

**II Национална научна
конференция по околна среда**

18-20.03.2025 г.

Е-книга: РЕЗЮМЕТА



E-book: ABSTRACTS

**II National Scientific Conference
on the Environment**

18-20.03.2025

София, март 2025 г.

Е-книга с разширени резюмета:

II Национална научна конференция по околна среда – 18–20.03.2025 г., НИМХ, София

Под редакцията на доц. Елена Христова и доц. Татяна Спасова

Редактор: доц. Татяна Спасова

Технически редактор: Габриела Каменова



Национален институт по метеорология и хидрология

ISBN 978-954-90537-4-6

СЪДЪРЖАНИЕ

Програма на конференцията	9
Наблюдения и асимилация на данни за земната атмосфера, хидросфера и биосфера	
Многослойна отворена мрежа за наблюдение на околната среда и климата – METER.AC	
<i>Атанас Терзийски, С. Тенев, В. Желязков, Н. Кочев, В. Паскалева, Г. Танчева, Н. Петров, Л. Димитрова, Х. Ангелов, Л. Илиев, Н. Желязкова, Л. Радева, Е. Дойчев, Г. Димитров</i>	18
Климатични изследвания и екстремни метеорологични явления	
Особености на климатичните изменения на валежите в България	
<i>Лилия Бочева, К. Малчева, Ц. Николова</i>	21
Очаквани промени в атмосферното налягане до края на XXI век за Балканския полуостров и Черно море	
<i>Елисавета Пенева, М. Матов</i>	23
Съвременни тенденции в режима на снежната покривка, зимните валежи и температури в планинските райони на България	
<i>Д. Николов, Цветан Димитров</i>	25
Климатични проекции на екстремните валежи в България	
<i>Рилка Вълчева</i>	27
2024 година – най-топлата година за България досега	
<i>Лилия Бочева, К. Малчева, Д. Тодорова</i>	29
Внезапни засушавания в България през периода 1991–2020 г.	
<i>Радослав Евгениев, К. Малчева</i>	31
Води – реки, подземни води, Черно море	
Честотен анализ на хидроложките засушавания в поречието на река Росица	
<i>Йордан Димитров</i>	34
Пролетното пълноводие на река Дунав и влиянието му върху подкисляването на крайбрежните води в Северна България	
<i>Надежда Друмева, В. Дончева</i>	36
Валидиране на хидроложките резултати на съчетан модел SURFEX-CTRIIP за България	
<i>Ерам Артинян, П. Царев</i>	38
Маловодието в България през 2024 година	
<i>С. Балабанова, Силвия Стоянова, В. Стоянова</i>	40
Оценка на инвестициите при реконструкция на водоснабдителни системи	
<i>Станислав Дарачев</i>	42

Подходи за ресурсни оценки и воден баланс на територията на Дунавски район	
<u>Мая Ранкова</u>	44
Река Янтра – хидроложки анализи и моделиране на речния отток	
<u>Елена Божилова</u>	46
Оценка на ЕТ в района на НАО Рожен по данни от модели и от реални измервания	
<u>Росица Стефанова</u>	48
Пилотно изчисление на ключова крива с програмата BaRatinAGE за ХМС №72520 – река Стряма, гр. Баня, обл. Пловдив	
<u>Катя Паралска</u>	50
DANA във Валенсия – причини и последствия	
<u>Росен Коручев</u>	52
Състояние на подземните води през сухата 2024 година	
<u>М. Иванов, Евелина Дамянова, М. Илиева, Г. Друмева</u>	54
Идентифициране и смекчаване на уязвимостта на водоснабдяването и екологичния отток при климатични промени и продължително засушаване	
<u>Ирена Илчева, В. Захариева, К. Любенова, А. Йорданова, Г. Друмева, В. Райнова</u>	56
Наводненията в България през 2024 година	
<u>Валерия Йорданова</u>	58
Специализиран софтуер за анализ на хидроложки наблюдения на реки, кладенци и извори	
<u>Пламен Ангелов</u>	60
Създаване на прогностичен модел за водосбора на река Велека	
<u>Георги Кошинчанов</u>	62
Отводняване на пътища в урбанизирани територии – теория и практика	
<u>Станислав Дарачев</u>	64
Влияние на метеорологичната суша върху речния отток в басейна на река Янтра	
<u>Антоана Димитрова, Н. Николова, К. Радева, С. Матев, З. Марчева</u>	66
Ресурс на повърхностните водни тела и оценка на средно-многогодишните стойности за района на р. Огоста и реки, западно от р. Огоста	
<u>Борислав Вучков</u>	68
Анализиране на висока вълна по река Велека	
<u>Теодор Колев</u>	70
Моделиране на оттока във водосбора на река Осъм с полуразпределен хидроложки модел	
<u>Силвия Стоянова</u>	72
Стабилизиран метод на крайните елементи за модел от типа „повърхностен-подповърхностен отток“ на водосборния басейн	74
<u>Илия Попстоянов</u>	

Прогноза за времето и предупреждения за екстремни метеорологични явления

Изготвяне на прогноза за времето за о. Ливингстън с помощта на информационната прогностична система на Европейския център за средносрочни прогнози (IFS-ECMWF)

Анастасия Стойчева, Б. Маркова, А. Кулишев 77

Суперклетъчна буря, развила се на 13.06.2024 – термодинамични условия, радарни характеристики, еволюция и структура

Ц. Димитрова, С. Георгиев, Надежда Кадийска 79

Определяне на местоположението на фидерните облаци в системата на конвективна буря въз основа на радарни наблюдения

Е. Лившиц, Ц. Димитрова, Виктория Пенчева, Д. Бончев 81

Горещите вълни в България през юли и август 2023 година

Ралена Илиева, Б. Косташки 83

Средносрочна оценка на $T_{\min}$ и $T_{\max}$ от числени модели и от синоптиците в НИМХ

Христо Христов 85

Честота на мълниите над Българското черноморско крайбрежие по райони за периода 2005–2015 година според системата ZEUS за регистриране на мълнии

Доротея Колева, С. Петрова 87

Опасни метеорологични явления в България през 2024 година

Красимир Стоев, Б. Маркова, Р. Илиева, М. Попова 89

Агromетеорологични условия – предизвикателства за агротехнологиите

Нисковъглеродни практики в селското и горското стопанство за смекчаване на причините за климатичните промени до 2030 година

Жечко Йорданов, В. Казанджиев 92

Влияние на вегетационните валежи върху продуктивността на царевицата в района на Кнежа за периода 1991–2020 година

Наталия Петровска 94

Здравословно състояние на полезащитните горски пояси в Североизточна България

Георги Георгиев, М. Георгиева, Й. Додев, С. Белилов, В. Иванов, М. Кечев, П. Мирчев, Л. Георгиева 96

Честота на типове повреди от абиотичен стрес при производството на пшеница в района на Добруджа

