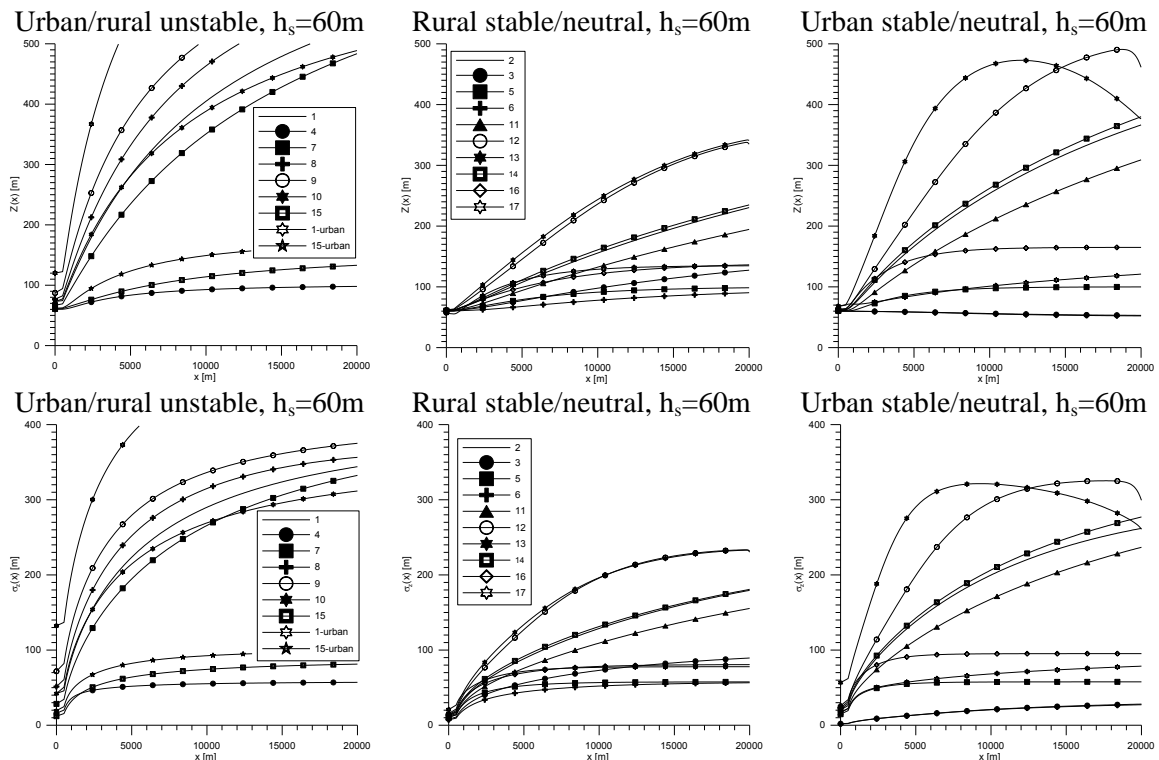


РПб: Изучаване енергията на вятъра и качеството на въздуха в България с използване на интензивни симулации в каскада от мащаби

1. Основни дейности и резултати

Задача 6.1: Система за моделиране на преноса на опасни субстанции в атмосферата за целите на ранно предупреждение и бързо реагиране. Беше разработен подход, който използва съвместно законите за съпротивление в ПГС (RL-метод) и не-Гаусов PlumeMM дифузионен модел, координиран с метода на статистическите моменти. Изучено беше влиянието на широк набор турбулентни режими, параметризирани във формат на подобие върху основни дифузионни параметри. За градски условия беше използвана концепцията за модифицирана версия на RL-метода, с въвеждане на ефективни характеристики (грапавост и други).



Фиг. 1. Сравнение на $\sigma_z(x)$ и $Z(x)$ за градски и извънградски условия при различни турбулентни режими.

