



PRIMJENA ATMOSFERSKIH MODELA KVALITETE ZRAKA U REGULATORNE SVRHE

Sonja Vidič



Sektor za kvalitetu zraka
Državni hidrometeorološki zavod

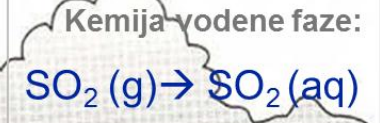
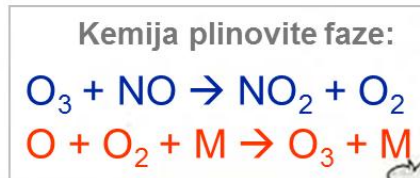
Modeliranje u regulatorne svrhe

– što je to, gdje se primjenjuje i zašto –

**Zakonom ili podzakonskim aktom definirana obveza
(Zakon o zaštiti zraka, EU Direktiva o čistom zraku, Pravilnici ...)**

- 1. Studije utjecaja za pojedinačne izvore onečišćenja koji mogu imati negativan utjecaj na okoliš i zdravlje ljudi (termoelektrane, rafinerije, promet, kućna ložišta, zračne luke i sl.)**
- 2. Ocjena stanja kvalitete zraka na teritoriju države ili pojedine regije (zone i aglomeracije) i dobivanje cjelovite prostorne informacije o prijenosu i taloženju polutanata, te prekoračenjima zakonski propisanih vrijednosti (zamjena za monitoring kvalitete zraka)**
- 3. Primjena međunarodnih konvencija (LRTAP) i protokola**

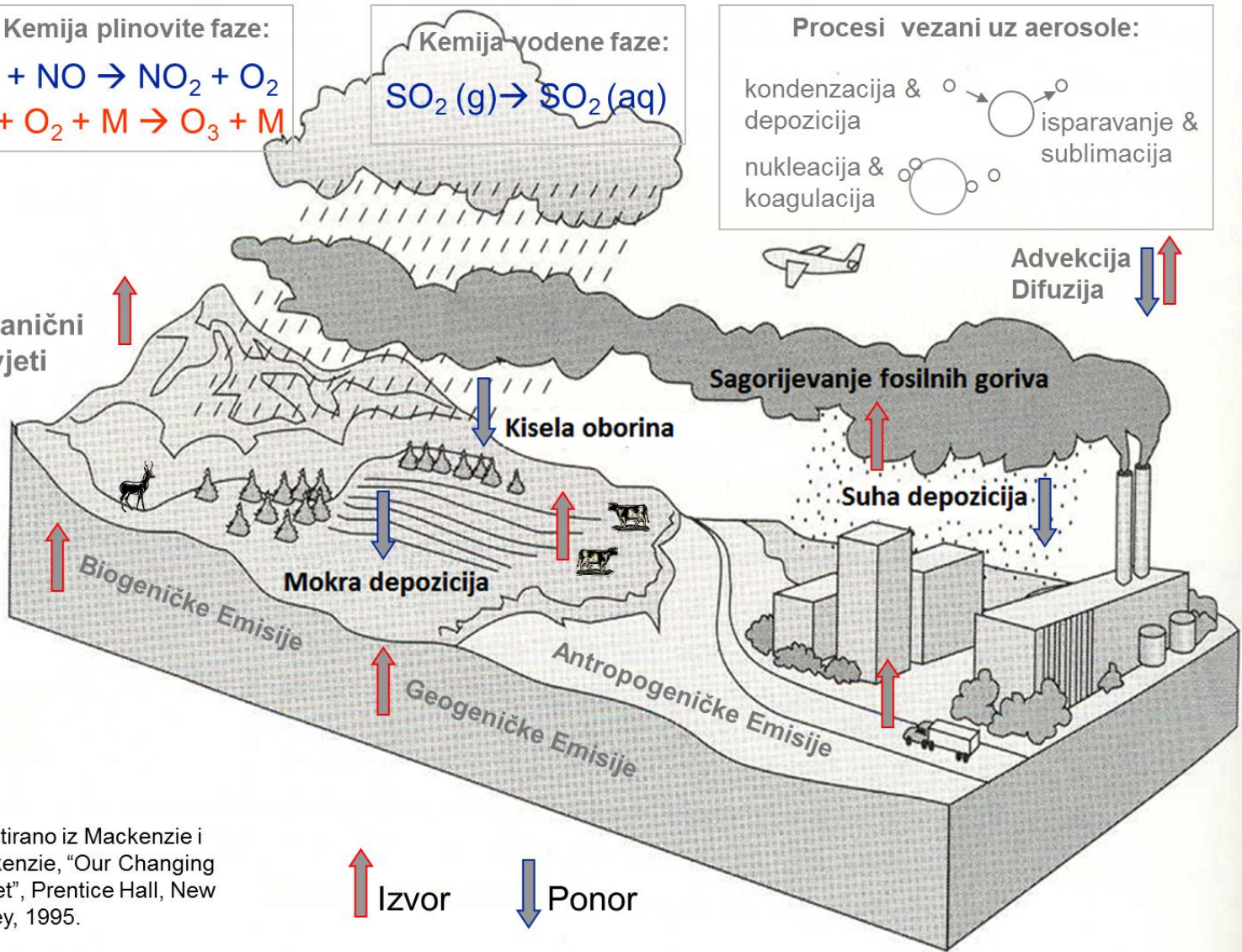
PROCESI KOJE MODELIRAMO



Procesi vezani uz aerosole:

- kondenzacija & depozicija
- nukleacija & koagulacija
- isparavanje & sublimacija

granični uvjeti



↑ Izvor ↓ Ponor

Adaptirano iz Mackenzie i Mackenzie, "Our Changing Planet", Prentice Hall, New Jersey, 1995.

Zašto koristiti kemijske atmosferske modele?

- Planiranje uspostave monitoringa i zamjena za monitoring tamo gdje mjerenja nisu nužna
- Mogućnost izrade prognoze stanja uz dane meteorološke uvjete i emisiju
- Bolje razumijevanje izvora onečišćenja, uzroka i procesa koji definiraju kvalitetu zraka
- Za primjenu mjera za smanjivanje razina onečišćujućih tvari u zraku
- Ocjenu stanja kvalitete zraka u zonama aglomeracijama

Nedostaci - poteškoće

- Modeli koriste enormnu količinu ulaznih informacija do kojih nije jednostavno doći – osobito kada se radi o meteorološkom inputu i podacima emisija
- Rezultati modela su povezani s relativno visokim faktorom nesigurnosti zbog čega je potrebna opsežna validacija s podacima mjerenja
- Sposobnost modela da reproducira stvarnost je ograničena s obzirom na prostornu rezoluciju i opis/parametrizaciju kemijskih i fizikalnih procesa u atmosferi
- Učinkovita primjena i kontrola kvalitete modela zahtijeva visoku razinu znanja i ekspertize te kontinuirani razvoj i usavršavanje
- Primjena modela ovisi o raspoloživosti tehničkih kapaciteta