Галина Михова, Д. Николова 98

Защита на земеделски земи от наводнения край река Дунав

Станислав Красев 100

Закаляване и студоустойчивост на зимна обикновена пшеница в условия на климатични промени <i>Димитрина Николова, Г. Михова, Т. Петрова, С. Рачев</i>	102
Подобряване на цифровизацията и валоризацията на растителното разнообразие в България и Словакия <i>Николая Велчева, А. Стоянова-Дойчева, Л. Мендел, Ц. Стоилова, С. Петрова, П. Малинов, С. Маданска, И. Чичова, Е. Зетохова, Р. Хауптвогел, М. Варга, П. Чилик</i>	104
Определяне на изискванията за охлаждане (към студови единици) през периода на дълбок покой за отглеждане на череша (<i>Prunus avium</i> L.) в България <i>Петя Малашева, В. Георгиева, В. Казанджиев</i>	106
Замърсяване на въздуха, екология и човешко здраве	
Влияние на битовото горене върху качеството на въздуха в малки населени места – подходът на CONSPIRO <i>Б. Велева, Елена Христова, Е. Георгиева, Р. Mares, М. Fedorenko, М. Sanetnik, М. Zorn, Р. Pipan, А. Siegmund, S. Fisher, J. Novorka</i>	109
Динамика на замърсяването с прахови частици в транспортна микросреда в гр. Бургас <i>Деница Петрова, Н. Тодоров</i>	111
Влияние на аерозолите върху наелектризирането на морски и континентални гръмотевични облаци <i>Савка Петрова, Р. Мицева</i>	113
Климат на замърсяването в градска среда и връзката му със социалнозначими заболявания <i>Стоян Георгиев, Р. Димитрова, А. Джамбов</i>	115
Подобрения в моделирането на качеството на въздуха в градска среда в локален мащаб <i>М. Велизарова, Ренета Димитрова</i>	117
Алтернативни методи за оценка на здравния риск в резултат на експозиция от ултрафини прахови частици <i>Цвета Георгиева, Т. Панев</i>	119
Потенциална взаимовръзка между фините прахови частици и аерофилните микроорганизми <i>Б. Григорова-Пешева, Георги Кадинов</i>	121
Оценка на точността на ансамбловия модел CAMS – ENS за 2023 година спрямо данни за качеството на атмосферния въздух в България – предварителни резултати <i>Христина Кирова, Е. Георгиева, Н. Нейкова</i>	123
Измерване на слънчевата радиация в България – проблеми и решения <i>Ваня Манева</i>	125

Характеристики на общата бета активност на атмосферата в България <i>Б. Велева, <u>Емилия Йорданова</u>, Н. Ванкова, Е. Христова</i>	127
Траекторни статистически методи като спомагателни инструменти при изследвания, свързани с произхода на ФПЧ <i>Розета Нейкова, Е. Христова</i>	129
Резултати от три години измервания на Black Carbon в София <i>Надя Нейкова, Б. Велева, Е. Христова</i>	131
Влияние на свръхпреработените храни върху човешкото здраве, климата и природата <i>Зорница Спасова</i>	133
Особености на атмосферното замърсяване в град София по данни от ИАОС за периода 2009–2024 година <i>Георги Гаджев, П. Мухтаров, В. Иванов, И. Георгиева, Н. Милошев, К. Ганев</i>	135
Сезонни промени в концентрациите на потенциално токсични метали в повърхностните води на река Караагач – оценка на замърсяването и потенциалния екологичен риск <i>С. Милева, Х. Мутлу, С. Сюлемайн, В. Георгиева, <u>Ления Гонсалвеш</u></i>	137
Емисии на ФПЧ и ПАВ при изгаряне на биомаса <i>Илияна Найденова, О. Сандов, Ц. Георгиева, Т. Панев, М. Цонева, А. Димитрова</i>	139
Физико-химичен състав на валежите в град София <i>Е. Христова, <u>Лора Вълчева</u></i>	141

Организатори на конференцията

Организационен комитет

Доц. д-р Ирена Илчева
Доц. д-р Елена Христова
Доц. д-р Веска Георгиева
Доц. д-р Елена Божилова
Доц. д-р Лилия Бочева
Гл. ас. д-р Анастасия Стойчева
Гл. ас. д-р Мая Ранкова
Технически сътрудници – Лора Вълчева,
Борислав Вучков, Лилия Николова

Научен комитет

Проф. дн Димитър Сираков, НИМХ
Проф. д-р Таня Маринова, НИМХ
Проф. д-р Пламен Нинов, НИМХ
Проф. д-р Христомир Брънзов, НИМХ
Проф. д-р Валентин Казанджиев, НИМХ
Проф. д-р Снежанка Балабанова, НИМХ
Доц. д-р Татяна Спасова, НИМХ
Доц. д-р Боряна Ценова, НИМХ
Доц. д-р Христо Червенков, НИМХ
Чл.-кор. проф. дфн Коста Ганев, НИГГГ, БАН
Проф. д-р Нели Грозева – зам.-ректор по учебната и информационната дейност, Тракийски университет, Стара Загора
Проф. д-р Владислав Попов – зам.-ректор по научната дейност, Аграрен университет, Пловдив
Проф. д-р Виолета Божанова – председател на Селскостопанска академия
Проф. д-р Николай Лисев, Университет по архитектура, строителство и геодезия
Доц. д-р Весела Захаријева, Университет по архитектура, строителство и геодезия
Доц. д-р Атанас Севов – декан на Факултет по агрономство, Аграрен университет, Пловдив
Доц. д-р Гургана Герова, Софийски университет „Св. Климент Охридски“
Доц. д-р Елисавета Пенева, Софийски университет „Св. Климент Охридски“
Доц. д-р Петър Гергинов, Геологически институт, БАН

II Национална научна конференция по екология на НИМХ се проведе под патронажа на Министъра на околната среда и водите и с медийното съдействие на Българската телеграфна агенция и Българското национално радио.

ПРОГРАМА

18 март 2025 г. **ЗАЛА „АКАД. СПАС ВАЦОВ“**

08:30 – 10:00 Регистрация

10:00 – 10:30 **Официално откриване на конференцията**

Проф. д-р Таня Маринова, и.д. Генерален директор на НИМХ

Проф. д-р Христомир Брънзов, Председател на Научен съвет на НИМХ

10:30 – 11:00 **Обща снимка**

Климатични изследвания и екстремни метеорологични явления

Водещ на сесията: **доц. д-р Христо Червенков**

11:00 – 11:15 Особености на климатичните изменения на валежите в България

Лилия Бочева, К. Малчева, Ц. Николова

11:15 – 11:30 Очаквани промени в атмосферното налягане до края на XXI век за Балканския полуостров и Черно море

Елисавета Пенева, М. Матов

11:30 – 11:45 Съвременни тенденции в режима на снежната покривка, зимните валежи и температури в планинските райони на България

Д. Николов, Цветан Димитров

12:00 – 13:30 ОБЕДНА ПОЧИВКА

13:30 – 14:00 **Откриване на обновения павилион за аерологичен сондаж в
Централната метеорологична обсерватория**

Прогноза за времето и предупреждения за екстремни метеорологични явления

Водещ на сесията: **доц. д-р Васко Гълъбов**

14:15 – 14:30 Изготвяне на прогноза за времето за о. Ливингстън с помощта на информационната прогностична система на Европейския център за средносрочни прогнози (IFS-ECMWF)

Анастасия Стойчева, Б. Маркова, А. Кулишев

14:30 – 14:45 Суперклетъчна буря, развила се на 13.06.2024 – термодинамични условия, радарни характеристики, еволюция и структура

Ц. Димитрова, С. Георгиев, Надежда Кадийска

14:45 – 15:00 Определяне на местоположението на фидерните облаци в системата на конвективна буря въз основа на радарни наблюдения

Е. Лившиц, Ц. Димитрова, Виктория Пенчева, Д. Бончев

15:00 – 15:30 КАФЕ ПАУЗА

15:30 – 15:45 Горещите вълни в България през юли и август 2023 г.

Ралена Илиева, Б. Косташки

15:45 – 16:00 Средносрочна оценка на $T_{\min}$ и $T_{\max}$ от числени модели и от синоптиците в НИМХ

Христо Христов

16:00 – 17:00 **Представяне на постери (по 2 минути на постер)**

19 март 2025 г. **ЗАЛА „АКАД. СПАС ВАЦОВ“**

Наблюдения и асимилация на данни за земната атмосфера, хидросфера и биосфера

Водещ на сесията: **доц. д-р Лилия Бочева**

9:00 – 9:15 Подбор на местоположения на метеорологични радари за площна количествена оценка на валежите на територията на България

П. Вапцаров, Орлин Георгиев

9:15 – 9:30 Многослойна отворена мрежа за наблюдение на околната среда и климата – METER.AC

Атанас Терзийски, С. Тенев, В. Желязков, Н. Кочев, В. Паскалева, Г. Танчева, Н. Петров, Л. Димитрова, Х. Ангелов, Л. Илиев,

Н. Желязкова, Л. Радева, Е. Дойчев, Г. Димитров

9:30 – 9:45 The GCOS Reference Upper Air Network

Rudi Dirksen

9:45 - 10:00 Lindenberg Observatory — past, present and future

Цветан Симеонов

10:00 – 10:30 **КАФЕ ПАУЗА**

Агromетеорологични условия – предизвикателства за агротехнологиите

Водещ на сесията: **проф. д-р Валентин Казанджиев**

10:30 – 10:45 Нисковъглеродни практики в селското и горското стопанство за смекчаване на причините за климатичните промени до 2030 г.

