

Aeroszol részecskék nagytávolságú transzportjának vizsgálata modellszámítások alapján



Ferenczi Zita

XI. Magyar Aeroszol Konferencia
Debrecen 2013.10.30.

Tartalom

- Inspiráció
- Modellelés, mint eszköz a levegőminőség vizsgálatában
- EMEP modell és felhasznált adatok
- Számítások eredményei
- Összegzés

PM helyzet

- Levegőminőségi probléma

- Egészségügy
- Klímaváltozás

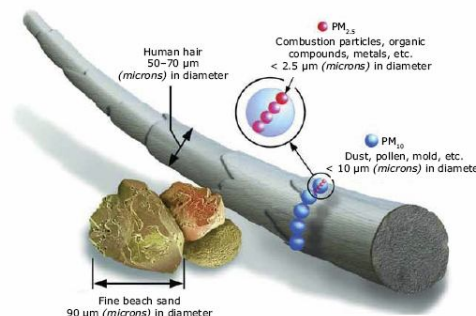
- EU kötelezettségszegési eljárás

- Politikai kérdés

- Nemzetközi (legalább EU szintű) összefogás kell

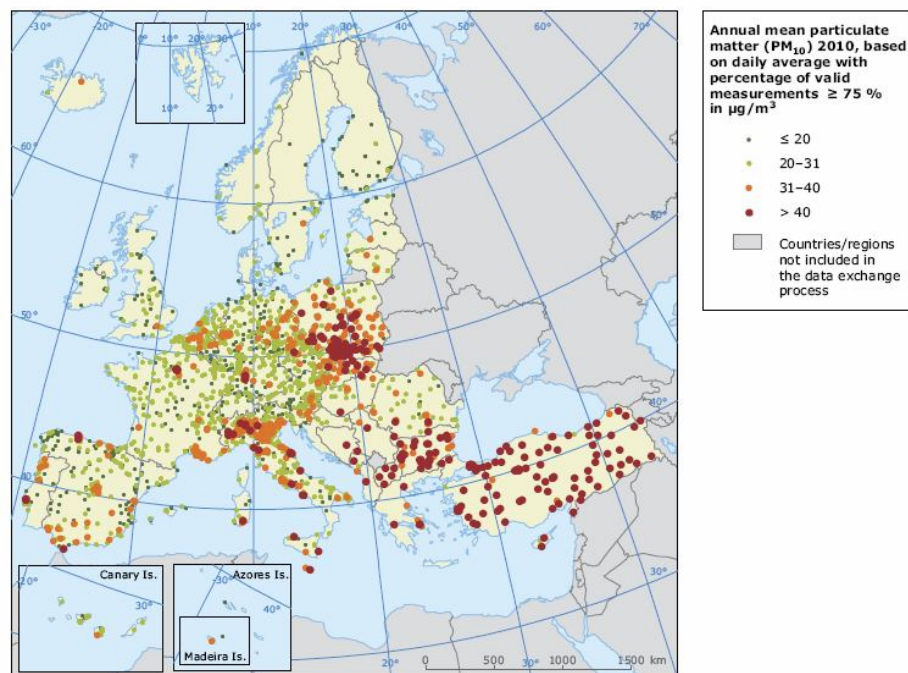
- Meg kell határozni a PM forrásait - modellezés

