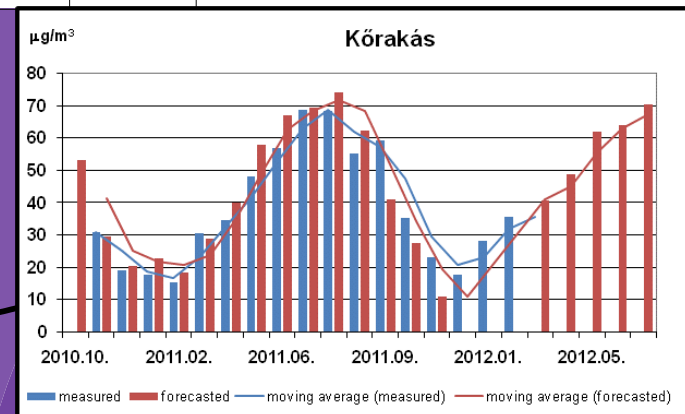
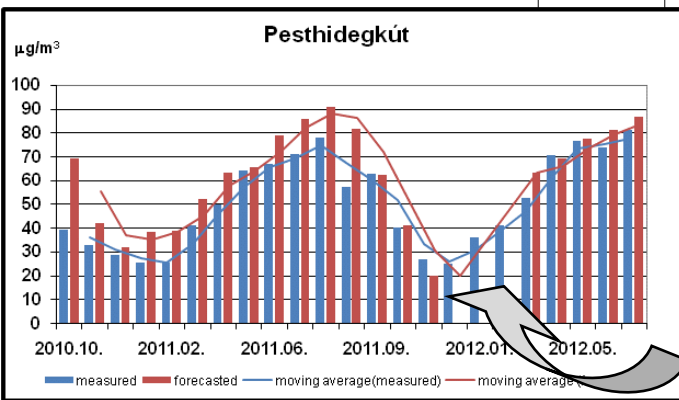


Rel. BIAS (%)