Жечко Йорданов, В. Казанджиев

10:45 – 11:00 Влияние на вегетационните валежи върху продуктивността на царевицата в района на Кнежа за периода 1991–2020 г.

Наталия Петровска

11:00 – 11:15 Здравословно състояние на ползащитните горски пояси в Североизточна България

Георги Георгиев, М. Георгиева, Й. Додев, С. Белилов, В. Иванов, М. Кечев, П. Мирчев, Л. Георгиева

11:15 – 11:30 Честота на типове повреди от абиотичен стрес при производството на пшеница в района на Добруджа

Галина Михова, Д. Николова

11:30 – 11:45 Защита на земеделски земи от наводнения край река Дунав

Станислав Красев

12:00 – 13:30 **ОБЕДНА ПОЧИВКА**

Води – реки, подземни води, Черно море

Водещ на сесията: **гл. ас. д-р Валерия Йорданова**

- 13:30 – 13:45 Честотен анализ на хидроложките засушавания в поречието на река Росица
Йордан Димитров
- 13:45 – 14:00 Изучаване кръговрата на водата чрез използване на природните ѝ изотопи
Марин Иванов, Е. Дамянова
- 14:00 – 14:15 Пролетното пълноводие на река Дунав и влиянието му върху подкисляването на крайбрежните води в Северна България
Надежда Друмева, В. Дончева
- 14:15 – 14:30 Валидиране на хидроложките резултати на съчетан модел SURFEX- CTRIP за България
Ерам Артинян, П. Царев
- 14:30 – 14:45 Маловодието в България през 2024 г.
С. Балабанова, Силвия Стоянова, В. Стоянова
- 14:45 – 15:15 Оценка на инвестиции при реконструкция на водоснабдителни системи
Станислав Дарачев

15:15 – 15:30 **КАФЕ ПАУЗА**

15:30 – 16:30 **ПОСТЕРНА СЕСИЯ ЗАЛА „АКАД. ЛЮБОМИР КРЪСТАНОВ“**

20 март 2025 г. **ЗАЛА „АКАД. СПАС ВАЦОВ“**

Замърсяване на въздуха, екология и човешко здраве

Водещ на сесията: **проф. д-р Емилия Георгиева**

- 9:00 – 9:15 Ефект от зони за ниски емисии от транспорта върху качеството на атмосферния въздух
Димитър Атанасов, Т. Спасова
- 9:15 – 9:30 Влияние на битовото горене върху качеството на въздуха в малки населени места – подходът на CONSPIRO
Б. Велева, Елена Христова, Е. Георгиева, Р. Mares, М. Fedorenko, М. Sanetnik, М. Zorn, Р. Pipan, А. Siegmund, S. Fisher, J. Hovorka
- 9:30 – 9:45 Динамика на замърсяването с прахови частици в транспортна микросреда в гр. Бургас
Деница Петрова, Н. Тодоров
- 9:45 – 10:00 Влияние на аерозолите върху наелектризирането на морски и континентални гръмотевични облаци
Савка Петрова, Р. Мицева
- 10:00 – 10:30 **КАФЕ ПАУЗА**
- 10:30 – 10:45 Климат на замърсяването в градска среда и връзката му със социалнозначими заболявания
Стоян Георгиев, Р. Димитрова, А. Джамбов
- 10:45 – 11:00 Подобрения в моделирането на качеството на въздуха в градска среда в локален мащаб
М. Велизарова, Ренета Димитрова
- 11:15 – 11:30 Алтернативни методи за оценка на здравния риск в резултат на експозиция от ултрафини прахови частици
Цвета Георгиева, Т. Панев
- 11:30 – 12:00 Потенциална взаимовръзка между фините прахови частици и аерофилните микроорганизми
Б. Григорова-Пешева, Георги Кадинов

12:15 – 12:45 Награди за най-добър постер – **само за млади учени!!!**

12:45 Закриване на конференцията

ПОСТЕРНА СЕСИЯ

19 март 2025 г., 15:15 – 16:30, **ЗАЛА „АКАД. ЛЮБОМИР КРЪСТАНОВ“**

Наблюдения и асимилация на данни за земната атмосфера, хидросфера и биосфера

- 1 90 години високопланинска метеорологична станция Черни връх
Д. Хаджиев, Станислава Радева, А. Петров, Ч. Евтимов, Д. Делчев, Г. Златанов, Б. Димитров

Климатични изследвания и екстремни метеорологични явления

- 2 Климатични проекции на екстремните валежи в България
Рилка Вълчева
- 3 2024 година – най-топлата година за България досега
Лилия Бочева, К. Малчева, Д. Тодорова
- 4 Внезапни засушавания в България през периода 1991–2020 г.
Радослав Евгениев К. Малчева

Води – реки, подземни води, Черно море

- 5 Подходи за ресурсни оценки и воден баланс на територията на Дунавски район
Мая Ранкова
- 6 Река Янтра – хидроложки анализи и моделиране на речния отток
Елена Божилова
- 7 Оценка на ЕТ в района на НАО Рожен по данни от модели и от реални измервания
Росица Стефанова
- 8 Пилотно изчисление на ключова крива с програмата BaRatinAGE за ХМС №72520 – р. Стряма, гр. Баня, обл. Пловдив
Катя Паралска
- 9 DANA във Валенсия – причини и последствия
Росен Коручев
- 10 Състояние на подземните води през сухата 2024 г.
М. Иванов, Евелина Дамянова, М. Илиева, Г. Друмева
- 11 Идентифициране и смекчаване на уязвимостта на водоснабдяването и екологичния отток при климатични промени и продължително засушаване
Ирена Илчева, В. Захариева, К. Любенова, А. Йорданова, Г. Друмева, В. Райнова

- 12 Наводненията в България през 2024 година
Валерия Йорданова
- 13 Специализиран софтуер за анализ на хидроложки наблюдения на реки, кладенци и извори
Пламен Ангелов
- 14 Създаване на прогностичен модел за водосбора на река Велека
Георги Кошинчанов
- 15 Отводняване на пътища в урбанизирани територии – теория и практика
Станислав Дарачев
- 16 Влияние на метеорологичната суша върху речния отток в басейна на река Янтра
Антоана Димитрова, Н. Николова, К. Радева, С. Матев, З. Марчева
- 17 Ресурс на повърхностните водни тела и оценка на средномногогодишните стойности за района на р. Огоста и реки, западно от р. Огоста
Борислав Вучков
- 18 Анализиране на висока вълна по река Велека
Теодор Колев
- 19 Моделиране на оттока във водосбора на река Осъм с полуразпределен хидроложки модел
Силвия Стоянова
- 20 Стабилизиран метод на крайните елементи за модел от типа „повърхностен- подповърхностен отток“ на водосборния басейн
Илия Димитров

Прогноза за времето и предупреждения за екстремни метеорологични явления

- 21 Честота на мълниите над Българското черноморско крайбрежие по райони за периода 2005–2015 година според системата ZEUS за регистриране на мълнии
Доротия Колева, С. Петрова
- 22 Опасни метеорологични явления в България през 2024 година
Красимир Стоев, Б. Маркова, Р. Илиева, М. Попова

Агрометеорологични условия – предизвикателства за агротехнологиите

- 23 Закаляване и студоустойчивост на зимна обикновена пшеница в условия на климатични промени
Димитрина Николова, Г. Михова, Т. Петрова, С. Рачев

- 24 Подобряване на цифровизацията и валоризацията на растителното разнообразие в България и Словакия
Николая Велчева, А. Стоянова-Дойчева, Л. Мендел, Ц. Стоилова, С. Петрова, П. Малинов, С. Маданска, И. Чичова, Е. Зетохова, Р. Хауптвогел, М. Варга, П. Чилик
- 25 Определяне на изискванията за охлаждане (към студови единици) през периода на дълбок покой за отглеждане на череша (*Prunus avium* L.) в България
Петя Малашева, В. Георгиева, В. Казанджиев