Основната цел на изследването беше да се извърши сравнителен анализ на следните дифузионни характеристики: траектории, хоризонтална и вертикална дисперсия, както и статистически моменти от по-висок порядък като skewness и kurtosis, над градски и извънградски райони. Специално внимание беше обърнато на последните две характеристики. Kendal и Stuart са показали, изхождайки от общи статистико-вероятностни съображения, че между тези моменти съществува квадратична връзка, което числените експерименти потвърдиха за някои режими в атмосферата. Тази зависимост беше изследвана за широк набор устойчиви-неутрални-неустойчиви режими в ПГС.

Качествено беше изследвано в каква степен квадратичното съотношение е изпълнено, както и поведението на skewness и kurtosis за тези условия.

Методът на bulk число на Ричардсон (Rb-метод) беше разширен и модифициран за целите на параметризация за градски условия. Градският подслоей на грапавост беше избран Като референтна височина над която влиянието на градските хоризонтални нееднородности е пренебрежимо и съответно МО-теория на подобие е в сила. Беше приложена концепцията за височина на отместване и бяха въведени ефективни аеродинамични и температурни параметри на грапавост (чрез използване на проста процедура на осредняване с тегловни коефициенти). По този

начин беше дефинирано ефективно число на Ричардсон за градски райони и беше модифициран Rb-метода.

На тази основа бяха разгледани две задачи:

а) определяне на зависимостта на градските коефициенти на обмен на количество движение и топлина и на модифицираният мащаб на Обухов от стратификацията при различна височина на градските елементи (сгради),

б) изследване на чувствителността на горните параметри към съществените разлики в параметрите на грапавост за количество движение и температура, типични за градските райони.

Разгледаните ефекти са значителни, сравнени със селски местности. По тази причина предложеният подход може да бъде препоръчан за параметризиране на динамични и дифузионни процеси над градски райони.

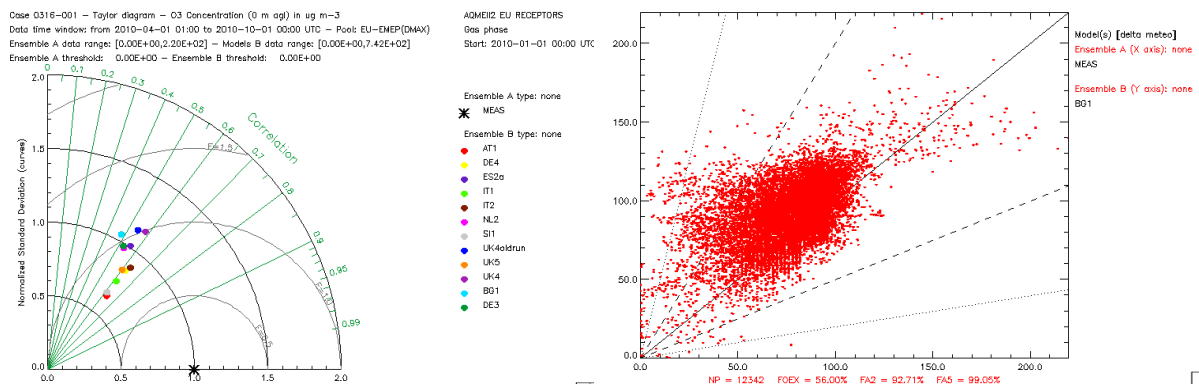
Предложената методика позволява детайлно изследване на ефектите на градиент и завъртане на вятъра, грапавост, стратификация, инверсии, бароклинност, наклон на терена, и пр. върху основни характеристики на замърсяването – траектории, дисперсии, концентрации и форма на полето на концентрациите – skewness, kurtosis. Подходът може да бъде използван при приложни задачи, включително оценка на критични и екстремни параметри на замърсяването, регулаторни процедури, параметризация на подмрежови ефекти, което ще бъде необходимо при постигане на висока разрешаваща способност на системата в градски условия.

