



# *Kémiai transzport modellek alkalmazhatósága a levegőminőségi vizsgálatokban*

Ferenczi Zita

[ferenczi.z@met.hu](mailto:ferenczi.z@met.hu)



## *Levegőminőségi problémák*



Ipari balesetek



Városi szmog

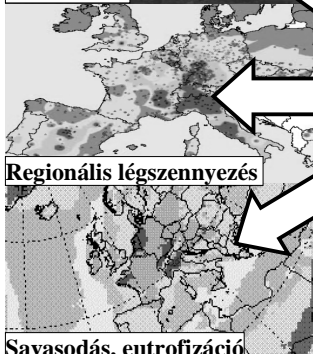


Pont forrás

**LOKÁLIS**  
< 100 km

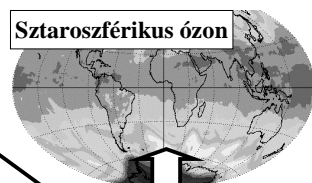


Láthatóság

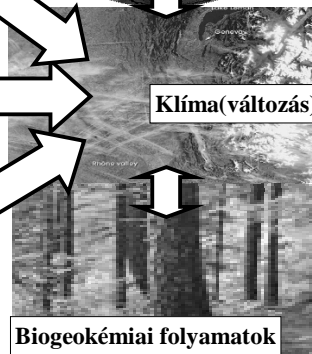


Regionális légszennyezés

Savasodás, eutrofizáció  
**REGIONÁLIS**  
100-1000 km



Sztaroszférikus ózon



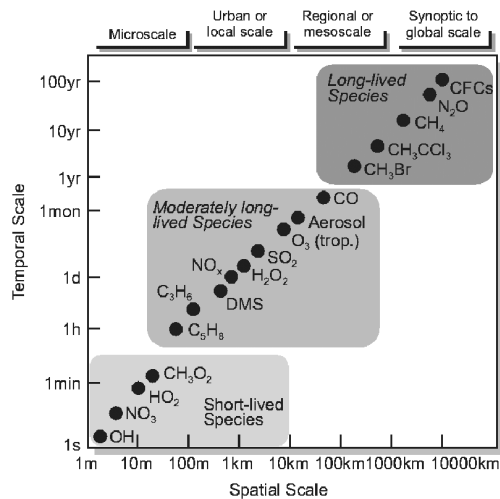
Klíma(változás)

Biogeokémiai folyamatok

**GLOBÁLIS SKÁLA**  
> 1000 km



## Tartózkodási idők, térskálák



## Mérés és Modellezés

### Miért modellezünk? Nem elég a mérés???

- Történelmileg a levegőminőség értékelése mérési adatokon alapult, DE:
  - ▣ A mérés pontos információkat 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

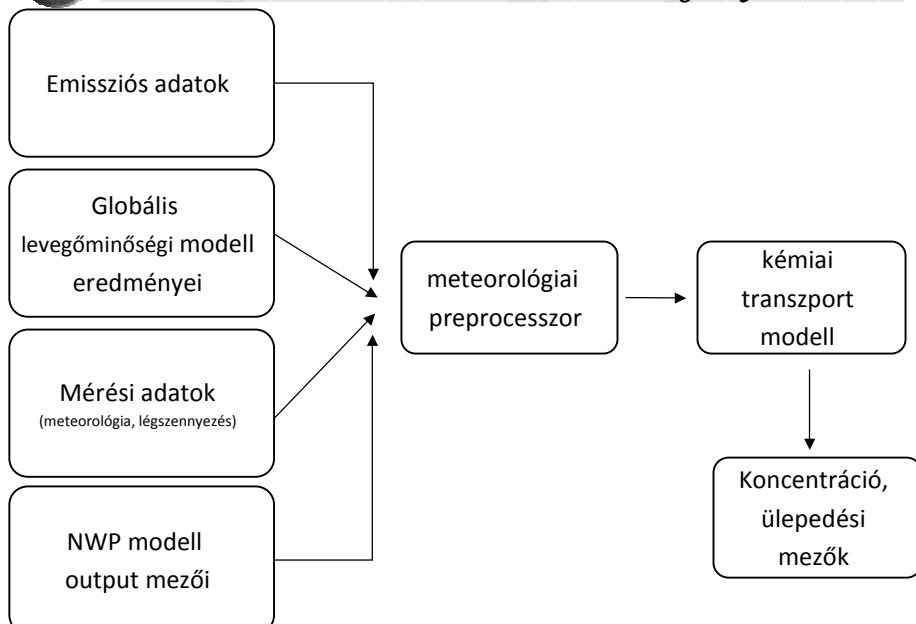
- Olyan területek levegőminősége is vizsgálható, ahol nincs mérőállomás (térbeli lefedettség növelése)
- Mérési pontok száma optimalizálható
- A mérések azokra a helyekre koncentráljanak, ahol a levegőminőség problematikus
- Levegőminőségi tervek kidolgozása