Illustration of PM_{2.5} and PM₁₀ particle size

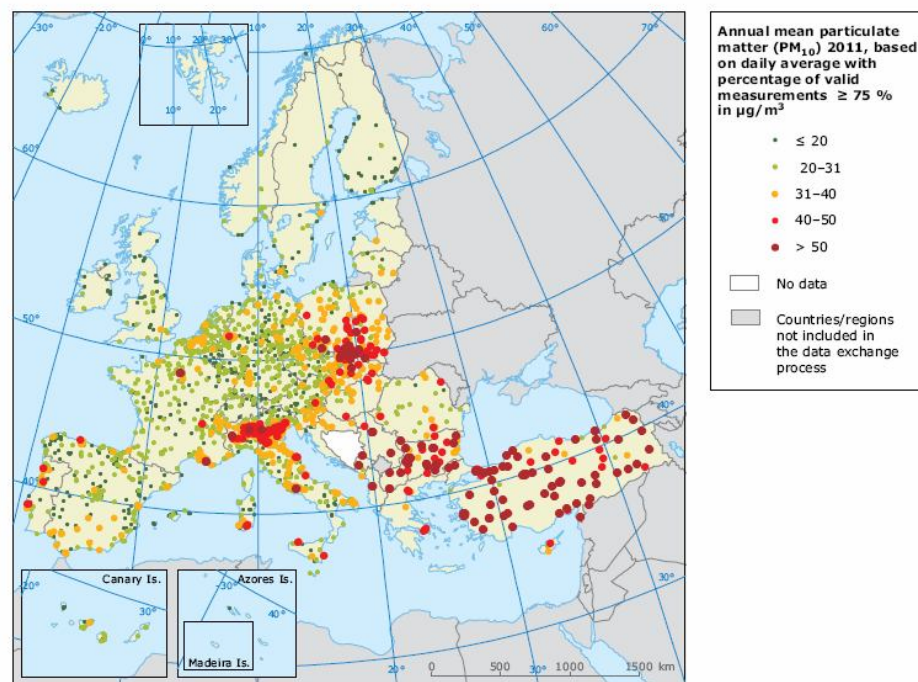


PM₁₀ koncentráció alakulása Európában (mérések alapján)

Annual mean concentrations of PM₁₀ in 2010



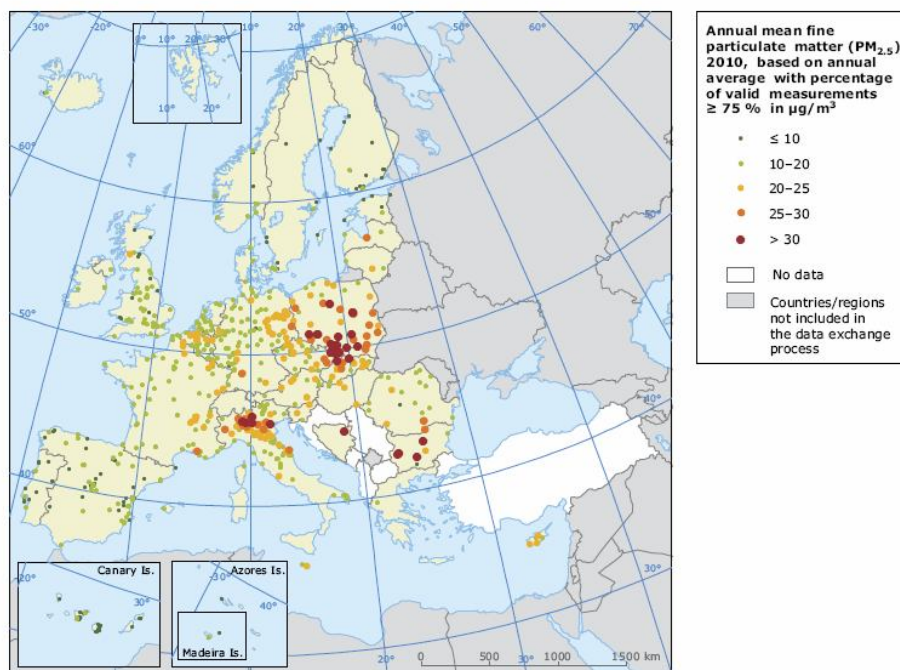
Annual mean concentrations of PM₁₀ in 2011



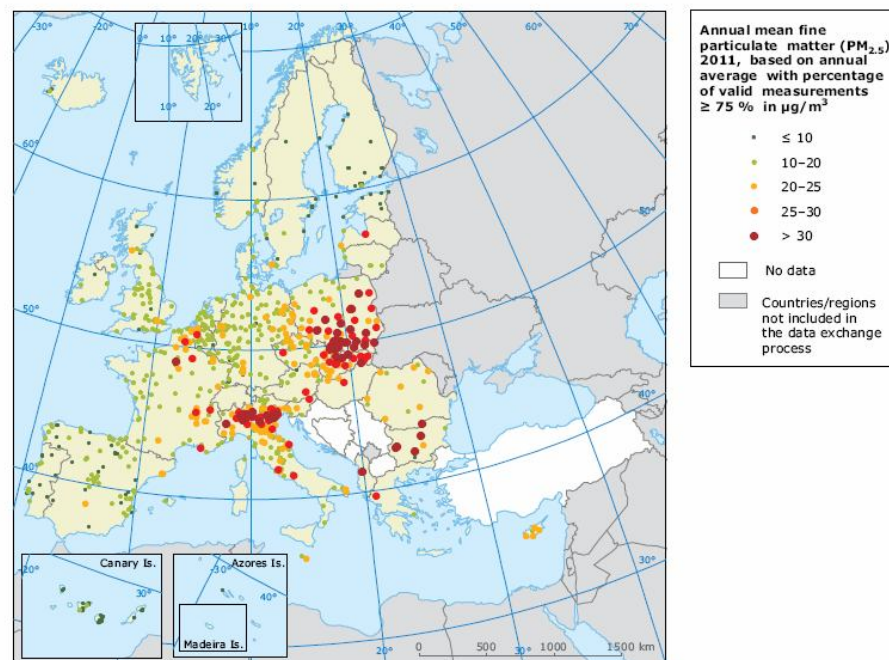
EEA Report No 4/2012, No 9/2013
Air Quality in Europe