Работният колектив по тази задача включва А. Брандийска, К. Ганев и Г. Гаджев. Някои от получените резултати са публикувани в [SG_13a, SG_13b]

Задача 6.2: Мултимасщабно моделиране на състава на атмосферата. Целта на тази задача е да се използва ГРИД-средата за създаване на интегрирана, мултимасщабна ориентирана към Балканският регион система за моделиране, която има капацитет да свърже мащабите на проблема от емисии в градски мащаб към техните транспорт и трансформация в локален и регионален мащаби. Основните дейности на този етап са:

а) участие в AQ model Inter-comparison exercise AQMEII-p2: AQMEII (*Air Quality Modelling Evaluation International Initiative*) цели провеждане на изследвания за оценка на регионални модели на качеството на въздуха в групите за атмосферно моделиране в Европа и Северна Америка. Инициативата се координира от двама председатели, съответно в Европа и Северна Америка. Тя се поддържа от Joint Research Centre/IES, Environment Canada и US-EPA които изпълняват ролята на регионални "focal points". Целите на AQMEII са:

- Обмен на знания в областта на регионалното моделиране на качеството на въздуха,
- Идентификация на пропуските в знанията за качество на въздуха,
- Развитие на методики за оценка на несигурността,,
- Формулиране на обща стратегия за развитие на моделите и на бъдещи изследователски приоритети,
- Развитие на методики за оценка на моделите с цел повишаване на знаието за процесите и поддръжка на използването на моделите за формулиране на политики,
- Подготовка на координирани изследователски проекти и упражнения за сравнение на модели.



Фиг. 2. Сравнение на озоновите дневни максимуми с данни от измервания

За да бъдат резултатите достъпни за всички групи беше решено да се използва системата ENSEMBLE за архижиране и използване на данните. Тази система е web-базирана платформа за сравняване на модели и анализ на мулти-моделни ансамбли с вградени много on-line статистически и графични инструменти. Системата ENSEMBLE приема данните в специално създаден формат. Участващите групи предават информацията на JRC посредством FTP.

Пример за някои резултати на българската група са дадени на Фиг. 2.

б) пресмятане на някои индекси на качеството на въздуха: Вече конструирания ансамбъл на приземни озонни концентрации е използван за пресмятане на индекси, които оценяват влиянието на озонното замърсяване върху човешкото здраве и екосистемите:

AOT40C/F - Accumulated over threshold of 40 ppb in the day-time hours during the period from May 1 to July 31 concentrations, which are damaging *crops* when they exceed 3000 ppb.hours and for *forests* (during the period from April 1 to September 30), which are damaging *crops* when they exceed 10000 ppb.hours.

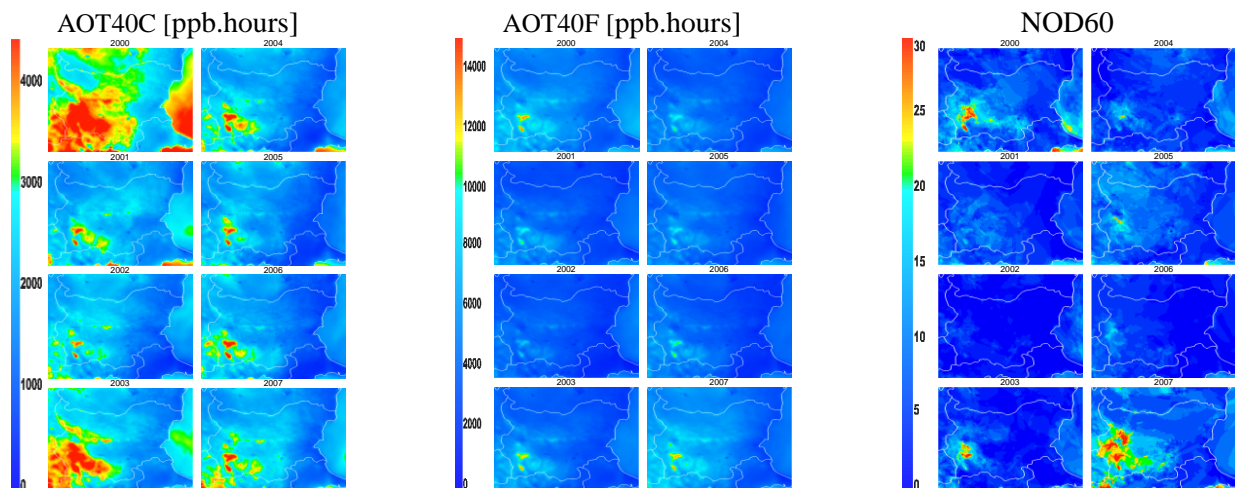
NOD60 - Number of days in which the running 8-hour average over ozone concentration exceeds at least once the critical value of 60 ppb. If the limit of 60 ppb is exceeded in at least one 8-hour period during a given day, then the day must be classified as “bad”. People with asthmatic diseases have difficulties in “bad” days.