### ● 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



## Modellezés folyamata





## Emissziós adatok

### ● Emisszió bevallások:

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

### ● Modellzés és a mérés az emisszió bevallások egyik kontrolja

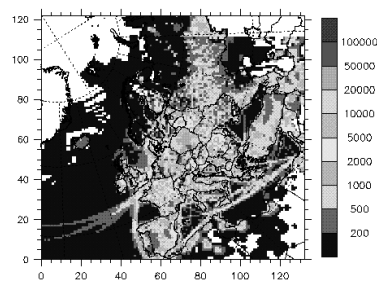


## SO<sub>x</sub> emissziós értékek változása

### 20 év alatt Európában (Mg)

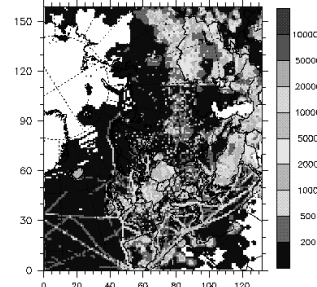
1990 Emissions of SO<sub>x</sub> in Mg

Sector: SNAP NATIONAL



2010 Emissions of SO<sub>x</sub> in Mg

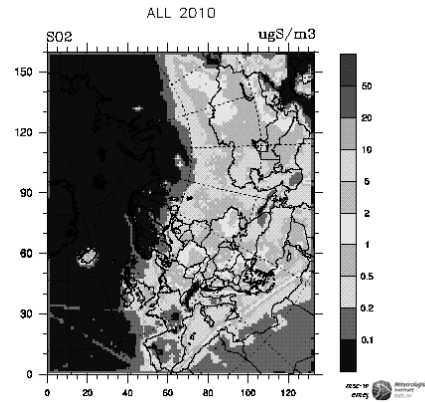
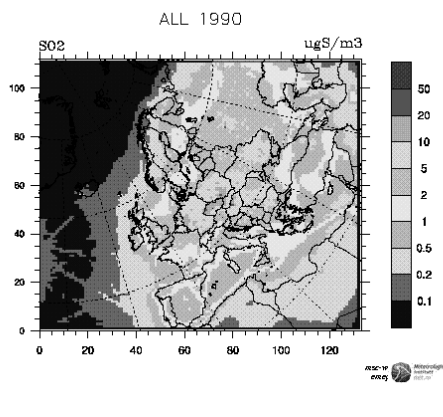
Sector: SNAP NATIONAL



