



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
**НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ**

BG05M20P001-1.001-0003
„ЦЕНТЪР ЗА ВЪРХОВИ ПОСТИЖЕНИЯ ПО ИНФОРМАТИКА И
ИНФОРМАЦИОННИ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ“
2018 - 2023

ПАРТНЬОР: НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО ГЕОФИЗИКА, ГЕОДЕЗИЯ И ГЕОГРАФИЯ – БАН



ЦЕНТЪР ЗА ВЪРХОВИ ПОСТИЖЕНИЯ ПО
ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННИ И
КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
РЕГИОНАЛНО РАЗВИТИЕ

Национален институт по геофизика,
геодезия и география (НИГГГ)-БАН



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Резултати от компютърните симулации за състоянието на атмосферата в град София

Георги Гаджев, Владимир Иванов, Ивелина Георгиева, Костадин Ганев





- Цели
- Методология
- Резултати
 - **гр. София**
 - Характеристики на полетата на симулираните концентрации на NO₂
 - Принос на различните емисионни източници към концентрациите на NO₂
 - Анализ на процесите определящи концентрациите на NO₂
 - **Орлов мост, София**
 - Характеристики на полетата на симулираните концентрации на NO₂
 - Принос на различните емисионни източници към концентрациите на NO₂
 - Анализ на процесите определящи концентрациите на NO₂
 - **кв. Бистрица, София**
 - Характеристики на полетата на симулираните концентрации на NO₂
 - Принос на различните емисионни източници към концентрациите на NO₂
 - Анализ на процесите определящи концентрациите на NO₂
- Изчислителни ресурси
- Заключение



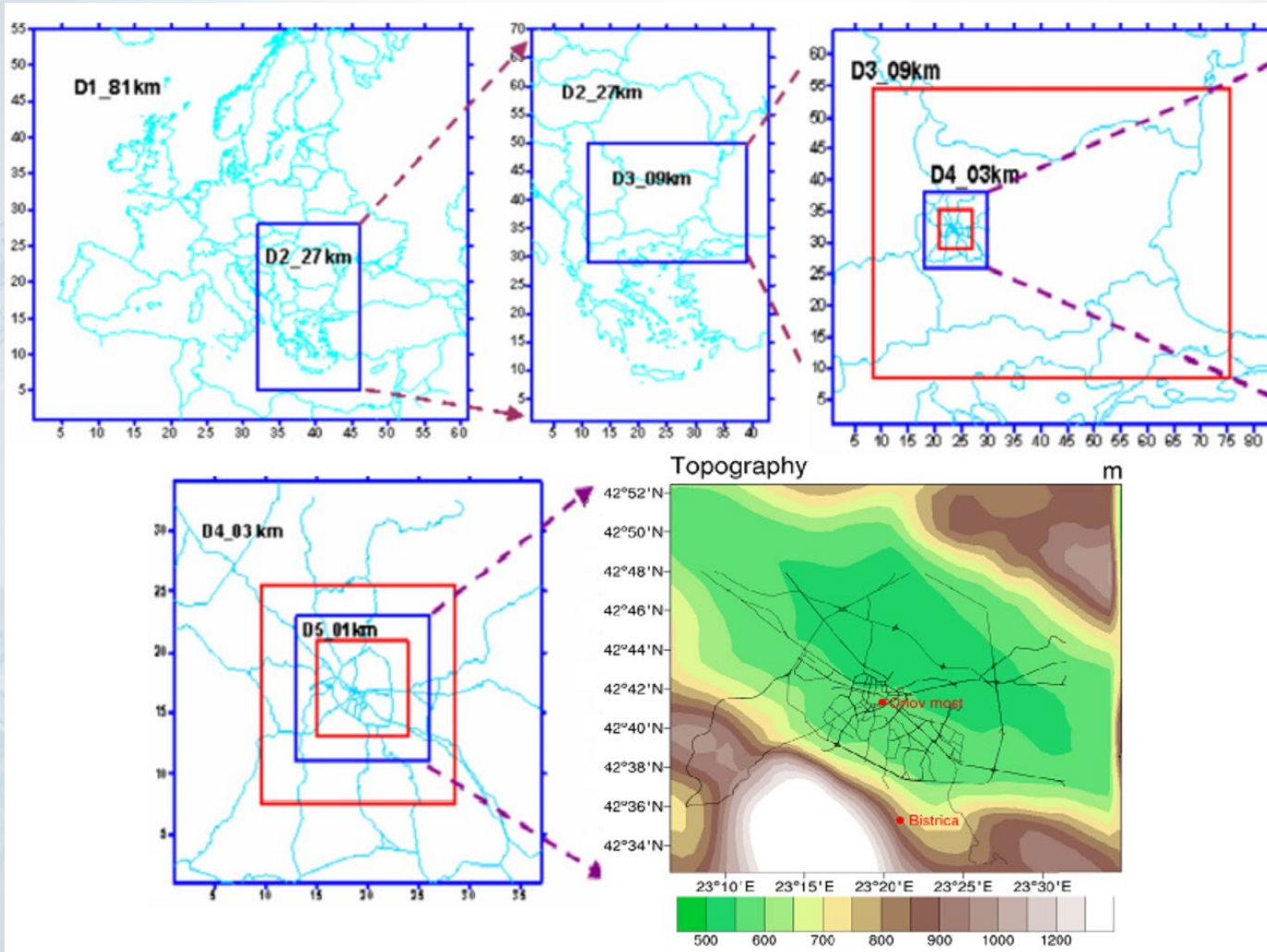
- Оценка на атмосферното замърсяване за град София – поведение на типични и екстремни характеристики в пространството и времето, осреднени годишни, сезонни и денонощни вариации
- Оценки на приноса на различните източници на замърсяване, и динамичните и химични процеси към изменението на състава на атмосферата над град София