AOT40C стойности (Accumulated Over Threshold) – акумулирано количество над граница от 40 ppb в часовете на деня през периода от 1 май до 31 юли), което е вредно за посевите когато стойностите надхвърлят 3000 ppb.ч.

AOT40F стойности (AOT40 пресметнато за период от 1 април до 30 септември), което вреди на горите, когато стойностите са над 10000 ppb.ч.

NOD60 (Number Of Days – брой дни, в които 8 – часовите пълзящи средни на озона за всеки час на деня надхвърлят критична стойност от 60 ppb (120 $\mu\text{g}\text{m}^{-3}$). Ако поне веднъж пред деня се надхвърли границата от 60 ppb, денят се отчита като “лош”. Хора с астматични болести имат проблеми в “лошите” дни, затова е желателно да няма такива дни.

Примери за такива индекси са дадени на Фиг. 3.

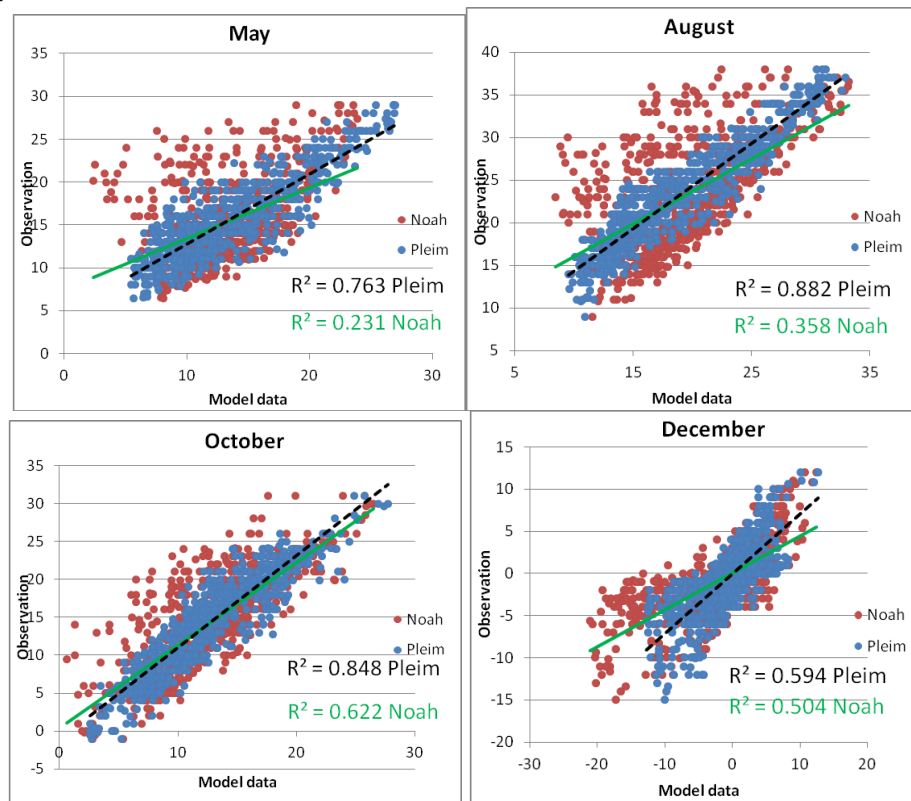


Фиг. 3. Карти на AOT40C, AOT40F и NOD60 за години 2000-2007

в) конфигурация на модела и числени експерименти за градски райони: Моделът WRF конфигуриран и за провеждане на компютърни симулации за района на София с разрешаваща способност 1km. Бяха проведени симулации за сравнение на два “land surface” модела - Noah-MP, Pleim Xiu. Noah-MP е по-сложния от моделите, включвайки допълнителни опции за описание на повърхността: няколко опции за растителност, снежна покривка, езера от базата MODIS, замръзнали почви и др. Pleim е сравнително по-прост модел, но също с доста богати възможности за описание на подложната повърхност.