PM₁₀ előrejelzés validálása - korreláció

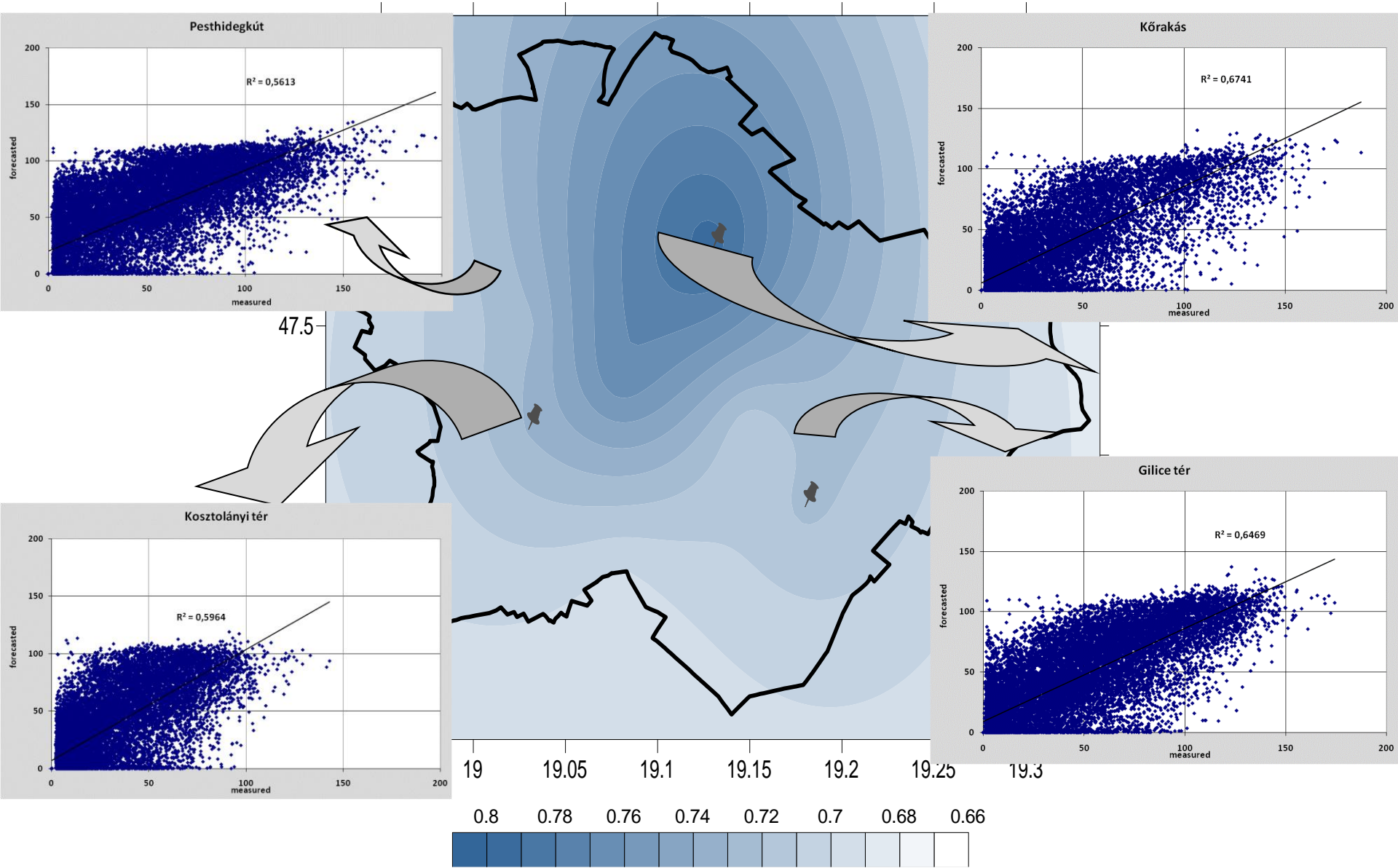


O₃ előrejelzés validálása – rel. BIAS (%)



Rel. BIAS (%)

O₃ előrejelzés validálása - korreláció



Javítható-e az előrejelzés?

- Számítási terület növelése
- Nagytávolságú transzport hatásának figyelembevétele
- Meteorológiai előrejelzés javítása
 - Éppen azokra a meteorológiai helyzetekre érzékeny a PM_{10} előrejelzés, amelyeket nehéz előrejelezni
- Pontosabb emissziós adatok
 - Adatbázis frissítése
 - közlekedési emisszió (forgalomszámlálás)
 - lakossági kibocsátás
 - Időbeli (évszakos, napi) menet beépítése a modellbe

CWF – Chemical Weather Forecast

- Eddig: **csatolt modellek** (NWP + kémiai transzport modell)
- Új irány: **integrált modellek** (egy modellben a meteorológia és a levegőkémia)
 - Ensemble itt is megjelenik
 - Első képviselői: klíma modellek
 - Több működőképes modell, pl. WRF-Chem
 - Probléma: elsősorban az aeroszolok hatásainak vizsgálata van a középpontban, a többi szennyező hatásának kezelése elnagyolt