- Инструмент за моделиране - US EPA Models-3 system
 - WRF ARW – метеорологичен модел (пре-процесор)
 - CMAQ (Community Multiscale Air Quality System) – химичен транспортен модел
 - SMOKE (Sparse Matrix Operator Kernel Emissions Modelling System) – емисионен пре-процесор
- NCEP Global Analysis Data с хоризонтална резолюция 1° са използвани като начални и гранични условия за метеорологичния модел
- За входни емисии са използвани два вида източници:
 - Национална база данни - за България
 - База данни от TNO - за районите извън страната
- Числени симулации за всеки ден и час за периода 2008 – 2014
- Използване на нестинг-процедура при която всяка следваща област е вложена в предишната (downscaling) - Европа (81 км) – Балкански полуостров (27 км) – България (9 км) – Софийски регион (3 км) – гр. София (1 км)
- Изследвана област – гр. София с хоризонтална резолюция 1 км







- Използваните емисии включват 10 категории източници (SNAP categories):
 - SNAP 1 - Горивни процеси в енергетиката редуцирани с фактор 0.8;
 - SNAP 2 - Горивни процеси в търговския, административния и жилищния сектори и в селското, горското и водното стопанство редуцирани с фактор 0.8;
 - SNAP 3 - Горивни процеси в промишлеността редуцирани с фактор 0.8;
 - SNAP 4 - Производствени процеси;
 - SNAP 5 - Добив и дистрибуция на изкопаеми горива;
 - SNAP 6 - Емисии от разтворители и други продукти;
 - SNAP 7 - Пътен транспорт редуцирани с фактор 0.8;
 - SNAP 8 - Други мобилни източници и съоръжения;
 - SNAP 9 - Третиране и депониране на отпадъци;
 - SNAP 10 - Селско и горско стопанство.
- Симулация на пет емисионни сценария за гр. София:
 - с включени емисии от всички типове източници (SNALL)
 - с включени емисии от енергетиката (SN1)
 - с включени емисии от горивни процеси от неиндустриални източници (SN2)
 - с включени емисии от горивни процеси от индустриални източници (SN3)
 - с включени емисии от пътен транспорт (SN7) за София
- Изходни полета на приземните концентрации на NO₂





– Процесите които определят формирането и промяната на концентрациите на атмосферните замърсители са следните:

- HADV – Хоризонтална адвекция
- ZADV – Вертикална адвекция
- HDIF – Хоризонтална дифузия
- ZDIF – Вертикална дифузия
- EMIS – Емисии
- DDEP – Сухо отлагане
- CLDS – Облачни процеси
- CHEM – Химични процеси
- AERO – Аерозолни процеси.