Сравнението на моделните резултати с данни от измерванията (Фиг. 4) показва, обаче, че в конкретния случай моделът Pleim се представя категорично по-добре.

Работният колектив по тази задача включва Д. Сираков, К. Ганев и Г. Гаджев, И. Иванова, В. Иванов. Някои от получените резултати са публикувани в [GGMSP_13a - GGMSP_13e, GGPSM_13].



Фиг. 4. “Scatter diagrams” на симулирани vs измерени приземни температури за моделите Noah-MP, Pleim Xiu

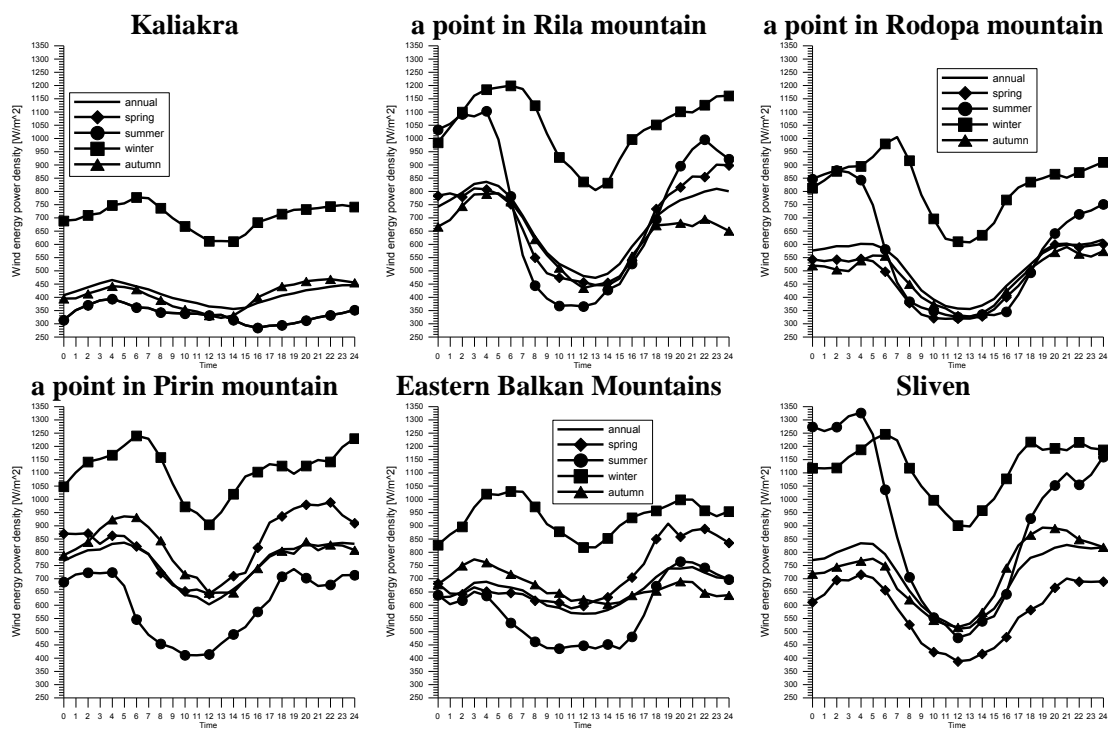


Fig. 5. Денонощен ход на плътността на мощността на вятъра [W/m^2] за няколко точки в България, осреднена годишно и за четирите сезона