Komponente sustava za modeliranja kvalitete zraka

- Meteorološki atmosferski model
- Kemijski model: definirani svi fotolitički procesi, kemijske reakcije, prijenos i disperzija
- Emisije
- Inicijalni/granični uvjeti
- Pre- i post- procesuiranje svih ulaznih i izlaznih varijabli
- Validacija rezultata modela

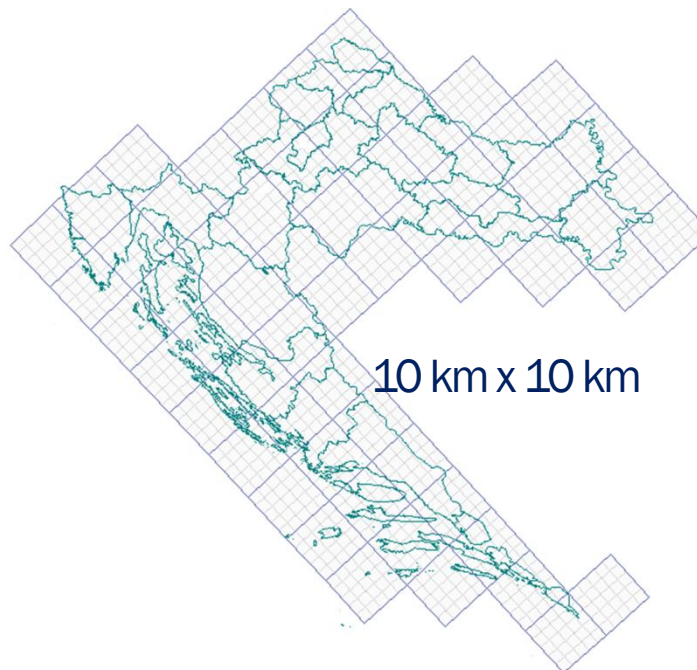
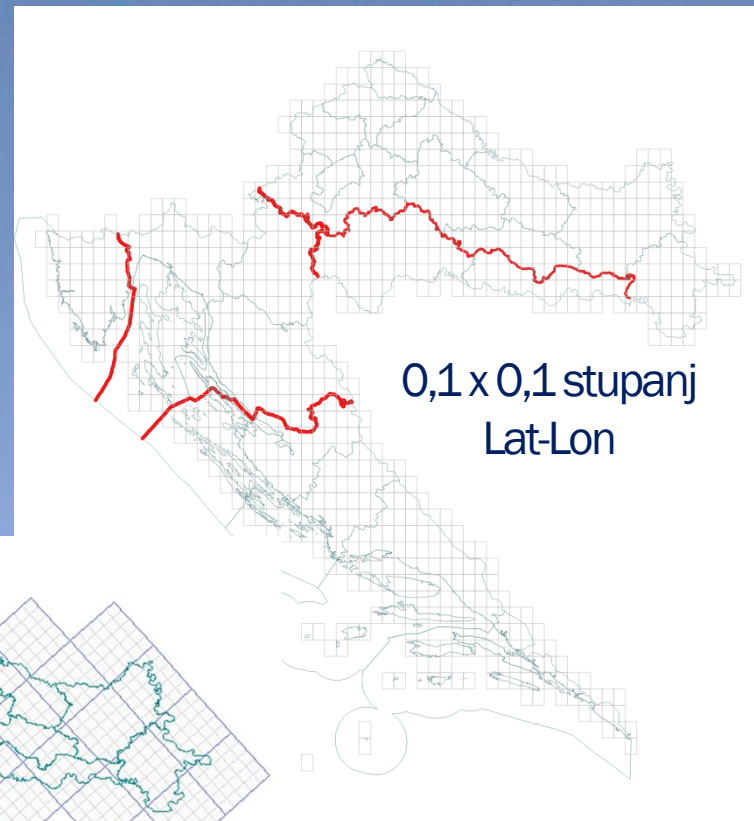
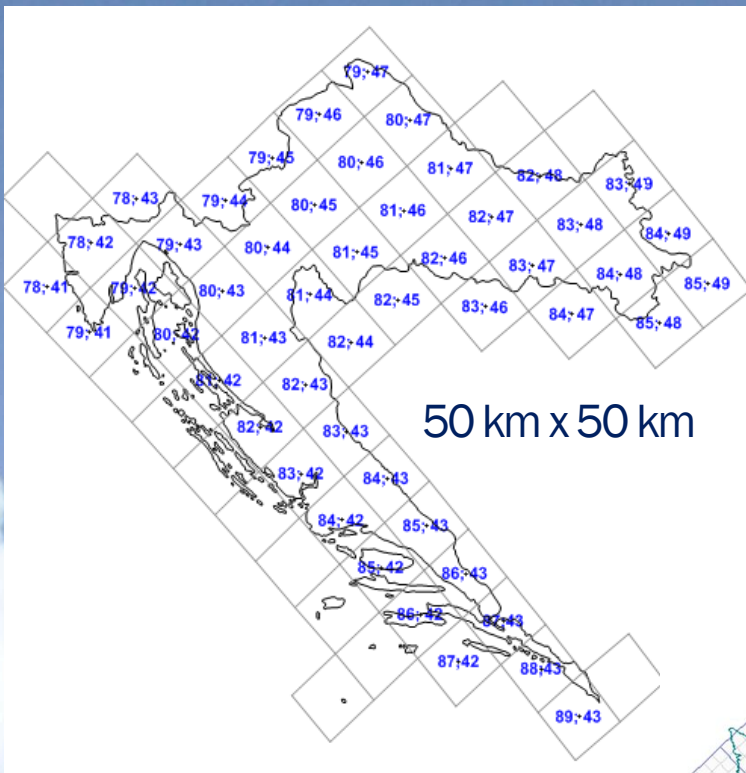
Kriteriji za primjenu modela u regulatorne svrhe

- Prostorna i vremenska rezolucija moraju odgovarati njegovoj namjeni
- Model mora biti validiran i dokumentiran na zadovoljavajući način ovisno o namjeni i primjeni
- Model mora obuhvatiti sve relevantne fizikalne i kemijske procese s obzirom na njegovu namjenu, prostornu skalu i onečišćujuću tvar za koju se primjenjuje
- Svi relevantni izvori emisije moraju biti uključeni kao i prostorna i vremenska varijabilnost emisija
- Odgovarajući meteorološki ulazni podaci moraju biti osigurani

**Atmosferski kemijski model transporta visoke
rezolucije razvijen u DHMZ-u za regulatorne potrebe
EMEP4HR**

- **Meteorološki model: Aladin, ECMWF (IFS)**
- **Kemijski model: EMEP**
- **Prostorna rezolucija 50 x 50 km i 10 km x 10 km**
- **Vremenska rezolucija: satna**
- **Emisijski podaci: EMEP program LRTAP konvencije**
- **Prostorna domena: cijela Europa (50km x 50km)
Hrvatska (10km x 10km)**