PM_{2.5} koncentráció alakulása Európában (mérések alapján)

Annual mean concentrations of PM_{2.5} in 2010

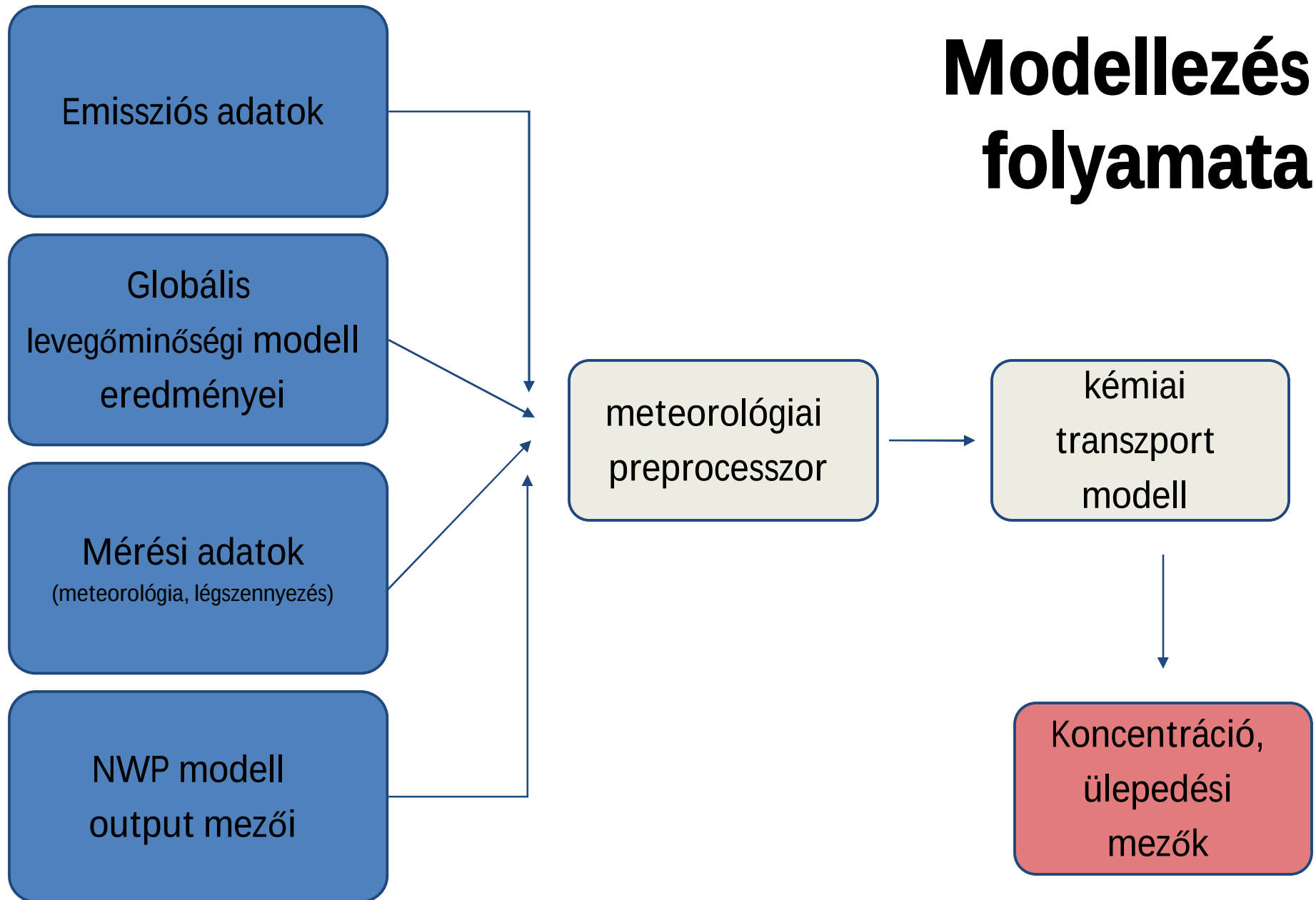


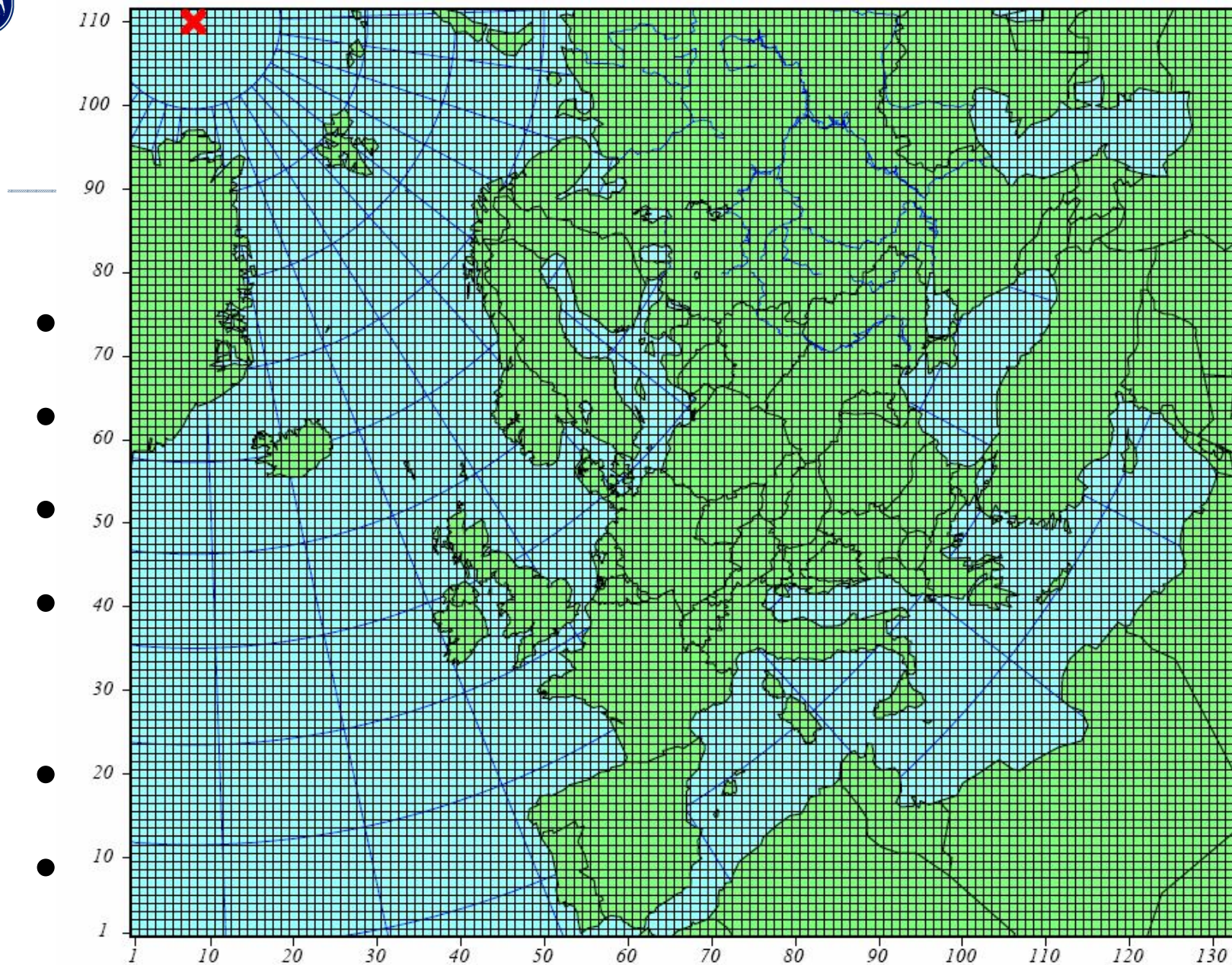
Annual mean concentrations of PM_{2.5} in 2011



EEA Report No 4/2012, No 9/2013
Air Quality in Europe

Modellezés folyamata





Emissziós adatok

- **Rácsponi emissziós adatok:**

- kén-dioxid (SO_2)
- nitrogén-oxidok ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)
- ammónia (NH_3)
- nem metán illékony szerves vegyületeket (NMVOC)
- szén-monoxid (CO)
- aeroszol részecskék ($\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{\text{coarse}}$) – amely tovább osztható:
 - elemi szén
 - szerves anyag
 - és más vegyületek