Те се анализират с процедурата “Integrated Process Rate Analysis” част от модела CMAQ

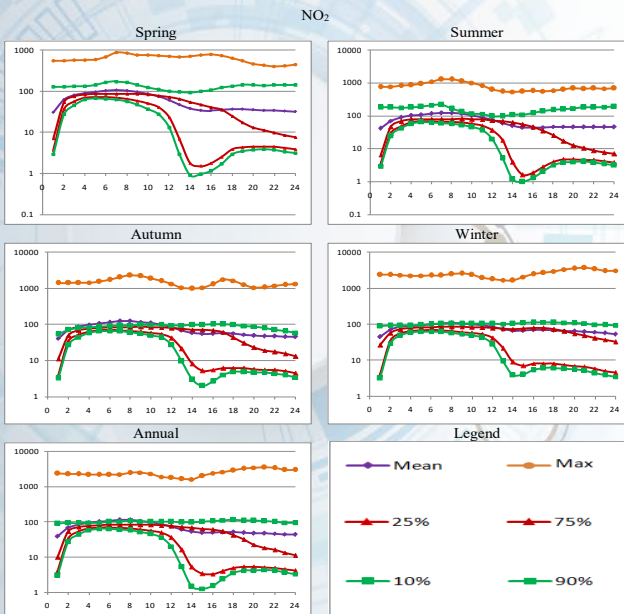




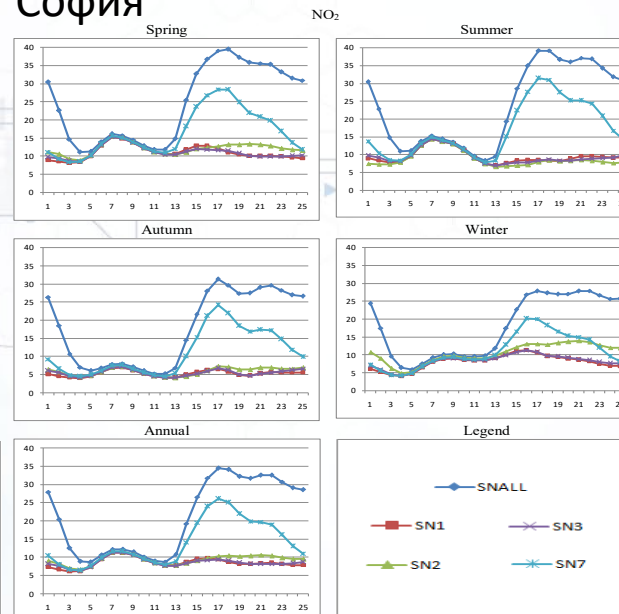
Резултати



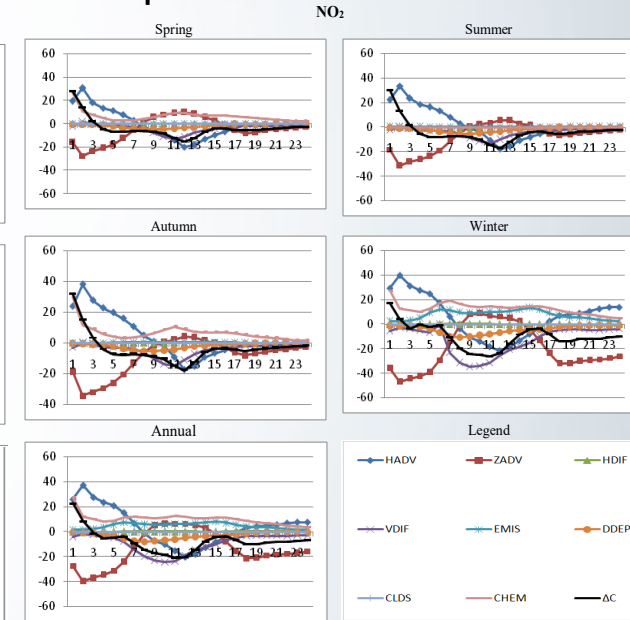
Годишни и сезонни вариации на приземните концентрации на NO₂ над София



Годишни и сезонни осреднени относителни приноси [%] на всички емисии и емисиите от отделните категории към формирането на NO₂ над София



Годишни, сезонни и дневни вариации на приносите на процесите към формирането на NO₂ [μg/m³/h], осреднени за територията на София