Prostorne skale na području Hrvatske

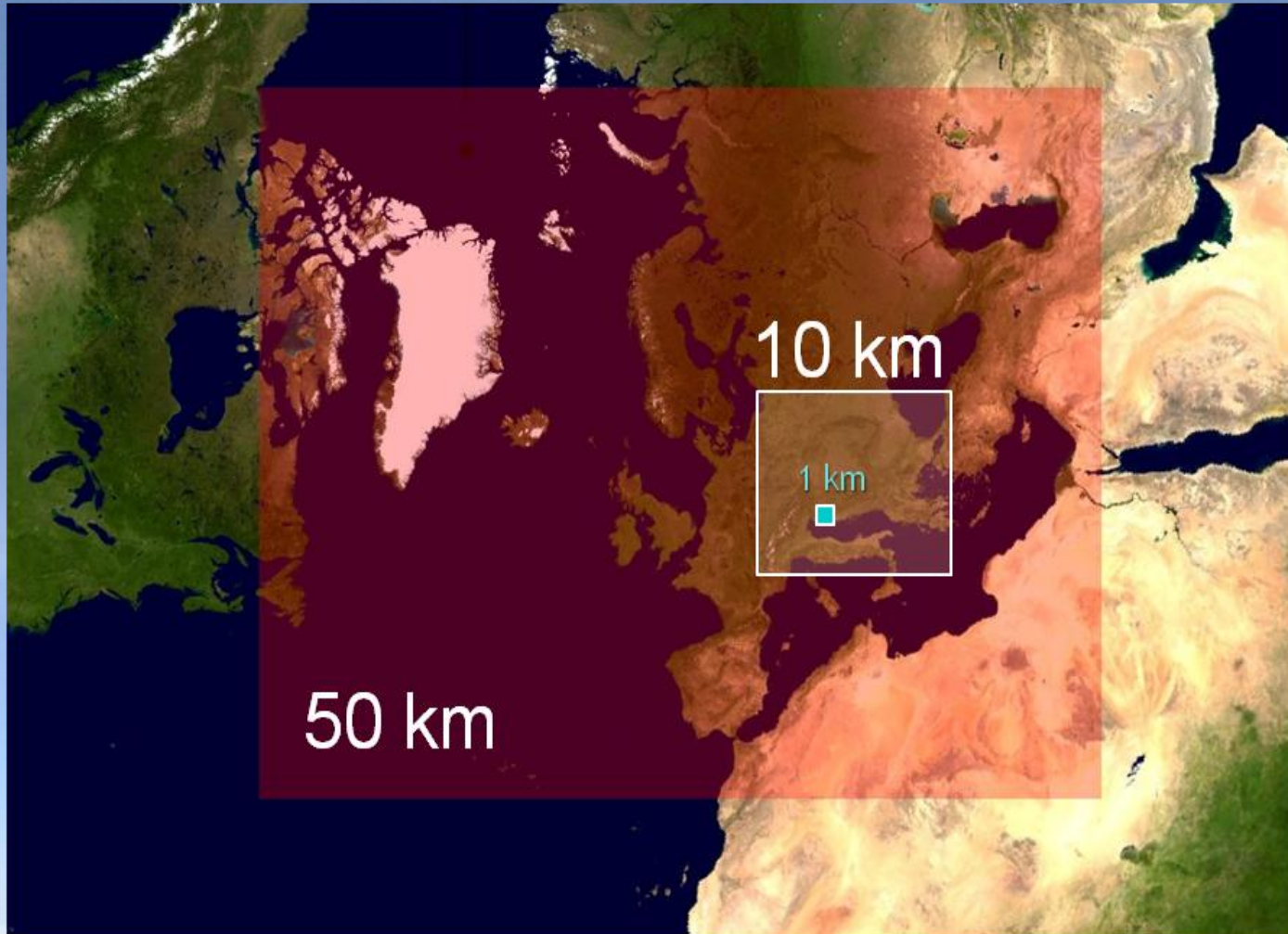


KEMIJSKI SPOJEVI

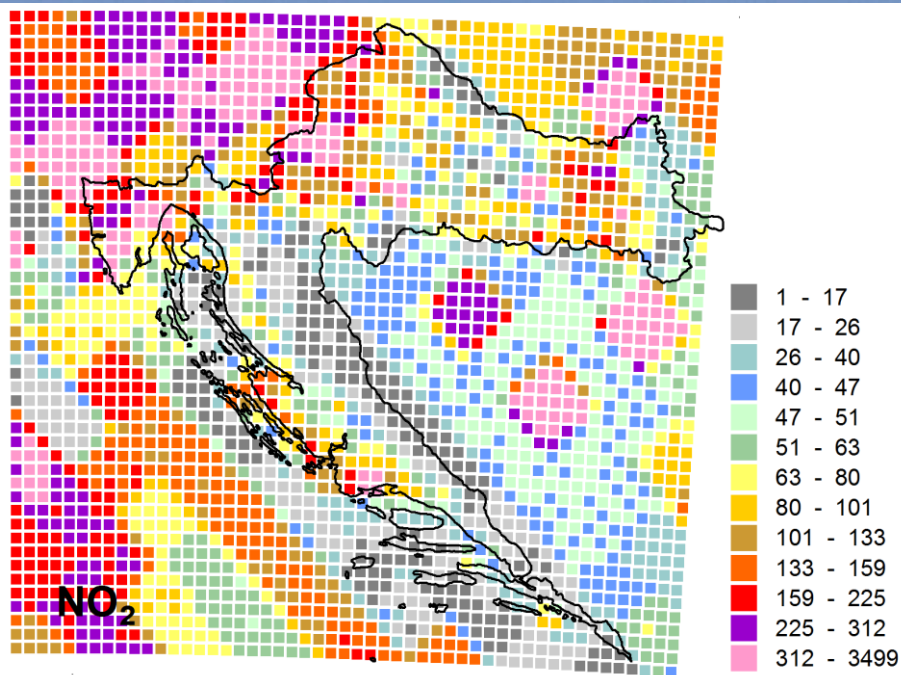
- O₃
- SO₂
- NO/NO₂/NO_x
- PM₁₀
- PM_{2.5} i dr. (72 kem. spoja)
- taloženje SO_{ox}, NO_{ox}, NO_{rd}