- **Az emisszió eredete lehet**

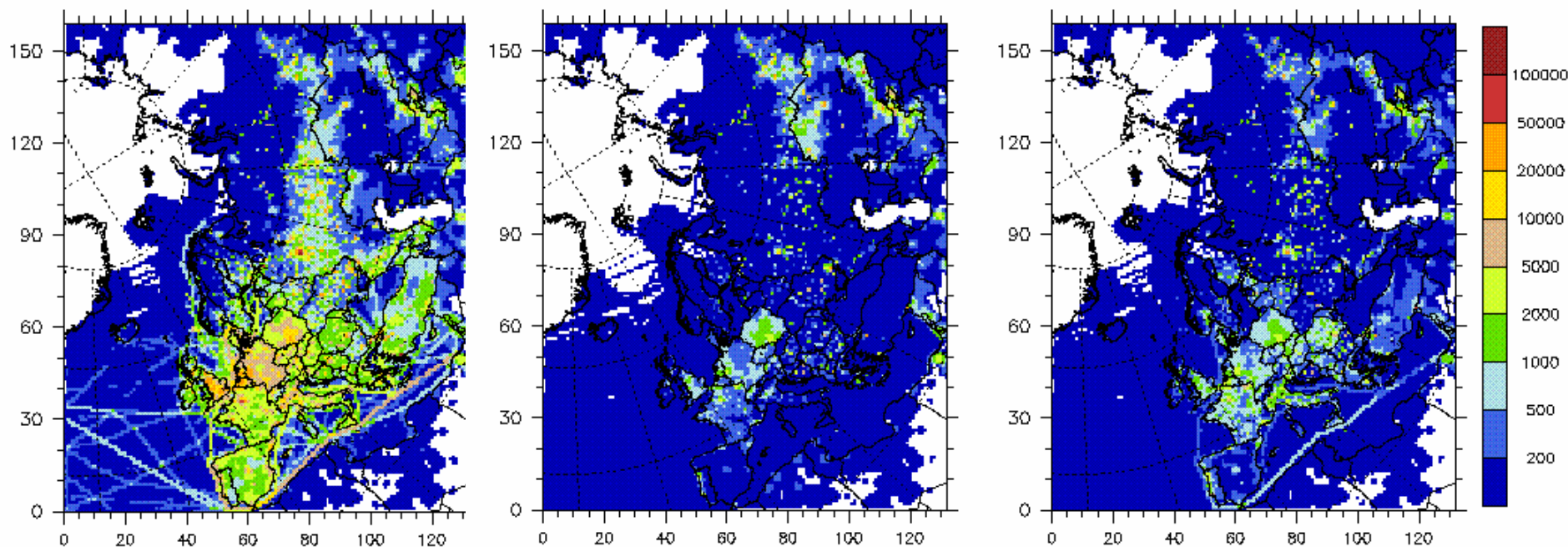
- antropogén eredetű (fosszilis anyagok és biomassza alapú üzemanyagok égetése, oldószer kibocsátás, stb)
- természetes forrású (pl. a lombkorona VOC kibocsátása, vulkánok, stb)

Emissziós rácsponti adatok

NO_x [Mg]

$\text{PM}_{\text{coarse}}$ [Mg]

$\text{PM}_{2.5}$ [Mg]



Meteorológiai adatok

• ECMWF-IFS rácsponti adatai

– 3 órás időbeli felbontás

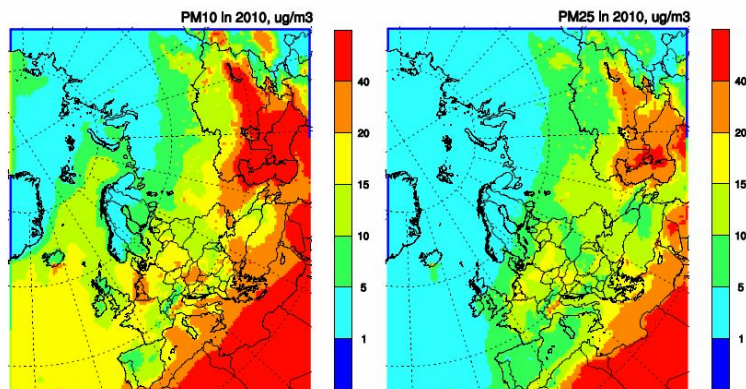
– 0,14° x 0,14° horizontális térbeli felbontás