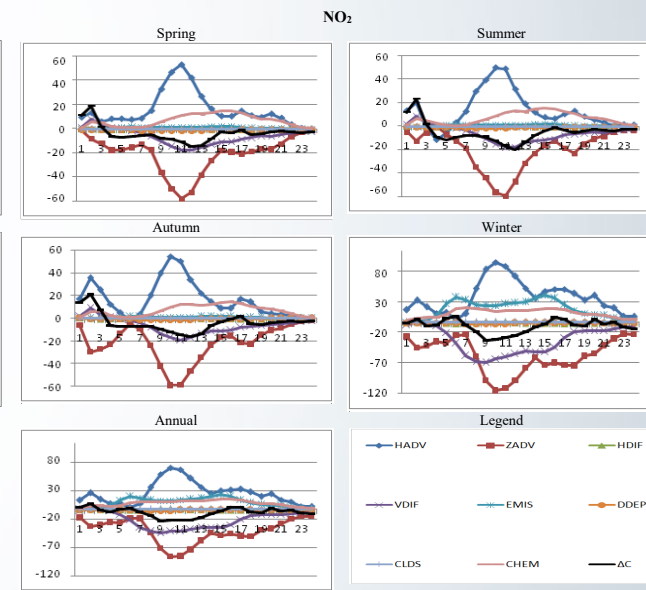
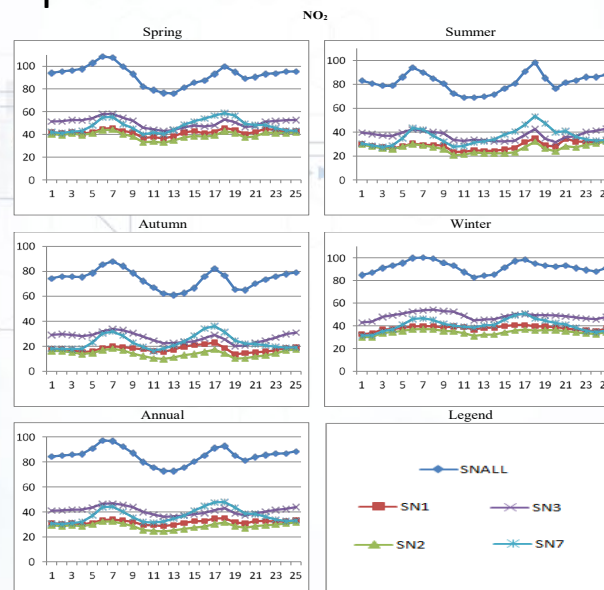
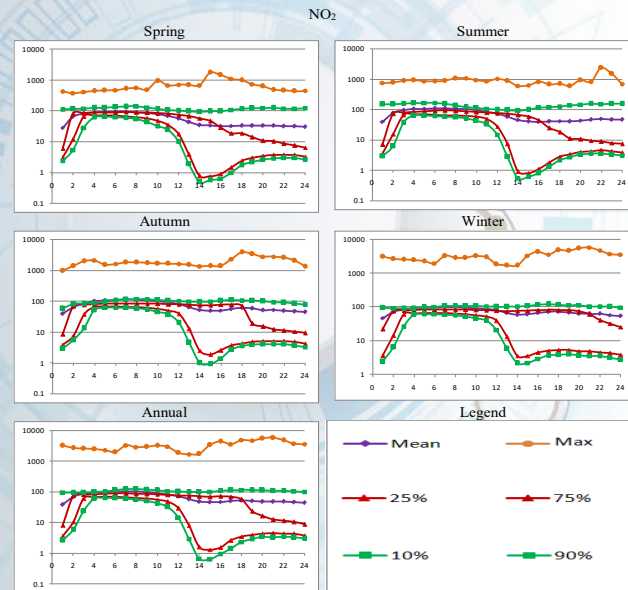
Резултати



Годишни и сезонни вариации на приземните концентрации на NO₂ над Орлов мост

Годишни и сезонни осреднени относителни приноси [%] на всички емисии и емисиите от отделните категории към формирането на NO₂ над Орлов мост

Годишни, сезонни и дневни вариации на приносите на процесите към формирането на NO₂ [µg/m³/h], осреднени за Орлов мост