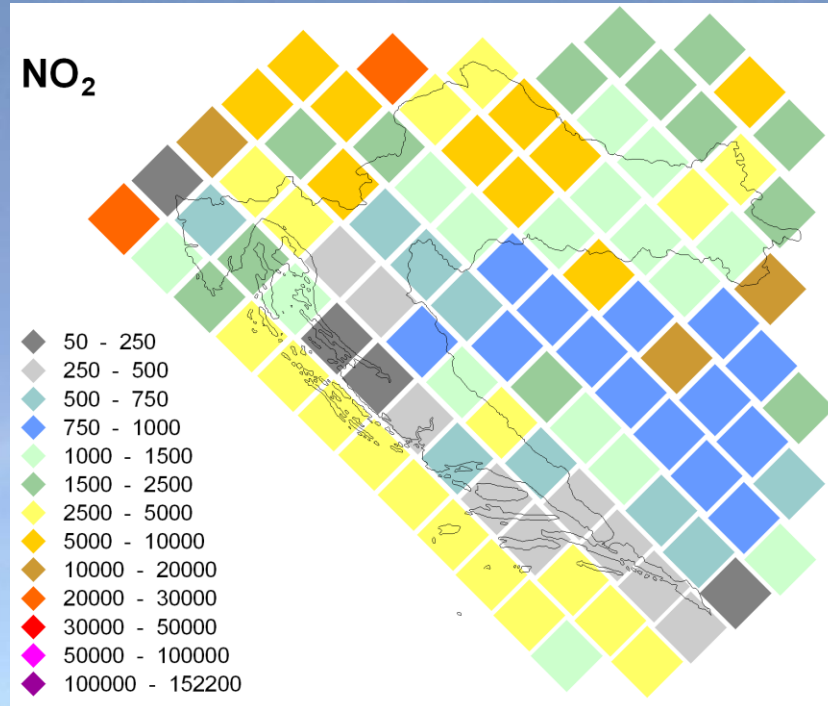
Područje primjene modela



Emisije u mreži 10 km x 10 km

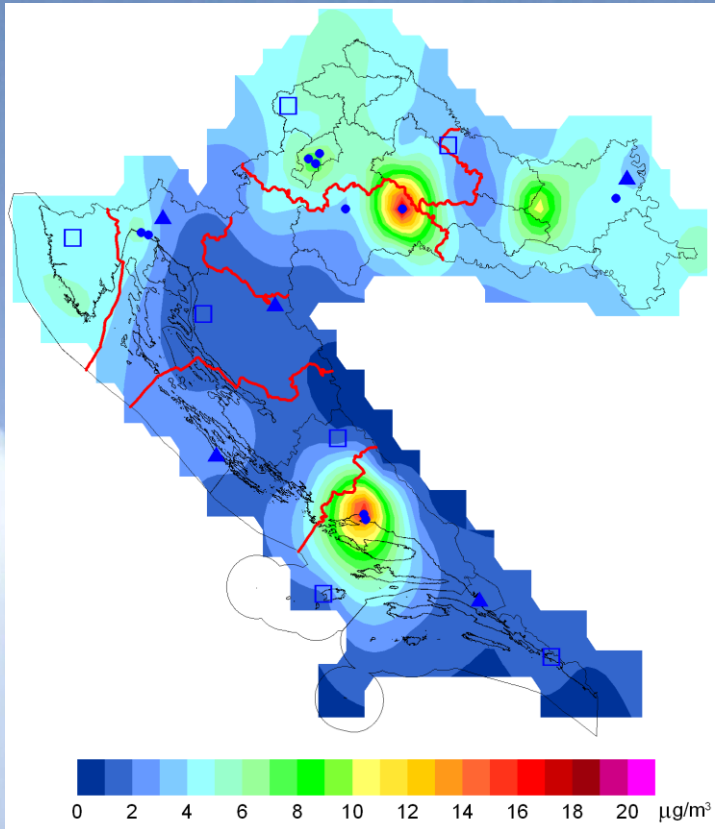


Emisije u mreži 50 km x 50 km

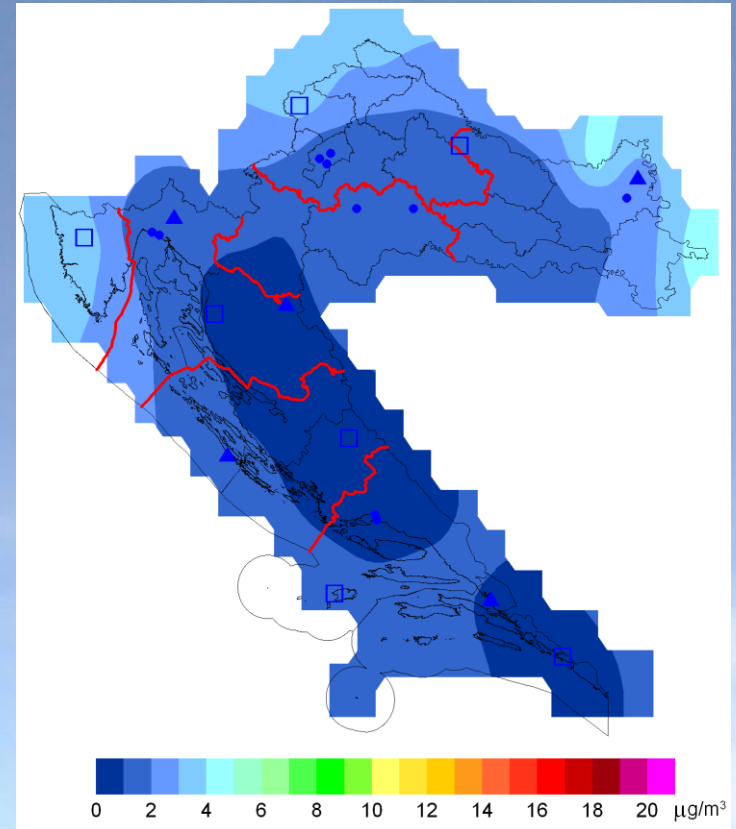


Srednje dnevne koncentracije NO₂

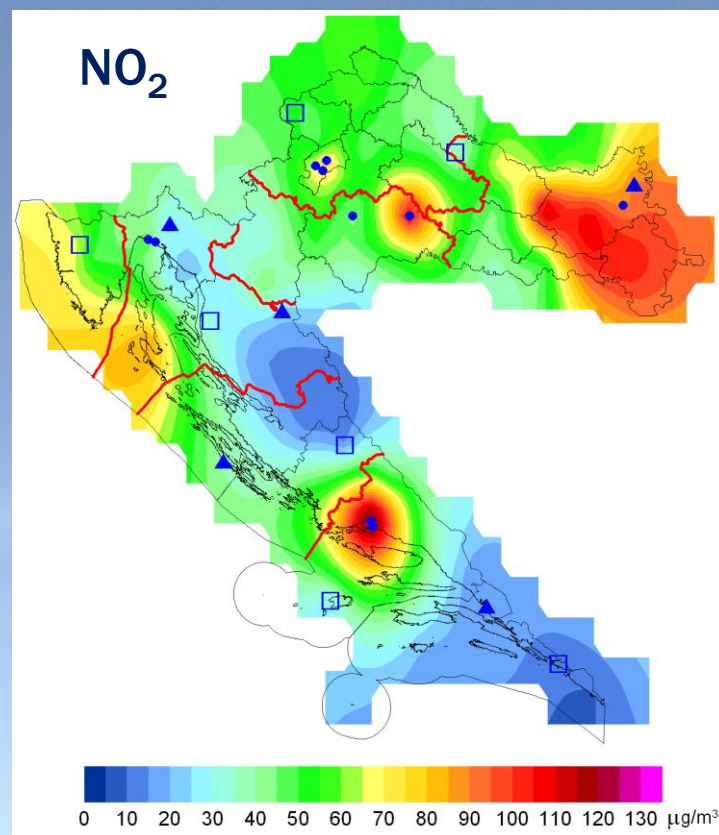
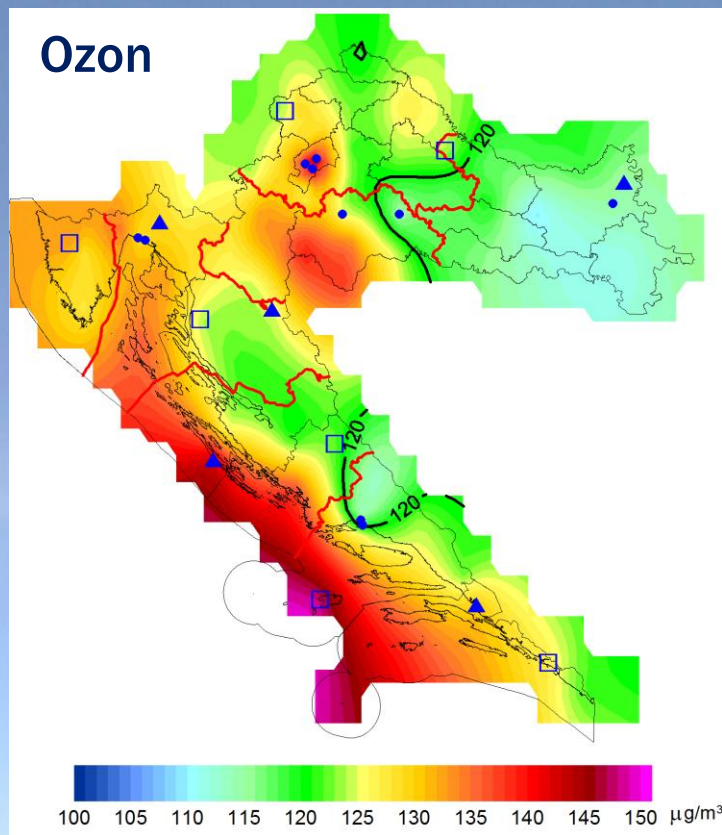