– 91 vertikális légköri szintre

Paraméter neve	dimenzió	Folyamat, amelynek leírásában felhasználjuk
3-D mezők:		
Horizontális szélesség komponensek	ms-1	Állóképek
Specifikus nedvesség	kg kg-1	Kémiai reakciók, száraz ülepedés
Potenciális hőmérséklet	K	Kémiai reakciók, diffúzió
Csapadék	mm	száraz és nedves ülepedés
Felhő fedettség	%	Nedves ülepedés, fotolízis
Vertikális szél komponensek	s-1	Vertikális advékción
Felfelé irányuló konvektív fluxus,	Kgm-2s-1	Vertikális transzport, nedves ülepedés
Lefelé irányuló konvektív fluxus	Kgm-2s-1	Vertikális transzport, nedves ülepedés
2-D mezők – talajfelszínre:		
Felszíni légnyomás	hPa	Levegő sűrűsége, vertikális szintek kijelölése
Hőmérséklet 2m-en	K	Száraz ülepedés, stabilitás
Felszíni szenzibilis hőfluxus	Wm-2	Száraz ülepedés, stabilitás
Felszíni látens hőfluxus	Wm-2	Száraz ülepedés
Momentum fluxus vagy	N m-2 vagy	Száraz ülepedés, stabilitás
Súrlódási sebesség	ms-1	
Hó magasság	m	Száraz ülepedés
Jégborítottság aránya	%	Száraz ülepedés
Tengerfelszín hőmérséklete	K	Tengeri só
Szélesség 10m-en	ms-1	Tengeri só
A felszín közeli rétegben a talaj	–	Por emisszió
víz tartalma		
Gyökér zónában a talaj víz tartalma	–	Száraz ülepedés

EMEP modell eredményei

- Koncentráció, ülepedési mezők



- Forrás-receptor mátrixok

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	KZ	LT	LU	LV	MD	ME									
AL	43	0	0	0	0	0	0	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	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AM							
AT	0	0	34	0	19	2	6	0	3	19	50	0	4	0	11	4	0	2	5	5	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AT						
AZ	0	10	0	140	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	0	BA					
BE	0	0	0	0	83	0	0	0	0	0	2	23	0	0	4	0	51	15	-0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	BE					
BG	3	0	1	0	25	0	841	1	0	0	4	3	0	0	2	0	2	1	0	05	1	5	0	0	6	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0	BG					
BY	1	0	1	0	38	3	41	352	0	0	19	27	1	6	3	3	7	0	9	4	11	0	0	6	0	9	12	0	1	1	1	0	0	0	0	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	16	-0	0	0	0	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	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	0	0	CZ				
DE	0	0	0	0	15	91	2	1	14	0	84	1061	3	1	26	1	169	88	-0	2	1	4	5	0	10	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	DE				
DK	-0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	2	21	15	0	2	0	8	18	0	0	0	0	1	0	0	-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	1	0	0	4	0	1	-0	0	0	0	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	8	0	0	0	0	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	0	0	0	FI				
FR	0	0	1	0	7	37	1	0	8	0	11	81	0	0	285	0	626	68	-0	1	2	1	6	0	35	0	0	0	2	-0	0	0	0	0	0	0	FR				
GB	0	0	0	0	1	14	0	0	-0	5	31	1	1	14	0	12	547	-0	0	0	0	0	24	1	1	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	GB			
GE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	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	0	401	1	2	0	0	11	0	1	0	0	0	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	0	0	0	0	0	HR		
HU	1	0	6	0	106	1	34	1	0	0	15	14	0	0	6	2	3	12	23	126	0	0	20	-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	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	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	16	5	0	0	510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0	0	KG

Számításoknál használt emissziós adatbázisok

„EU-27 kibocsátók” listája:

- 1) Ausztria
- 2) Belgium
- 3) Bulgária
- 4) Ciprus
- 5) Csehország
- 6) Németország
- 7) Dánia
- 8) Észtország
- 9) Spanyolország
- 10) Finnország
- 11) Franciaország
- 12) Nagy Britannia
- 13) Görögország
- 14) Magyarország
- 15) Írország
- 16) Olaszország

17) Litvánia

- 18) Luxemburg
- 19) Lettország
- 20) Málta
- 21) Hollandia
- 22) Lengyelország
- 23) Portugália
- 24) Románia
- 25) Svédország
- 26) Szlovénia
- 27) Szlovákia