Замърсяване на въздуха, екология и човешко здраве

- 26 Оценка на точността на ансамбловия модел CAMS – ENS за 2023 година спрямо данни за качеството на атмосферния въздух в България – предварителни резултати
Христина Кирова, Е. Георгиева, Н. Нейкова
- 27 Измерване на слънчевата радиация в България – проблеми и решения
Ваня Манева
- 28 Характеристики на общата бета активност на атмосферата в България
Б. Велева, Емилия Йорданова, Н. Ванкова, Е. Христова
- 29 Траекторни статистически методи като спомагателни инструменти при изследвания, свързани с произхода на ФПЧ
Розета Нейкова, Е. Христова
- 30 Резултати от три години измервания на Black Carbon в София
Надя Нейкова, Б. Велева, Е. Христова
- 31 Свърхпреработените храни вредят на човешкото здраве, климата и природата
Зорница Спасова
- 32 Особенности на атмосферното замърсяване в град София по данни от ИАОС за периода 2009–2024 г.
Георги Гаджев, П. Мухтаров, В. Иванов, И. Георгиева, Н. Милошев, К. Ганев
- 33 Сезонни промени в концентрациите на потенциално токсични метали в повърхностните води на река Караагач – оценка на замърсяването и потенциалния екологичен риск
С. Милева, Х. Мутлу, С. Сюлемейн, В. Георгиева, Ления Гонсалвеш
- 34 Емисии на ФПЧ и ПАВ при изгаряне на биомаса
Илияна Найденова, О. Сандов, Ц. Георгиева, Т. Панев, М. Цонева, А. Димитрова
- 35 Физико-химичен състав на валежите в град София
Е. Христова, Лора Вълчева

Наблюдения и асимилация на данни за земната атмосфера, хидросфера и биосфера



**Observations and data assimilation of the Earth's
atmosphere, hydrosphere and biosphere**

Многослойна отворена мрежа за наблюдение на околната среда и климата – METER.AC

А. Терзийски^{1*}, С. Тенев¹, В. Желязков², Н. Кочев¹, В. Паскалева¹, Г. Танчева¹, Н. Петров³, Л. Димитрова⁴,
Х. Ангелов⁵, Л. Илиев², Н. Желязкова², Л. Радева¹, Е. Дойчев¹, Г. Димитров

¹Химически факултет, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

²Идеяконсулт ООД

³Институт по астрономия с Национална астрономическа обсерватория, Българска академия на науките

⁴Национален институт по геофизика, геодезия и география, Българска академия на науките

⁵БЕО Мусала, Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика, Българска академия на науките

Ключови думи: *големи масиви от данни, метеорология, гражданска наука, интернет на нещата*

*email: atanas@uni-plovdiv.net

Въведение

Съвременните предизвикателства пред съставянето на прогнози и определянето на климатични тенденции са свързани с изследването на екстремални явления, интензивни горещи/студени вълни, засушавания, наводнения, урагани и бури. Прогнозирането на тези събития все още е с незадоволителна точност. За по-дълбокото разбиране на променящия се климат са необходими дългосрочни наблюдения с висока времева и геопространствена резолюция, както и последващ анализ на генерираните големи масиви от данни. С това участие авторският колектив цели да запознае аудиторията с бързо развиващата се мрежа за наблюдение на природни феномени METER.AC, с архитектурата на мрежата, потока от данни, елементи от информационната инфраструктура, както и да демонстрира с примери някои по-комплексни наблюдения (Terziyski et al., 2020).

Гражданска наука

Мрежата METER.AC се изгражда, като се комбинират академични изследвания и гражданска наука. Домакините (граждани доброволци) на METER.AC оборудване предварително заявяват желанието си да бъдат включени и преминават инструктаж по инсталация и поддръжка, съобразно с утвърдени практики. По този начин е възможно постигането на плътно и равномерно покритие на територията на страната. Част от мрежата се развива в сътрудничество с граждански организации, любители и академични институции, вкл. институти на БАН и университети в България.

Сензорна мрежа

Първичният слой на мрежата се състои от сензори, регистриращи промени в околната среда. Всеки сензор (или сензорна група) е свързан с електроника, която непрекъснато чете измерваните величини по установени от производителя протоколи на ниско ниво и през медия (интернет, мобилна мрежа или LoRa) измерванията се предават до централния сървър за данни, локализиран в Химическия факултет на Пловдивския университет. Устройствата в мрежата

са професионални метеорологични станции, сензори за наблюдаване на процеси в земеделието, мониторинг на радон в почвен газ и води и др.

Отворени и големи масиви от данни (big data)

Данните, изпращани от страната, се обработват от софтуерни адаптери или агенти, които въз основа на метаданните ги форматират и записват във времеви редове от измервания. Крайният потребител достъпва както суровите данни, така и някои техни производни и уеб визуализация на сайта на мрежата: <https://meter.ac>. Всички данни са свободно достъпни и машинно четими, придържайки се към принципите на FAIR (Wilkinson et al., 2016), което позволява на потребителите да създават своя визуализация и адаптиран за техните нужди анализ на данните (Terziyski et al., 2020).

Някои наблюдения

В изложението ще бъдат демонстрирани извадки от хидрометеорологични бюлетени, измервания, проведени на НАО Рожен за период от няколко години, както и сравнителни измервания на уреди в професионалния клас за валежи, регистрирани в Централна България (н.в. 400 м).

Благодарности: Изследването е дългогодишна инициатива, финансирана с лични средства и проектите ФП19-ХФ-001, ФП21-ХФ-001, МУ21-ФМИ-002, ИТ22-ХФ-002, Д23-2-ХФ-003, BG-RRP-2.004-0001-C01. Специални благодарности за оказаната подкрепа по проект КП-06-H64/3.

Литература

- Terziyski, A., Tenev, S., Jeliakov, V., Jeliakova, N., Kochev, N. (2020). METER.AC: Live Open Access Atmospheric Monitoring Data for Bulgaria with High Spatiotemporal Resolution. Data 2020, 5, 36.
- Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Sci Data 3, 160018 (2016). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

Multilayer open network for environmental and climate monitoring – METER.AC

A. Terziyski^{1*}, S. Tenev¹, V. Jeliaskov², N. Kochev¹, V. Paskaleva¹, G. Tancheva¹, N. Petrov³, L. Dimitrova⁴,
Ch. Angelov⁵, L. Iliev², N. Jeliaskova², L. Radeva¹, E. Doychev¹, G. Dimitrov

¹Faculty of Chemistry, University of Plovdiv

²IDEAconsult Ltd.

³Institute of Astronomy with National Astronomical Observatory, Bulgarian Academy of Sciences

⁴National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography, Bulgarian Academy of Sciences

⁵Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Laboratory BEO Moussala, Bulgarian Academy of Sciences

Keywords: *big data, meteorology, citizen science, internet of things*

*email: atanas@uni-plovdiv.net

Introduction

The modern challenges in forecasting and identifying climate trends are closely related to the study of extreme events such as intense heat/cold waves, droughts, floods, hurricanes, and storms. The accuracy of forecasting these events remains unsatisfactory. A deeper understanding of the changing climate requires long-term observations with high temporal and geospatial resolution, followed by the analysis of the large volumes of generated data. This paper introduces the audience to the rapidly developing METER.AC network for monitoring natural phenomena, presenting its architecture, data flow, and elements of the information infrastructure. Additionally, the authors demonstrate some complex observations through practical examples (Terziyski et al., 2020).

Citizen science

The METER.AC network is being developed through a combination of academic research and citizen science. Hosts or volunteers who wish to participate express their interest in advance and undergo training on installation and maintenance following established practices. This approach enables dense and evenly distributed coverage across the country. Parts of the network are developed in collaboration with civic organizations, hobbyists, and academic institutions, including institutes of the Bulgarian Academy of Sciences (BAS) and universities in Bulgaria.