Forrás: EMEP



## *SO<sub>2</sub> légköri koncentráció*

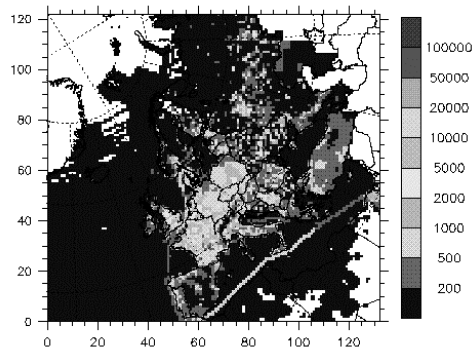


*Forrás: EMEP*

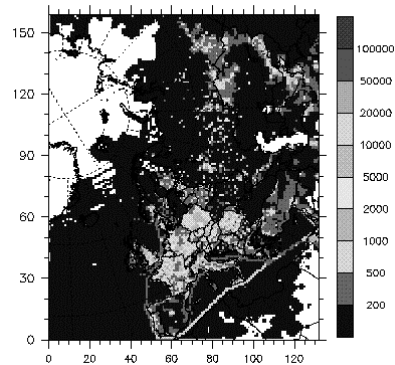


## *PM<sub>2,5</sub> emissziós értékek változása*

10 év alatt Európában (Mg)



**2000**

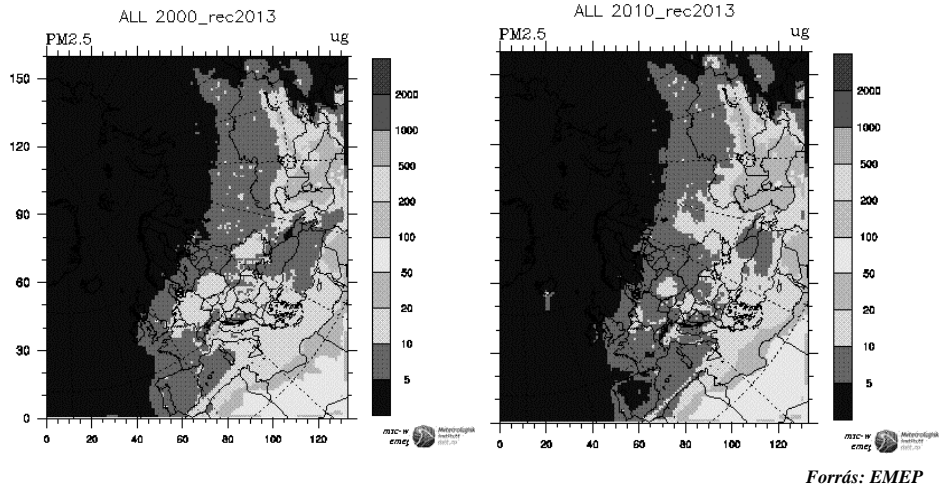


**2010**

*Forrás: EMEP*



# PM<sub>2.5</sub> koncentráció



# Forrás-receptor mátrix

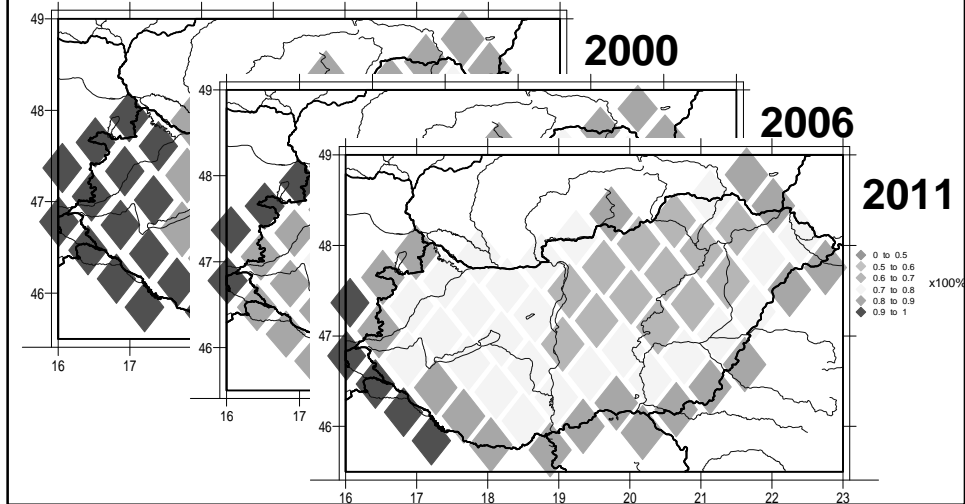
Table C.1: 2008 country-to-country blame matrices for oxidised sulphur deposition.  
 Units: 100 Mg of S. Emitters →, Receptors ↓. (Based on ECMWF meteorology.)