„Összes kibocsátó” listája:

- 1) EU-27 kibocsátók
- 2) Albánia
- 3) Örményország
- 4) Ázsiai területek
- 5) Atlanti-óceán
északkeleti része
- 6) Azerbajdzsán
- 7) Bosznia-Hercegovina
- 8) Balti tenger
- 9) Fekete tenger
- 10) Fehéroroszország
- 11) Svájc
- 12) Grúzia
- 13) Grönland
- 14) Horvátország
- 15) Izland

16) Kirgizisztán

- 17) Kazahsztán
- 18) Moldovai köztársaság
- 19) Montenegró
- 20) Mediterrán tenger
- 21) Makedónia
- 22) Norvégia
- 23) Észak-Afrika
- 24) Északi-tenger
- 25) Szerbia
- 26) Oroszország
- 27) Tádzsikisztán
- 28) Türkmenisztán
- 29) Törökország
- 30) Ukrajna
- 31) Üzbegisztán
- 32) Vulkán kitörések

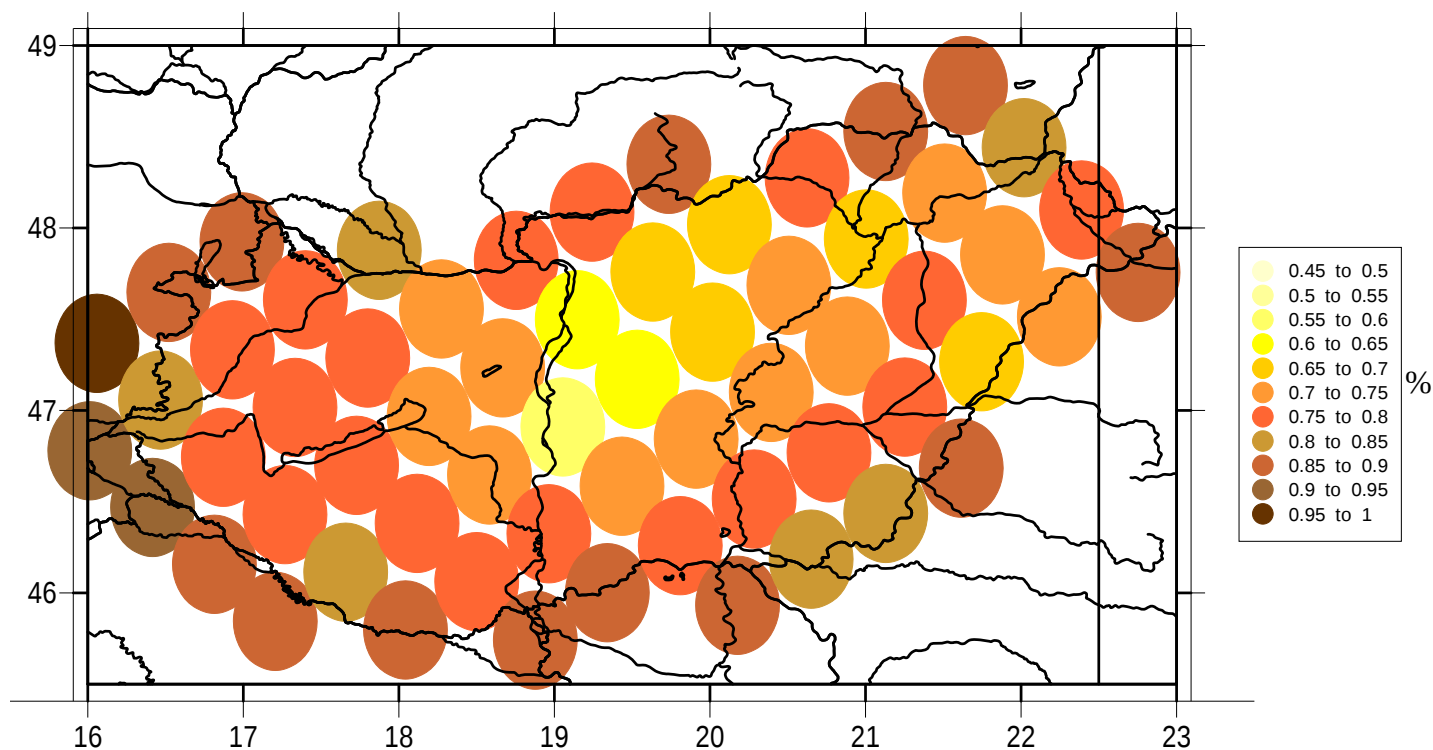
Modellszámítások eredményei

országos átlag

évek	Összes kibocsátó hatása %	EU-27 kibocsátó hatása %	Magyar PM ₁₀ kibocsátás Gg
2006	79	70	48
2007	83	77	36
2008	80	73	38
2009	79	71	48
2010	79	72	46