Sensor network

The primary layer of the network consists of sensors that monitor changes in the environment. Each sensor (or sensor group) is connected to electronic devices that continuously read the measured values following manufacturer-defined low-level protocols. The measurements are transmitted via media such as the Internet, mobile networks, or LoRa to a central data server located at the Faculty of Chemistry of Plovdiv University. The network includes professional weather stations, sensors for monitoring agricultural processes, radon concentration in soil gas and water, and more.

Open and big data

The data transmitted from different locations across the country is processed by software adapters or agents that format the information based on metadata and store it in time-series measurement records. End users have access to both raw data and derived datasets, as well as web-based visualizations available on the network's website : <https://meter.ac>. All data is publicly accessible and machine-readable, adhering to the FAIR principles (Wilkinson et al., 2016), which enables users to create customized visualizations and analyses according to their needs (Terziyski et al., 2020).

Selected observations

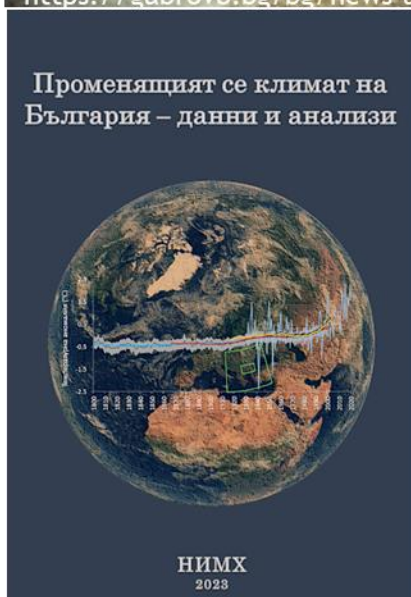
The presentation will showcase excerpts from hydrometeorological bulletins, multi-year measurements conducted at the National Astronomical Observatory Rozhen, and comparative measurements of professional-class rainfall instruments registered in Central Bulgaria (at an elevation of 400 m).

Acknowledgements: This research is part of a long-term initiative funded by personal contributions and the following projects ФП19-ХФ-001, ФП21-ХФ-001, МУ21-ФМИ-002, ИТ22-ХФ-002, Д23-2-ХФ-003, BG-RRP-2.004-0001-C01. Special thanks for the support provided under project КП-06-Н64/3.

References

- Terziyski, A., Tenev, S., Jeliaskov, V., Jeliaskova, N., Kochev, N. (2020). METER.AC: Live Open Access Atmospheric Monitoring Data for Bulgaria with High Spatiotemporal Resolution. *Data* 2020, 5, 36.
- Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data* 3, 160018 (2016). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

Климатични изследвания и екстремни метеорологични явления



Climate research and
extreme weather events

Климатични вариации и изменения в режима на валежите в България

Л. Бочева*, К. Малчева, Ц. Николова

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *климатична оценка, статистически анализ, опасни валежи**email: lilia/bocheva@meteo.bg**Въведение**

За разлика от средногодишната температура на въздуха, при годишната сума на валежа не се наблюдава значима промяна след 1991 г. за страната като цяло поради различните знаци на промяната в отделните райони. Валежите намаляват съществено във високите части на планините (до 30%), докато в Североизточна България увеличението на валежите на места достига до 40% (Маринова & Бочева, ред., 2023). За да бъдат конкретизирани настъпилите промени във валежния режим в страната, тук са обединени резултатите от няколко изследвания. Показани са месечните изменения на валежите при сравнение на два референтни климатични периода, препоръчани от Световната метеорологична организация (СМО) – 1961–1990 и 1991–2020 г. Представени са и обобщени статистики на различни параметри на валежите.

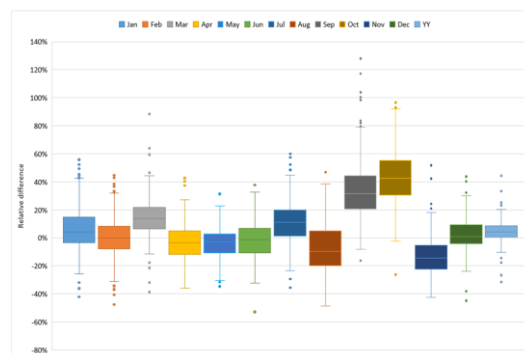
Методология

За пространственото разпределение на средните многогодишни сумарни валежи е обработена ежедневна метеорологична информация от 355 метеорологични станции за двата референтни периода 1961–1990 и 1991–2020 г. Извършен е експертен контрол на масивите от данни, като те са анализирани щателно за пропуски и грешки, включително и по информация от книжния архив. Методиката на изчисление и статистическа обработка на информацията е съобразена с изискванията на СМО (2017). За пресмятане на месечните суми на валежите са използвани специализирани процедури в среда на SQL server 2012. Изчислени са средните параметри за сумарни валежи, брой дни с валеж и потенциално опасни валежи (≥ 60 mm/24 h) за всички метеорологични станции на НИМХ с над 80% запълненост на времевите редове за двата референтни периода. Изготвени са карти на пространственото разпределение на годишните и месечните норми на валежите за периодите на интерес и разликата между тях. Представени са и статистически анализи за два екстремни валежни епизода през 2022 и 2023 г., довели до наводнения. Всички пространствени анализи са реализирани в R и QGIS среда чрез специално написани скриптове.

Резултати и изводи

Анализите показват, че както при годишната сума на валежа, така и при повечето месечни валежи не се наблюдава значима промяна през периода 1991–

2020 спрямо периода 1961–1990 г. за цялата територия на страната поради различните знаци на промяната в отделните райони. За голяма част от страната разликите са около $\pm 10\%$ през повечето месеци (фиг. 1). Най-големи положителни отклонения на валежите през втория период са регистрирани за есенните месеци септември (+34%) и октомври (+43%). Увеличение на валежите, макар и много по-малко има, и през месеците март (+15%) и юли (+12%). По-значимо повсеместно намаление на валежите през втория период е отчетено единствено през м. ноември – средно с -13%.



Фигура 1. Статистически характеристики на относителната разлика между периода 1991–2020 и 1961–1990 г. в % по станции за всеки месец от годината и годишно

След 1991 г. се установяват промени на валежния режим и тенденция за нарастване на приноса на силните потенциално опасни валежи (≥ 60 mm/24 h) към сумарния годишен валеж, докато приносът на слабите (≤ 5 mm/24 h) валежи намалява.

Представени са и статистическите анализи на два екстремни валежни епизода в България по данни от наблюдателната мрежа на НИМХ: 02–03.09.2022 г. в района на с. Каравелово и с. Богдан, общ. Карлово, и 04–05.09.2023 г. в района на общ. Царево. Дадени са данни за щетите и последствията от наводненията.

Литература

Маринова, Т. и Бочева, Л., ред. (2023). Променияният се климат на България – данни и анализи. НИМХ, e-ISBN 978-954-90537-3-9, <https://www.meteo.bg>, 105 с.

WMO (2017). Guidelines on the Calculation of Climate Normals. WMO 1203, 20 pp., Chairperson, Publications Board, ISBN 978-92-63-11203-3.

Climate variations and changes in precipitation patterns in Bulgaria

L. Bocheva*, K. Malcheva, Ts. Nikolova

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *climate assessment, statistical analyses, extreme precipitation*

*email: lilia/bocheva@meteo.bg

Introduction

Unlike the average annual air temperature, the annual amount of precipitation has not changed significantly since 1991 for the country as a whole due to the different signs of change in individual regions. Precipitation has decreased significantly in the high parts of the mountains (up to 30%), while in Northeastern Bulgaria the increase in precipitation in places reaches up to 40% (Marinova & Bocheva, eds., 2023). In order to specify the changes that have occurred in the precipitation regime in the country, the results of several studies have been combined here. Monthly changes in precipitation are shown when comparing two reference climate periods recommended by the World Meteorological Organization (WMO) – 1961–1990 and 1991–2020. Summary statistics of various precipitation parameters are also presented.