Scenarij S0 – sve emisije uključene



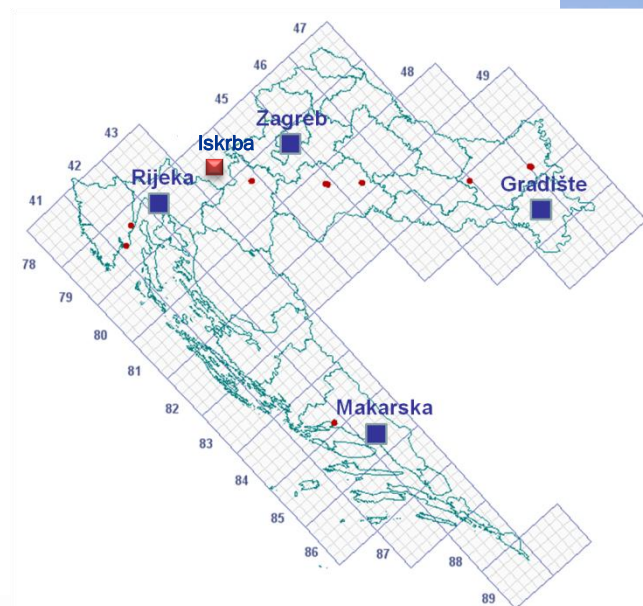
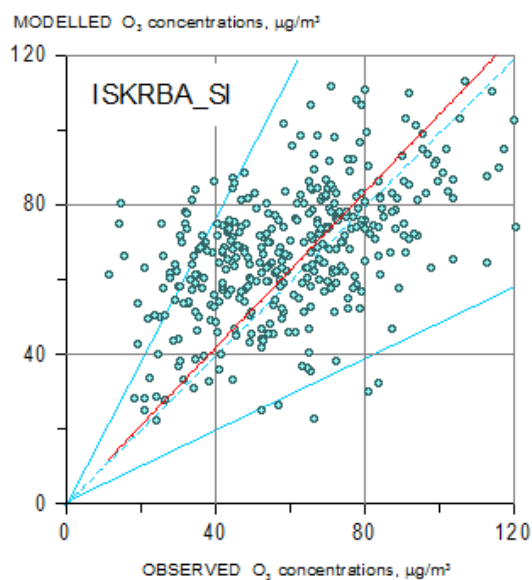
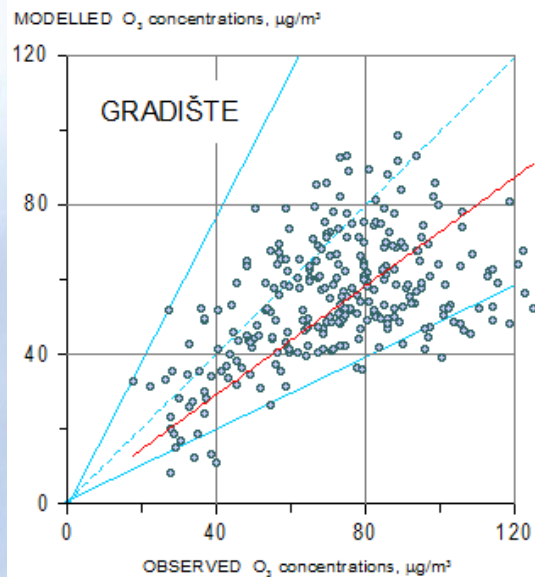
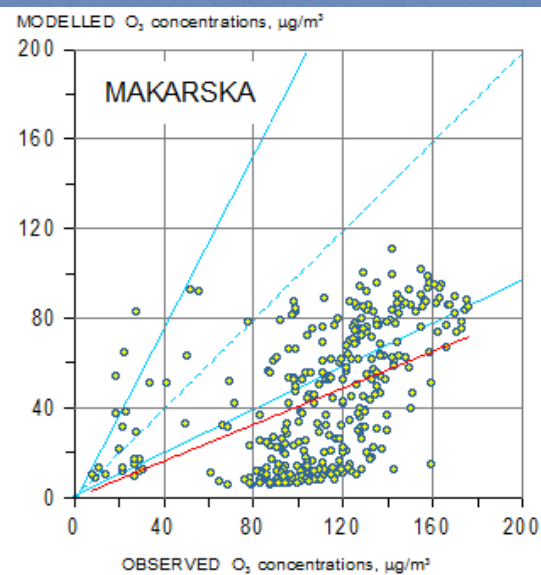
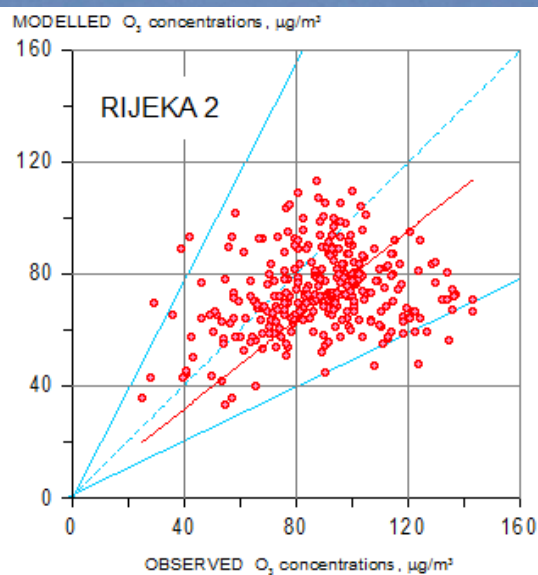
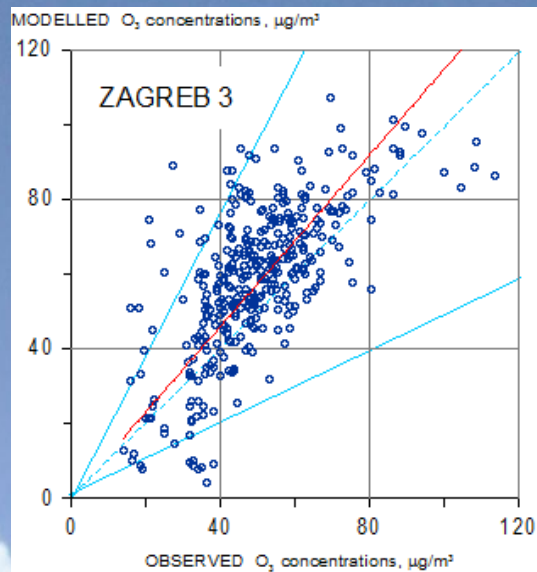
Scenarij S1 – HR emisije isključene