Задача 6.3: *Изследване за потенциалните източници на възобновяема енергия в България.* 8 годишни симулации за цяла България с по-малка разрешаваща способност (3 км) са вече направени. В получените данни има информация за средните скорости на вятъра на различни височини, ветровата енергия, изчислена с влиянието на температурата, налягането и влажността. Разработен е спомагателен софтуеър за изтегляне на нужната информация от базата данни. Тази информация може да бъде предоставена на карти, или изображения на разпределението на вятъра (виж Фиг.5) и ще бъде лесно достъпна за интерпретация на заинтересуваните страни за построяване и развитието на ветро-енергийните паркове. Работният екип по тази задача включва Г. Й. Георгиев, К. Ганев и В. Иванов. Някои от получените резултати ще бъдат публикувани в [JGGMSP_12, JGGMSP_13].

2. Публикации по темата на проекта, където е цитиран проект ДЦВП-02/1/29.12.2009

а) излезли от печат:

[JGGMSP_12] G. Jordanov, G. Gadzhev, K. Ganev, N. Miloshev, D. Syrakov, M. Prodanova, (2012) Numerical study of the wind energy potential in Bulgaria – some preliminary results, AIP Conf. Proc. 1487, 71; doi: 10.1063/1.4758943, 71-78

[GGMSP_13a] G. Gadzhev, K. Ganev, N. Miloshev, D. Syrakov, M. Prodanova (2013) Numerical study of the atmospheric composition in Bulgaria, Computers and Mathematics with Applications 65, doi:10.1016/j.camwa.2012.07.002, 402–422

[GGPSM_13] G. Gadzhev, K. Ganev, M. Prodanova, D. Syrakov, N. Miloshev (2013) Some statistical evaluations of numerically obtained atmospheric composition fields in Bulgaria, Proceedings of the 15th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, ISBN 978-84-695-7353-5, 373-377

[SG_13a] E. Syrakov, K. Ganev (2013) Extension and modification of the bulk Richardson number method for parameterization of exchange and interaction processes over urban areas, Proceedings of the 15th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, ISBN 978-84-695-7353-5, 539-542

[GGMSP_13b] G. Gadzhev, K. Ganev, N. Miloshev, D. Syrakov, M. Prodanova (2013) Numerical study of the atmospheric composition climate in Bulgaria, Ecology & Safety, Volume 7, ISSN 1313-2563, 63-82

б) приети за печат

[GGMSP_13c] G. Gadzhev, K. Ganev, N. Miloshev, D. Syrakov, M. Prodanova (2013) Analysis of the Processes which Form the Air Pollution Pattern Over Bulgaria, Proceedings of the 9th International Conference on "Large-Scale Scientific Computations", June 3 - 7, 2013, Sozopol, BULGARIA

[GGMSP_13d] G. Gadzhev, K. Ganev, N. Miloshev, D. Syrakov, M. Prodanova (2013) Some Basic Facts About the Atmospheric Composition in Bulgaria –Grid Computing Simulations, Proceedings of the 9th International Conference on "Large-Scale Scientific Computations", June 3 - 7, 2013, Sozopol, BULGARIA

[GGMSP_13e] G. Gadzhev, K. Ganev, N. Miloshev, D. Syrakov, M. Prodanova (2013) Numerical study of the atmospheric composition climate of Bulgaria, II Conferense in physical sciences, Sofia, Bulgaria

[JGGMSP_13] G. Jordanov, G. Gadzhev, K. Ganev, N. Miloshev, D. Syrakov, M. Prodanova (2013) Numerical study of the wind energy potential in Bulgaria, II Conferense in physical sciences, Sofia, Bulgaria

в) изпратени за публикуване:

[SG_13b] E. Syrakov, K.Ganev (2013)Extension and modification of the bulk Richardson number method for parameterization of exchange and interaction processes over urban areas (submitted to International Journal of Environment and pollution, ISSN: 0957-4352)

г) в процес на подготовка

Дисертация на Г.Гаджев за придобиване на образователна и научна степен “доктор”

3. Презентации и доклади

4. Други