Methodology

For the spatial distribution of the average multi-year total precipitation, daily meteorological information from 355 meteorological stations was processed for two reference periods 1961–1990 and 1991–2020. An expert control of the data sets was carried out, and they were thoroughly analyzed for omissions and errors, including information from the book archive. The methodology of calculation and statistical processing of the information is in accordance with the requirements of WMO (2017). Specialized procedures were used in the SQL server 2012 environment to calculate the monthly precipitation amounts. The average parameters for total precipitation, number of days with precipitation and potentially dangerous precipitation (≥ 60 mm/24 h) were calculated for all meteorological stations of NIMH with over 80% coverage of the time series for the two reference periods. Maps of the spatial distribution of the annual and monthly precipitation rates for the periods of interest and the difference between them were prepared. Statistical analyses are also presented for two extreme precipitation episodes in 2022 and 2023, which led to flooding. All spatial analyses were implemented in R and QGIS environments using specially written scripts.

Results and conclusions

The analyses show that both the annual amount of precipitation and most monthly precipitation did not show any significant change during the period 1991–2020 compared to the period 1961–1990 for the entire territory of the country due to the different signs of

change in the individual regions. For a large part of the country, the differences are around $\pm 10\%$ in most months (Fig. 1). The largest positive deviations in precipitation during the second period were registered for the autumn months of September (+34%) and October (+43%). An increase in precipitation, although much less, was also observed in the months of March (+15%) and July (+12%). A more significant, widespread decrease in precipitation during the second period was recorded only in November – on average by -13%.

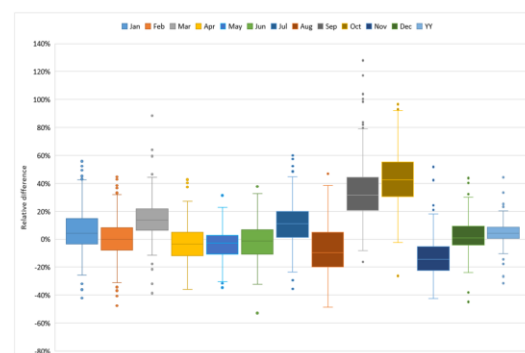


Figure 1. Statistical characteristics of the relative difference between the period 1991–2020 and 1961–1990 in % by stations for each month of the year and annually

After 1991, changes in the precipitation regime and a trend for an increase in the contribution of strong potentially dangerous precipitation (≥ 60 mm/24 h) to the total annual precipitation have been identified, while the contribution of weak (≤ 5 mm/24 h) precipitation has been decreasing.

The statistical analyses of two extreme precipitation episodes in Bulgaria based on data from the NIMH observation network are also presented: 02–03.09.2022 in the area of the villages of Karavelovo and Bogdan, Karlovo municipality, and 04–05.09.2023 in the area of the Tsarevo municipality. The information about the damages for the flooded regions is also provided.

References

- Marinova, T. & Bocheva, L., Eds. (2023). The changing climate of Bulgaria – data and analyses. NIMH, e-ISBN 978-954-90537-3-9, <https://www.meteo.bg>, 105 pp.
- WMO (2017). Guidelines on the Calculation of Climate Normals. WMO 1203, 20 pp., Chairperson, Publications Board, ISBN 978-92-63-11203-3.

Очаквани промени в атмосферното налягане до края на XXI век за Балканския полуостров и Черно море

М. Матов*, Е. Пенева

Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Ключови думи: *климат, Черно море, Балкански полуостров, атмосферно налягане*

*email: mirnamatov@gmail.com, elfa@phys.uni-sofia.bg

Въведение

Балканският полуостров и Черно море се намират в район, който е под влияние на 4 основни климатични центъра на действие: Азорският максимум и Исландският минимум са целогодишни, а през зимата се отличават и Сибирският максимум с влияние от североизток и Средиземноморският минимум, който влияе от юг. Комбинацията от тези влияния може да доведе до различни типове зимно или лятно време; може да резултира в доста студени зими, придружени с валежи и заледяване на Черно море в северната му част, или обратно, много меки.

Промените в налягането, макар и малки, могат да доведат до промени и в температурата, и във валежите, и в циркулацията. Van Haren et al. (2012) установяват силно намаляване на налягането на морско ниво над Средиземноморския район в зимния сезон (от януари до март) за периода 1961–2000 година. За по-скорошен период (1979–2012) глобалните тенденции на налягането на морско равнище по данни от метеорологичния реанализ ERA-Interim (IPCC, 2013) през по-голямата част от годината са отрицателни в тропиците и субтропичния Атлант, както и през май – октомври в Северен Сибир. Положителни тенденции се срещат целогодишно над северната и южната част на Тихия океан и Южния Атлант. Като цяло обаче стойностите на тренда са много малки числа (от порядъка на -1 до 1 hPa за десетилетие). Това означава, че промените в налягането са много слаби. Във височина от картите за геопотенциалната височина на нива 500 и 100 hPa се виждат положителни трендове през цялата година в тропиците и Арктика и отрицателен тренд за Антарктида през топлото полугодие. Но тук отново става дума за малки стойности на промените (от порядъка на -30 до 30 gpm за десетилетие). За Балканския полуостров се установява намаление на налягането през топлото полугодие (май – октомври) от около 0.6 hPa/десетилетие.

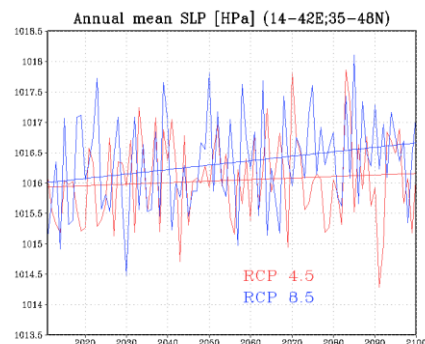
Методология

В изследването са използвани изходните данни от симулациите с регионалния климатичен модел Aladin 5.2 за два от RCP сценариите (4.5 и 8.5), дефинирани в AR5. Тези сценарии са отправна точка поне до 2030 г. за всички научни изследвания в областта на климатичните промени, като се смята, че първият е умерен, а вторият – песимистичен сценарий. Данните, по които са направени оценките, са за

средното налягане на морско ниво и геопотенциална височина на изобарно ниво 500 hPa за територията на Балканския полуостров и Черно море за периода 2011–2100 година, който е климатичната проекция от модела. Резултатите са обработени и визуализирани с Grid Analysis and Display System (GrADS).

Резултати и изводи

Резултатите показват, че приземното налягане се оценява на 0.2 hPa/90 години при RCP4.5 и 0.6 hPa/90 години за целия период за RCP8.5 за района на Черно море и Балканския полуостров.



Фигура 1. Сравнение на междугодишния ход на средното налягане на морско ниво за Балканския полуостров и Черно море по моделните симулации за сценарии RCP4.5 (червено) и RCP8.5 (синьо) за периода 2011–2100 г. Дадени са и съответните линейни трендове със съответния цвят

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект „Млади учени и докторанти“, обявен от Физическия факултет на Софийския университет за 2024 г.

Литература

- IPCC (2013). AR5 Climate Change 2013: The Physical Science Basis. In Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P. M., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA, 2013; 1535 p.
- Van Haren, R., Van Oldenborgh, G. J., Lenderink, G., Collins, M., Hazeleger, W. (2012). SST and circulation trend biases cause an underestimation of European precipitation trends. *Clim. Dyn.*, 40, 120.

Expected changes in atmospheric pressure by the end of the 21st century for the Balkan Peninsula and the Black Sea

M. Matov*, E. Peneva

Faculty of Physics, Sofia University "St. Kliment Ohridski"

Keywords: *climate, Black Sea, Balkan Peninsula, atmospheric pressure*

*email: mirnamatov@gmail.com, elfa@phys.uni-sofia.bg

Introduction

The Balkan Peninsula and the Black Sea are located in an area that is under the influence of four main climatic centers of action: the Azores High and the Icelandic Low, which are present year-round, and in winter, there is also the Siberian High, influenced from the northeast, and the Mediterranean Low, influenced from the south. The combination of these influences can produce different types of winter or summer weather; it can result in very cold winters accompanied by precipitation and icing on the Black Sea in its northern part, or conversely, very mild winters.