Maksimalne dnevne vrijednosti koncentracija



Validacija rezultata

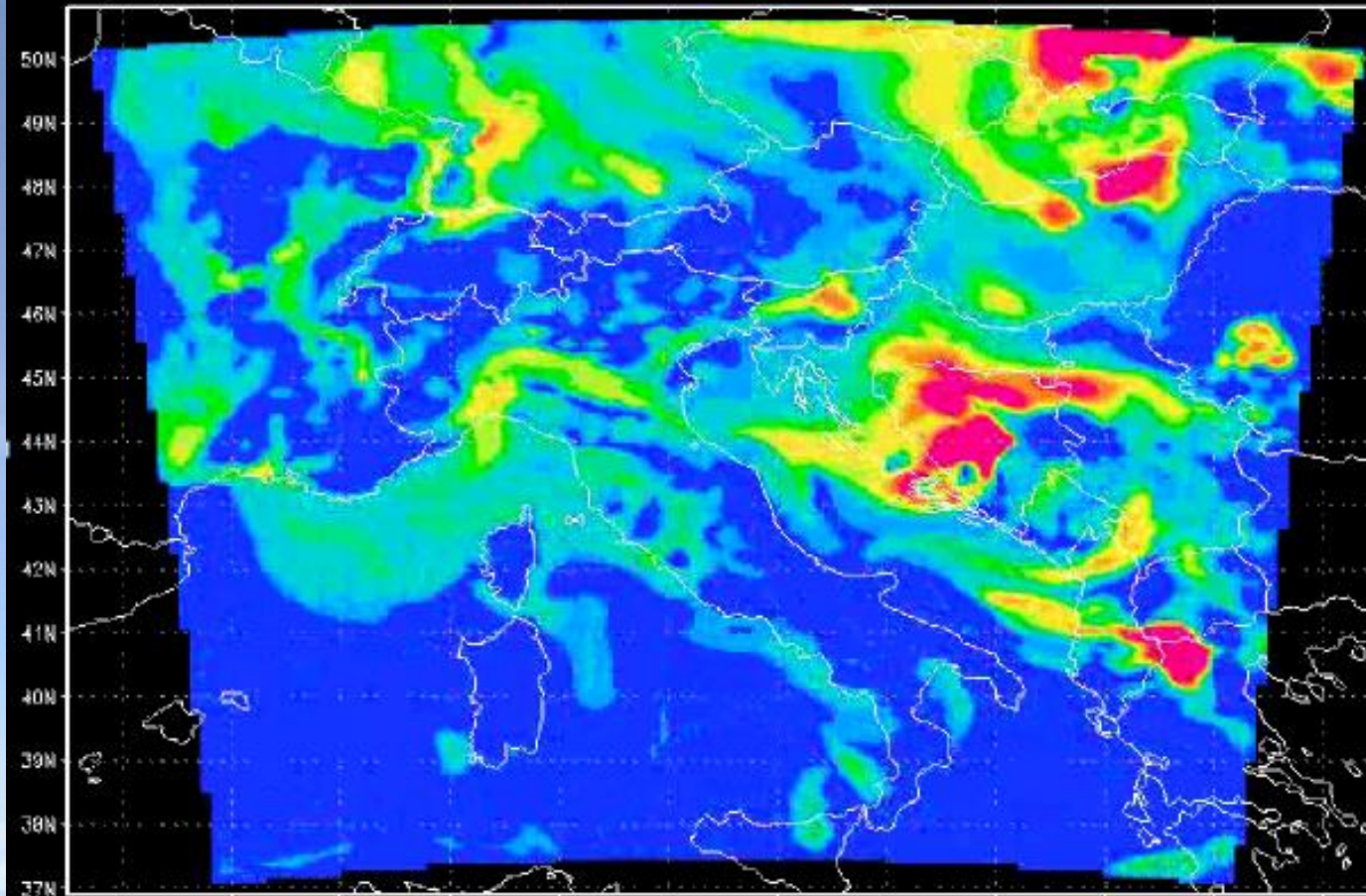


Modelirane vrijednosti koncentracija SO₂

CTM: EMEP4HR