	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	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	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	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	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	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	0	1	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	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	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	1	0	0	-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	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	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	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	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	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	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	95	0	0	0	2	0	-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	0	0	GB	
GE	0	0	0	0	42	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	GE	
GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	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	0	0	0	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	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	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	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	80	0	0	0	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	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	54	324	0	0	0	0	0	0	0	KG		

Forrás: EMEP



## Nagytávolságú transzport hatása



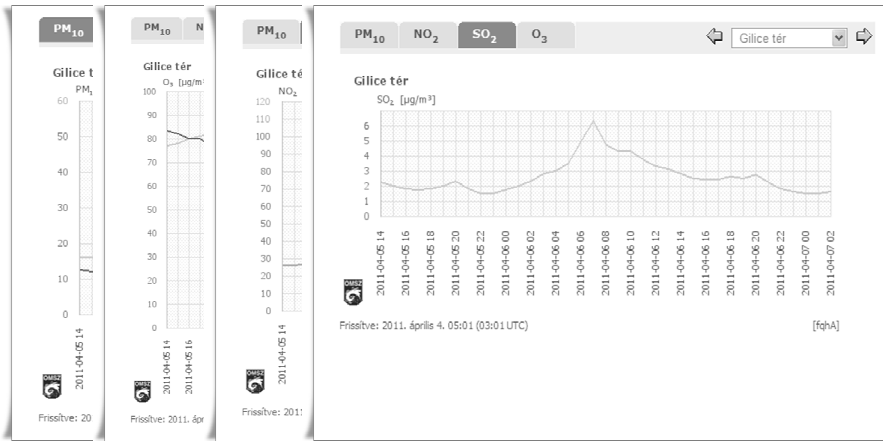
## Előrejelzett koncentráció mezők

$PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$



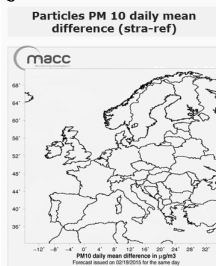


# Diagramok

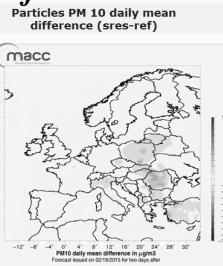
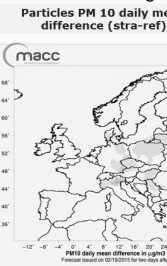


# Hatáselemzések

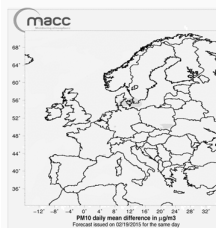
**Közlekedés -30%**



**Háztartások fűtése -30%**



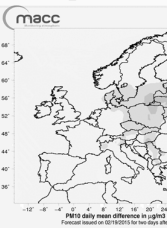
**Közlekedés +0nap**



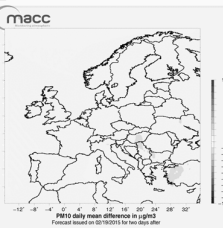
**Háztartások fűtése +1nap**



**Közlekedés +1nap**



**Háztartások fűtése +2nap**



**mezőgazdaság -30%**

**ipar -10%**





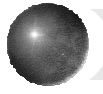
## *CWF – Chemical Weather Forecast*

- Eddig: **csatolt modellek** (NWP + kémiai transzport modell)
- Új irány: **integrált modellek** (egy modellben a meteorológia és a levegőkémia)
  - 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



## *Inverz modellek*

- **Inverz probléma**
  - következményekből kell megállapítani a kiváltó okot
- **Inverz modellek** alkalmazási területei a levegőminőség területén
  - Források helyének azonosítása
  - kibocsátott szennyeződés mértékének és összetételének a meghatározása különböző helyeken vett levegőminták alapján (pl. Fukushima)



***Köszönöm a figyelmet!***