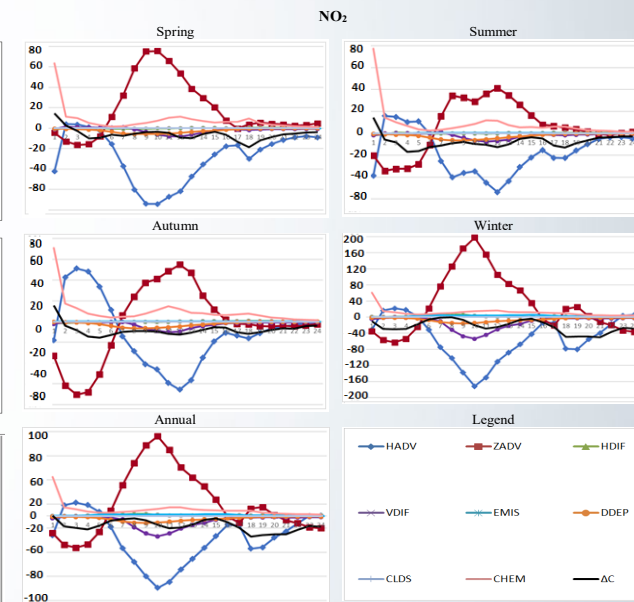
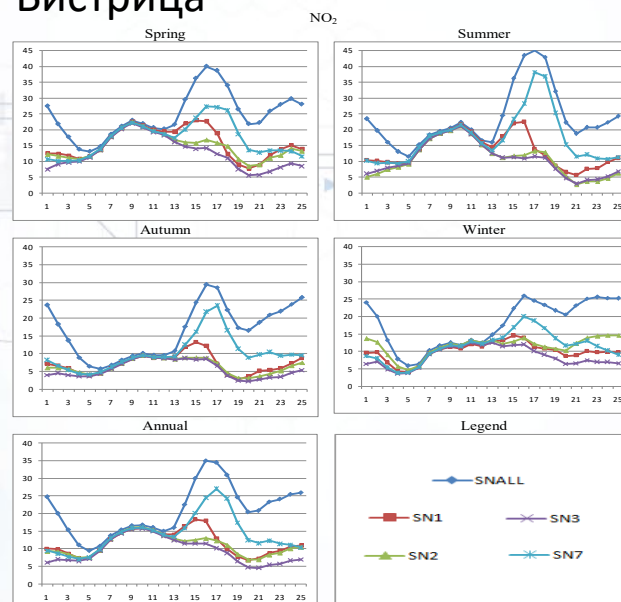
Резултати



Годишни и сезонни вариации на приземните концентрации на NO₂ над Бистрица

Годишни и сезонни осреднени относителни приноси [%] на всички емисии и емисиите от отделните категории към формирането на NO₂ над Бистрица

Годишни, сезонни и дневни вариации на приносите на процесите към формирането на NO₂ [μg/m³/h], осреднени за Бистрица





Изчислителни ресурси



- Суперкомпютър “Авитохол” ИИКТ - БАН

Time/HDD	1 Day simulation at 16 CPU		
	WRF	CMAQ and SMOKE	Total
Time	3 h	2 h	5 h
HDD	530 MB	970 MB	1.5 GB

CMAQ	CPU/HDD	D2/27km	D3/9km	D4/3km	D5/1km	Total
Time for 1 Day simulation	2 CPU (min)	2 h 40 min	1 h 10 min	1 h 36 min	32 min	5 h 58 min
	4 CPU (min)	1 h 20 min	35 min	30 min	10 min	2 h 35 min
	8 CPU (min)	20 min	20 min	17 min	6 min	63 min
	16 CPU (min)	30 min	20 min	12 min	5 min	67 min
1 day	HDD (MB)	255 MB	420 MB	70 MB	145 MB	890 MB
7 years	HDD (GB)	636 MB	1048 MB	175 MB	362 MB	2221 MB





- Концентрациите на NO₂ в Бистрица са от един и същ порядък както при Орлов мост.
- Те имат локален минимум на обяд и са по-големи в сутрешните часове поради влиянието на трафика и стабилността на атмосферата.
- Локалният минимум на концентрациите на NO₂ около обяд вероятно се дължи на по-интензивният турбулентен обмен и местната циркулация.
- Поведението на концентрациите на NO₂, е асиметрично и за двете избрани точки.
- Относителните приноси на емисиите към промяна на концентрациите могат доста да се различават, като могат да достигнат от 80% до над 100%.
- Приносите на емисиите от различните източници към приземните концентрации имат различен денонощен ход.
- Приносът на емисиите от всички източници (SNALL) към концентрациите на разглежданите замърсители е доминиращ, но е под 100%, което означава, че част от концентрациите се формират от източници извън град София поради външен пренос в областта.
- Приносът на емисиите от пътен транспорт SN7 към приземните концентрации на NO₂ е положителен и достига около 50% на най-натоварените пътни артерии. SN7 имат преобладаващи приноси към приземните концентрации на NO₂.
- Относителните приноси на SNALL и SN7 към формирането на NO₂ на най-натоварените пътни артерии имат два максимума в денонощият ход.
- Приносите на някои от процесите към промените на концентрациите могат да имат различни знаци в зависимост от типа емисии, метеорологичните условия и топографията.