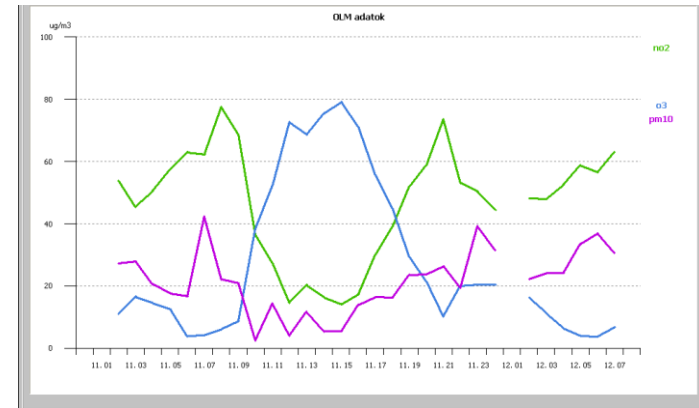
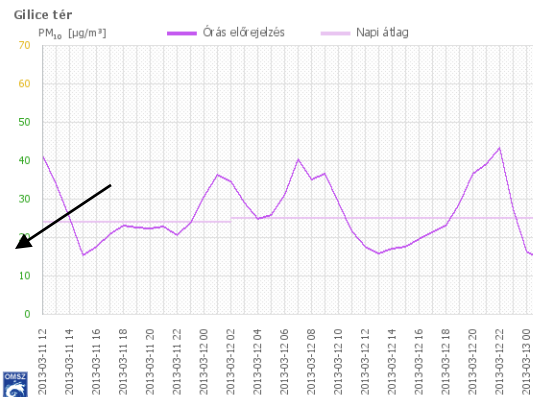
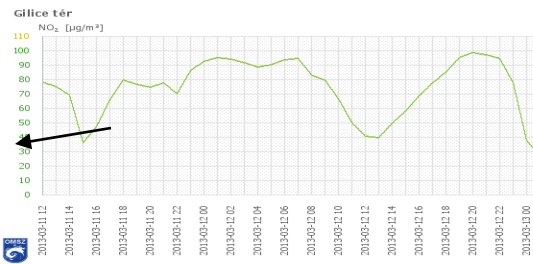
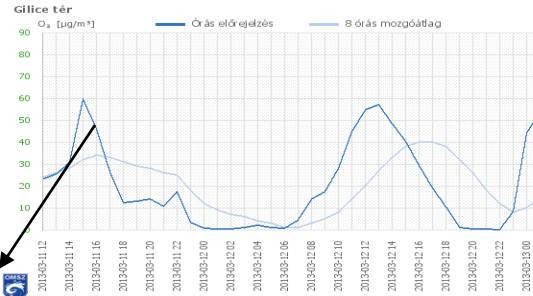
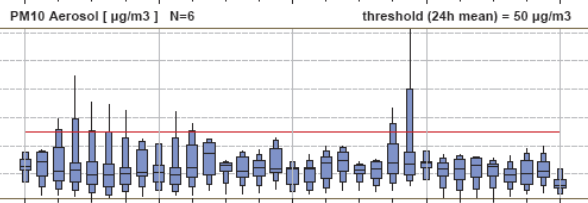
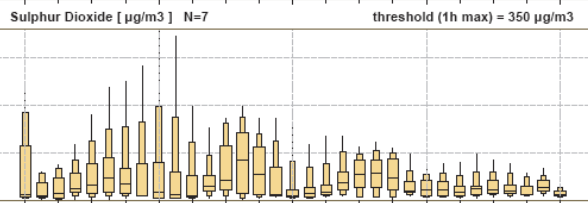
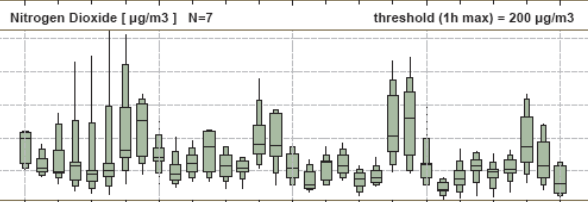
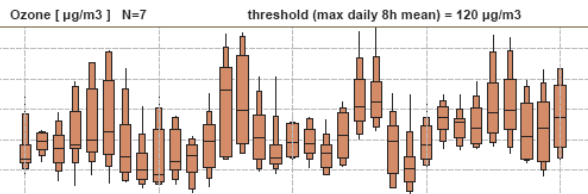
MACC projekt

Monitoring Atmospheric Composition and Climate
<http://www.gmes-atmosphere.eu/>

- „MACC-II combines state-of-the-art atmospheric modelling with Earth observation data to provide information services covering:
 - European air quality,
 - global atmospheric composition,
 - climate forcing,
 - the ozone layer and UV and solar energy,
 - and emissions and surface fluxes.”

MACC és a hazai előrejelzés összehasonlítása a mérésekkel

MACC RAQ EPSGRAM
Budapest(47.5°N, 19.04°E)
Forecast dimanche 10 mars 2013 00 UTC



Köszönöm a figyelmet!