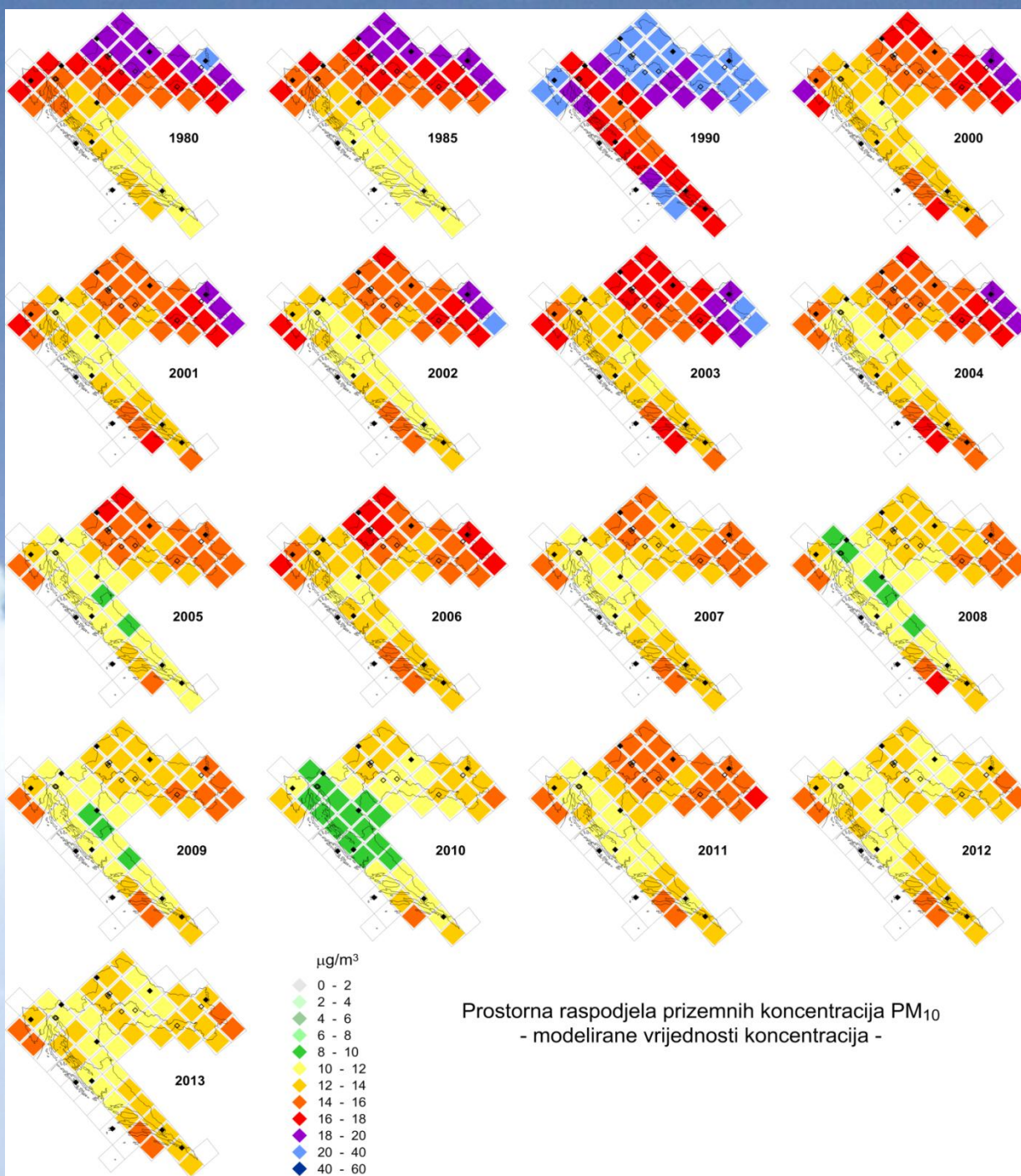
Atmosferski model: Aladin

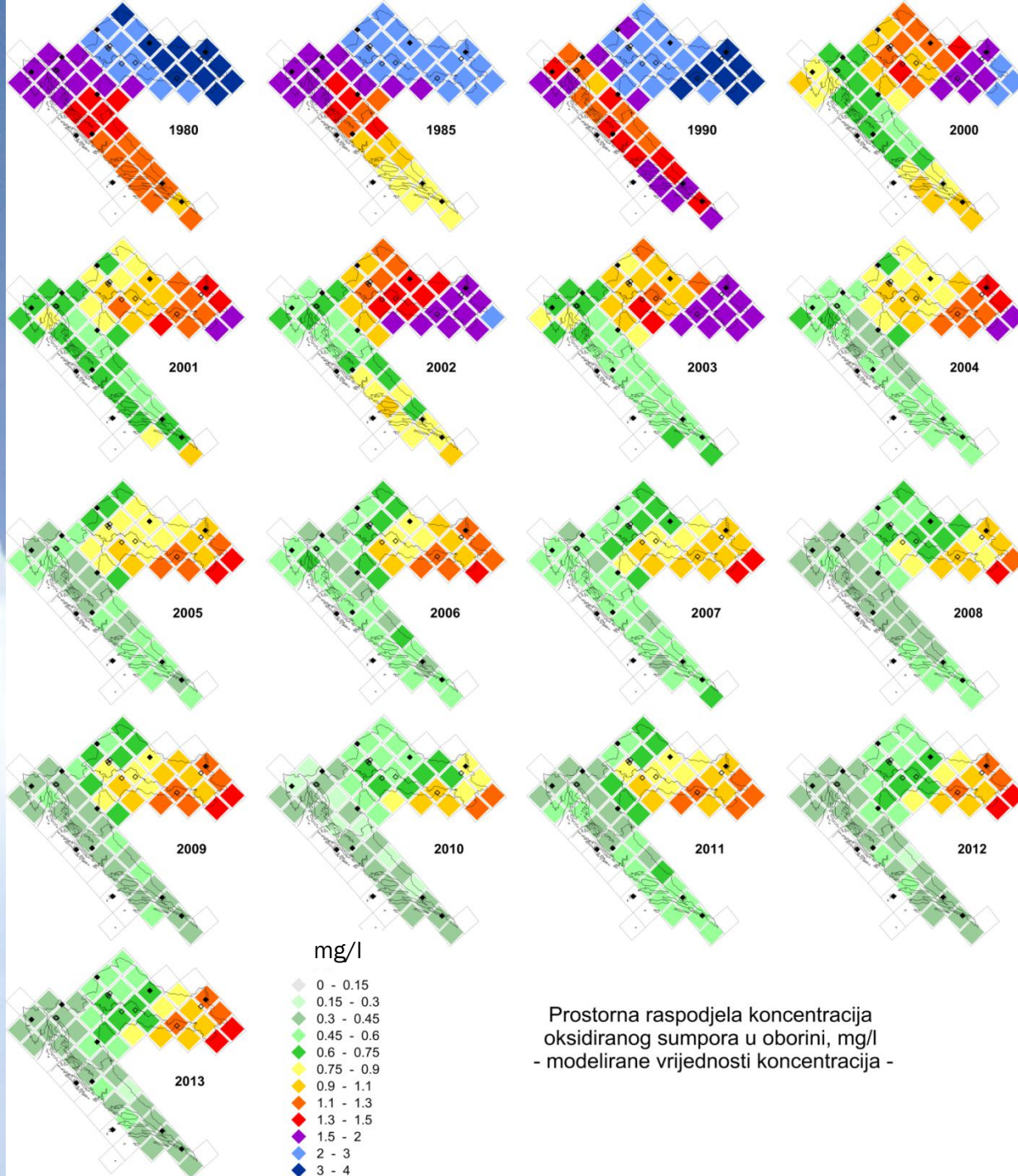
15. siječnja 2006. 8:00 UTC



EMEP model -
50 km
razlučivost:

Prostorna
razdioba
prizemnih
koncentracija
lebdećih
čestica za
vremensko
razdoblje
1980-2013





EMEP model -
50 km
razlučivost:

Prostorna
razdioba
koncentracija
sulfata u
oborini -
vremensko
razdoblje
1980-2013

Glavna područja primjene modela prema EU Direktivi za zrak 2080/50/EK

- I. Prostorna razdioba prizemnih koncentracija i ocjena kvalitete zraka
- II. Prognoza kvalitete zraka za potrebe donošenja kratkoročnih mjera zaštite
- III. Utvrđivanje značajnih izvora onečišćenja u svrhu otkrivanja uzroka prekoračenja dozvoljenih graničnih vrijednosti
- IV. Izrada i ocjena planova i mjera za kontrolu uvjeta nastanka prekoračenja graničnih vrijednosti prizemnih koncentracija



FAIRMODE

Forum for air quality modelling in Europe

Working groups

[details...](#)



Assesment



Emissions



Source
Apportionment



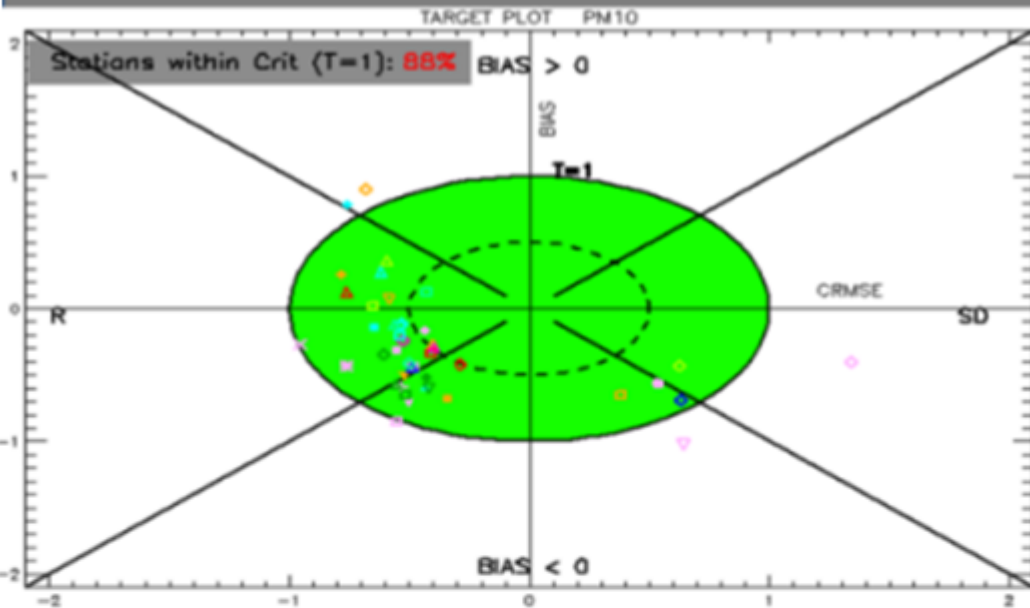
Planning

Cross cutting activities (CCA)

[read more...](#)

FAIRMODE je kratica za Forum za modeliranje kvalitete zraka u Europi. Osnovan je s ciljem razmjene iskustava i rezultata u kontekstu regulatorne primjene odredbi Direktive za zrak kao i za promidžbu primjene atmosferskih modela i harmonizaciju postupaka koji su značajni za usporedivost rezultata modeliranja među zemljama članicama EU neovisno o izboru modela pojedine zemlje članice.

Report Template for hourly/daily results



SUMMARY STATISTICS Nb of stations/groups: 44 valid / 51 selected

INDICATOR		
OBS	Mean	
	Exceed	
TIME	Bias Norm	
	Corr Norm	
	StdDev Norm	
SPACE	Corr Norm	
	StdDev Norm	
AD	RDE	

- Berlin
- Bielefeld
- Bismarck
- Bonn
- Braunschweig
- Chemnitz
- Düsseldorf
- Erfurt
- Frankfurt
- Garmisch-Partenkirchen
- Gießen
- Hagen
- Hamburg
- Heilbronn
- Jena
- Karlsruhe
- Köln
- Leipzig
- Linz
- Ludwigshafen
- Mannheim
- München
- Nürnberg
- Osnabrück
- Regensburg
- Saarbrücken
- Salzgitter
- Schwerin
- Speyer
- Stuttgart
- Trier
- Ulm
- Weiden
- Wiesbaden
- Würzburg

- Senf_Pub
- Rein
- Uls_Tand
- Völkse
- Walsdorf
- Compiegne
- Longf_N
- La_Tand
- Walsdorf
- Schwin
- Cobu_de
- Harvel
- Diabla...
- Neugob
- Zorn
- Harbert
- Vavib
- Schusck
- Penouze
- Aushere
- Angvret
- Zinget
- Eks_Tor
- Montell
- Ror
- Rly
- Helgitz
- O_Savin
- Ruzara
- Ruzara
- Ayn_Ma
- Keldro
- Dumars
- Elberge
- Iskrke

Zajednički Δ-tool (delta paket)

za validaciju rezultata modeliranja prema zadanim kriterijima dopuštene nesigurnosti modela i za različite nivoe agregacije rezultata (satni, dnevni, mjesečni, sezonski, godišnji)

Razvoj i očekivanja

Modeli koji su danas prihvaćeni i primjenjuju se u regulatorne svrhe pasivni su „korisnici” meteoroloških varijabli što predstavlja značajno ograničenje s obzirom na činjenicu da su fizikalni i kemijski procesi u međusobnoj interakciji, utječući jedni na druge.

Naredni korak u razvoju i primjeni bit će integracija meteorološkog i kemijskog modela tako da će se u svakoj točki i vremenskom koraku modela istovremeno rješavati kemijski i fizikalni procesi. Na taj način će se omogućiti uključivanje povratnih mehanizama koji će propagirati tijekom integracije. Ovi mehanizmi direktno utječu na meteorološke uvjete, zračenje, vidljivost, hlađenje/zagrijavanje, sadržaj vode u oblaku, životni vijek, oborinu itd. – sve što je danas isključeno.

Nova generacija modela se razvija već oko 7-8 godina i primjenjuje u istraživačke svrhe. Za sada rezultati još uvijek nisu daju dovoljno pouzdani, ali istraživanje međusobne ovisnosti procesa daje ohrabrujuće rezultate (npr. WRF-Chem, ali o oko 15-tak drugih tzv. on-line modela koji su u razvoju).