Changes in pressure, even when small, can lead to changes in temperature, precipitation, and circulation. Van Haren et al. (2012) found a strong decrease in sea-level pressure over the Mediterranean region during the winter season (January to March) for the period 1961–2000. For a more recent period (1979–2012), global sea-level pressure trends, as reported by the ERA-Interim meteorological reanalysis (IPCC, 2013), are negative for most of the year in the tropics and subtropical Atlantic, and from May to October in Northern Siberia. Positive trends occur year-round over the North and South Pacific and South Atlantic. In general, however, trend values are very small (on the order of -1 to 1 hPa per decade). This means that the pressure changes are very weak. The geopotential height maps at 500 and 100 hPa show positive trends throughout the year in the tropics and Arctic, and a negative trend for Antarctica in the warm half of the year. But again, these changes are small (on the order of -30 to 30 gpm per decade). For the Balkan Peninsula, a pressure decrease in the warm half-year (May – October) of about 0.6 hPa/decade is found.

Methodology

The study used the output of the Aladin 5.2 regional climate model simulations for two of the RCP scenarios (4.5 and 8.5) defined in AR5. These scenarios serve as the starting point for all climate change research until at least 2030, with the first considered a moderate scenario and the second a pessimistic scenario. The data on which the estimates are based include the mean sea-level pressure and geopotential height at the 500 hPa isobaric level for the Balkan Peninsula and Black Sea area for the period 2011–2100, which are the climate projections from the model. The results are processed and visualized with the Grid Analysis and Display System (GrADS).

Results and conclusions

The results show that the surface pressure is estimated to be 0.2 hPa per 90 years for RCP4.5 and 0.6 hPa per 90 years over the entire period for RCP8.5 in the Black Sea and Balkan Peninsula region.

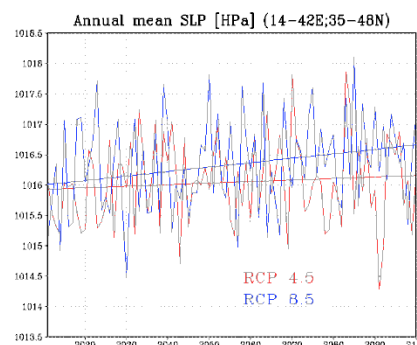


Figure 1. Comparison of the interannual variation in the mean sea level pressure for the Balkan Peninsula and the Black Sea from model simulations for the RCP4.5 scenario (red) and the RCP8.5 scenario (blue) for the period 2011–2100. Corresponding linear trends with the corresponding color are also given

Acknowledgements: This research was carried out within the framework of the Young Scientists and PhD Students project, announced by the Sofia University Faculty of Physics for 2024.

References

- IPCC (2013). AR5 Climate Change 2013: The Physical Science Basis. In Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P. M., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA, 2013; 1535 p.
- Van Haren, R., Van Oldenborgh, G. J., Lenderink, G., Collins, M., Hazeleger, W. (2012). SST and circulation trend biases cause an underestimation of European precipitation trends. *Clim. Dyn.*, 40, 120.

Съвременни тенденции в режима на снежната покривка и зимните валежи и температури в планинските райони на България

Д. Николов, Цв. Димитров*

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *снежна покривка, зимни валежи и температури, изменение на климата*

*email: tzvetan.dimitrov@meteo.bg

Въведение

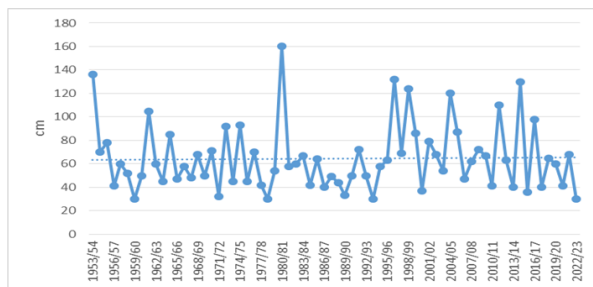
Снегът е важен метеорологичен елемент и индикатор за променящия се климат. Промените в снега, и особено в снежната покривка и водното ѝ съдържание, са резултат от изменението в режима на зимните валежи и температури, които са регионално обусловени от различните климатични зони и синоптични обстановки. Основната цел на изследването е да установи именно тези съвременни тенденции.

Методология

Изследването използва данни от 25 метеорологични станции с надморска височина от 600 до почти 3000 m за периода 1961 – 2020 г. Изследвани са следните метеорологични характеристики: сезонни (декември – февруари) и месечни осреднени и максимални стойности на снежната покривка, зимните валежи и температури, както и броят дни със снежна покривка и броят дни с различни видове валеж. Използвани са тестът на Ман-Кендъл за оценка на знака и статистическата значимост на тренда и тестът на Петит за откриване на точки на разрыв на хомогенността на редиците.

Резултати и изводи

Установена е обща тенденция на намаляващи трендове за височината на снежната покривка, зимните валежи и дните със снежна покривка и снеговалеж за почти всички станции, но най-видимо това е за по-високите планински райони. Едно изключение от общото поведение откроява станция Боровец, където не се открива тази намаляваща тенденция. Това е представено на фигура 1 и в обобщаващата таблица 1.



Фигура 1. Сезонни максимуми на снежната покривка за станция Боровец

Зимните температури показват обратната тенденция на нарастващи трендове във всички зимни месеци, като това е по-изразено за по-ниските райони.

Резултатите от Ман-Кендъл теста за избрани станции са представени в таблица 1.

Таблица 1. Резултати от Ман-Кендъл теста за сезонните температури на въздуха (темп.) и количествата валеж (кв.) при ниво на значимост 0.05. „–“ – намаляване, статистически

незначимо;

„-sign“ – намаляване, статистически значимо;

„+“ – нарастване, статистически незначимо;

„+sign“ – нарастване, статистически значимо

Станция	Надморска височина, m	МК темп.	МК кв.
Драгоман	703	+sign	-
Трън	706	+sign	no
Велинград	743	+sign	trend
Банско	925	+	-sign
Райково	1000	+	no
Сатовча	1029	+	trend
Копривщица	1045	+sign	-
Чепеларе	1232	+	-
Боровец	1350	+	no
Мургаш	1680	+sign	trend
Рожен	1700	+sign	-
Черни връх	2290	+	+
Ботев връх	2376	+sign	-
Мусала	2925	+sign	-sign
			-sign
			-sign
			-sign

Благодарности: Изследването е част от общ проект за изследване на настоящите изменения в снежната покривка и зимните валежи в планинските райони на България и Австрия и е финансирано в рамките на двустранна спогодба за научно и технологично сътрудничество между Националния фонд „Научни изследвания“ и Австрийската агенция за образование и интернационализация с грант KP-06-Австрия/2 от 2019.

Contemporary tendencies in the regime of the snow cover and the winter precipitations and temperatures in the mountain regions of Bulgaria

D. Nikolov, Cv. Dimitrov*

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *snow cover, snow precipitations and temperatures, climate change*

*email: tzvetan.dimitrov@meteo.bg

Introduction

Snow is an essential meteorological variable and also an indicator of the changing climate. Its changes, in particular in snow depth and snow water equivalent, result mainly from the change in the regime of winter precipitation and air temperature, which are also regionally conditioned by the influence of different climate zones and synoptic patterns.

Methodology

The study has used data from 25 weather stations in the vertical range from 600 up to 3000 m for the period 1961–2020. The following weather characteristics have been investigated: seasonal (December – February) and monthly averaged and maximal values of the snow cover depth, the winter precipitation amounts and the winter air temperatures, as well as the number of days with snow cover and days with different type of precipitation. The Mann-Kendal test has been utilized for the assessment of the sign and the significance of the trend in the data, and the Petit's test for detecting homogeneity break points in the series.

Abstract review

General declining trends of the snow depth, the winter precipitations amounts, the days with snow cover and the days with snowfalls have been found for almost all of the used stations, however being clearly visible mostly at higher regions. One remarkable exception emerges in the data for the snow maxima – the results for station Borovetz that deviate from the general decreasing tendency. This is depicted on Figure 1 and can be found in the summarizing Table 1.