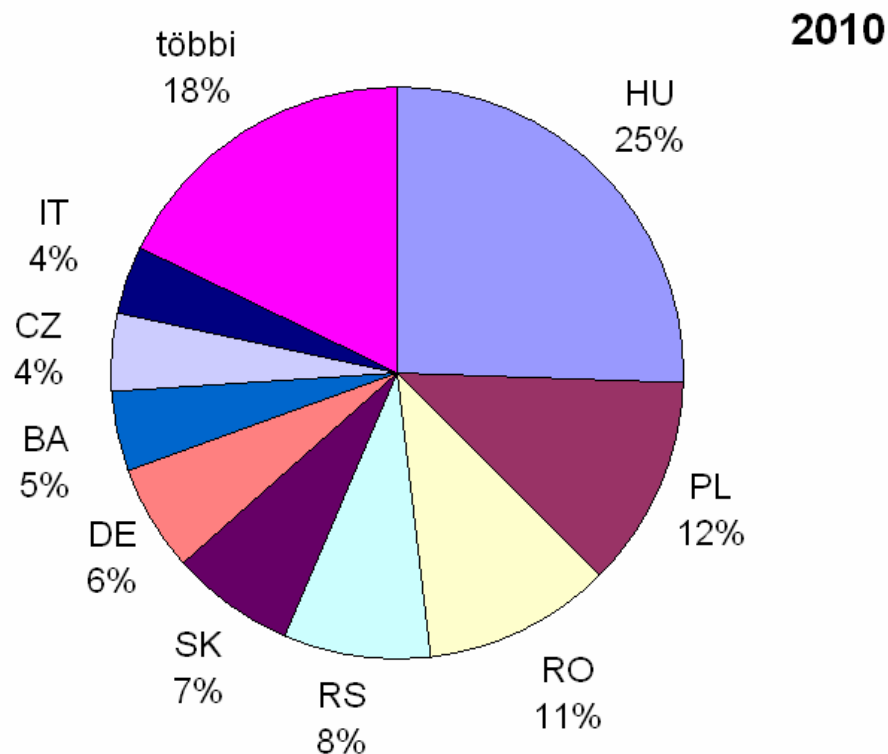
Modellszámítások eredményei PM₁₀

PM10 2010



Határon túli források hozzájárulása a magyarországi PM₁₀ szennyezettséghez százalékos arányban

Modellszámítások eredményei PM_{2.5}



Egyes országok százalékos hozzájárulása a magyarországi PM_{2.5} szennyezettséghez

Modellszámítások eredményei PM_{2.5}



Magyarország %-os hozzájárulása a környező országok PM_{2.5} légszennyezettségi viszonyaihoz

PM_{2.5} egyenleg

	Lengyelország		Románia		Szerbia		Szlovákia	
	kapott	küldött	kapott	küldött	kapott	küldött	kapott	küldött
2006	13%	4%	11%	4%	6%	6%	6%	14%
2007	12%	2%	7%	4%	8%	5%	7%	9%
2008	7%	2%	10%	3%	8%	5%	6%	12%
2009	10%	3%	10%	3%	8%	5%	7%	11%
2010	12%	2%	11%	2%	8%	5%	7%	11%

Összefoglalás

- Magyarországon kialakuló PM légszennyezésért 70-80%-ban az országhatáron túli légszennyező források a felelősek.
- A nagytávolságú transzport hatása jelentős térbeli változékonyságot mutat, legjelentősebb az ország nyugati határvidékén, legkisebb a Duna és a Tisza által határolt északi területeken.
- Az európai államok közül Romániából és Lengyelországból érkezik a legtöbb szennyezés Magyarország légterébe.
- Magyarországon kibocsátott részecskék leginkább Szlovákia, Szerbia és Horvátország PM szennyezettségéhez járulnak hozzá jelentős mértékben.
- Magyarország által kibocsátott részecskék 37%-a marad hazánk területén, 63%-a átlépi az országhatárt.
- Magyarországra 30%-kal több részecske érkezik a határon túlról, mint amennyit az ország összesen kibocsát.

Köszönöm a figyelmet!