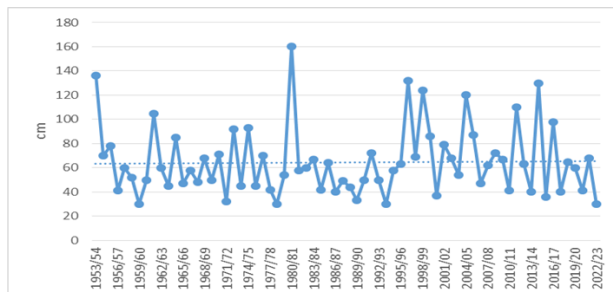


Figure 1. Seasonal snow cover maximums for station Borovetz

Winter air temperatures show opposite behaviour – dominant increasing trend in all winter months but more pronounced at lower altitude.

The results from the Mann-Kendal tests for the winter air temperatures and precipitation amounts for selected stations are summarized in Table 1.

Table 1. Results from Mann-Kendal tests for the seasonal air temperature and precipitation amounts, level of significance 0.05.

“–” – decreasing, not significant;

“-sign” – decreasing, significant;

“+” – increasing, not significant;

“+” – increasing, significant

Station	Altitude m	MK air temp.	MK PA
Dragoman	703	+sign	-
Tran	706	+sign	no trend
Velinograd	743	+sign	-sign
Bansko	925	+	no trend
Raikovo	1000	+	-
Satovcha	1029	+	-
Koprivshtitza	1045	+sign	no trend
Chepelare	1232	+	-
Borovetz	1350	+	+
Murgash	1680	+sign	-
Rojen	1700	+sign	-sign
Cherni vrah	2290	+	-sign
Botev vrah	2376	+sign	-sign
Musala	2925	+sign	-sign

Acknowledgements: This investigation was part of a common project for investigation of the current variability of the snow cover and winter precipitations in the mountain regions of Austria and Bulgaria and was funded by the Bulgarian National Science Fund and the Austria's Agency for Education and Internationalisation in the call of the bilateral program Scientific and Technological Cooperation between both countries under the grant KP-06-Austria/2 from 2019.

Климатични проекции на екстремните валежи в България

Р. Вълчева*

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: екстремни валежи, MeteoAlarm, климатични проекции

*email: Rilka.Valcheva@meteo.bg

Въведение

В НИМХ се поддържат две версии на регионалния климатичен модел RegCM: хидростатична – предназначена за числени симулации с хоризонтална резолюция над 10 km, и нехидростатична – за симулации с хоризонтална разделителна способност между 1 и 3 km.

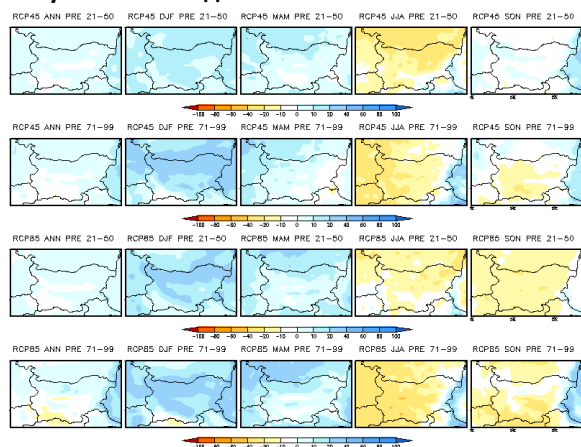
Методология

За оценка на екстремните валежи са използвани праговете, определени от системата MeteoAlarm (<https://meteoalarm.org/>) (табл. 1). В настоящото изследване са приложени фиксирани прагове за валежи над 15 mm/24 h, 35 mm/24 h и 65 mm/24 h. Те са анализирани както на годишна база, така и по сезони (пролет, лято, есен, зима).

Таблица 1. Приети стойности за страната по предупредителна степен (код) на MeteoAlarm

ЖЪЛТ	ОРАНЖЕВ	ЧЕРВЕН
Количество валеж: 15–35 mm за 24 часа или интензивен валеж до 30 mm за 6 часа	Количество валеж: 35–65 mm за 24 часа или интензивен валеж над 30 mm за 6 часа	Количество валеж: > 65 mm за 24 часа

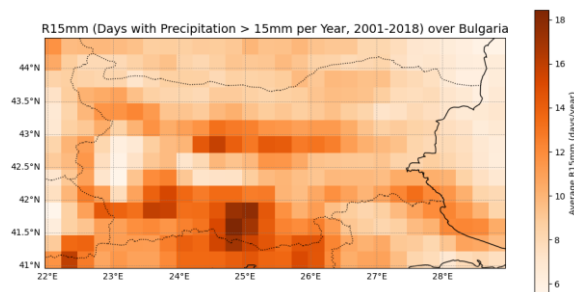
Резултати и изводи



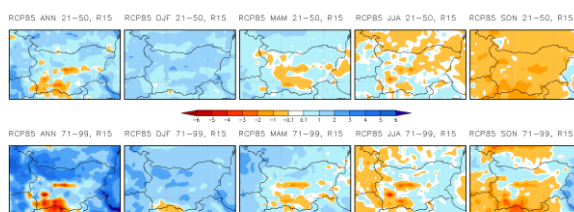
Фигура 1. Симулирано годишно и сезонно изменение на количеството на валежите (в %) за периодите 2021–2050 г. и 2071–2099 г. в съответствие със сценариите RCP4.5 (първите два реда) и RCP8.5 (вторите два реда)

През зимата и пролетта се очаква увеличение на валежите в цялата страна, докато през лятото и есента се предвижда намаление, с изключение на крайбрежната област (фиг. 1).

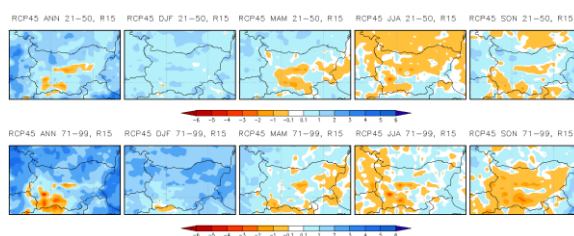
Средният брой дни с валежи над 15 mm е представен с данни от реанализите ERA5 за периода 2001–2018 г. (фиг. 2).



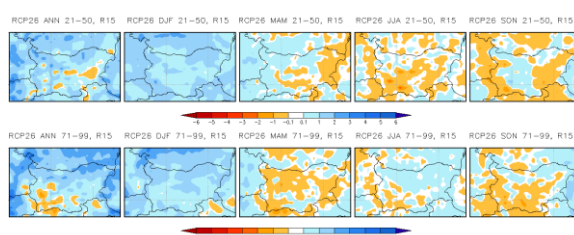
Фигура 2. Среден брой дни с валеж над 15 mm/24 h (дни/година) по данни от реанализи ERA5



Фигура 3. Годишна (първа колона) и сезонна (от втора до пета колона) промяна на броя дни/година с валеж над 15 mm/24 h по сценария RCP8.5 за периодите 2021–2050 г. (първи ред) и 2071–2099 г. (втори ред)



Фигура 4. Като фиг. 1, но по RCP4.5



Фигура 5. Като фиг. 1, но по RCP2.6

Очаква се увеличение на броя на дните с опасни валежи в цялата страна, с изключение на планинските райони. Най-значителни промени се предвиждат в Черноморската област. Всички сценарии показват нарастване на дните с валежи над 15 mm и 35 mm през зимата за двата анализирани периода. През есента се очаква увеличение на валежите над 65 mm по Черноморското крайбрежие.

Climate Projections of Extreme Precipitation in Bulgaria

R. Valcheva*

Department of Forecasts and Information Services, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *extreme precipitation, MeteoAlarm, climate projections*email: Rilka.Valcheva@meteo.bg

Introduction

At NIMH, two versions of the regional climate model RegCM are maintained: a hydrostatic version, designed for numerical simulations with a horizontal resolution above 10 km, and a non-hydrostatic version, intended for simulations with a horizontal resolution between 1 and 3 km.

Methodology

To assess extreme precipitation, thresholds defined by the MeteoAlarm System (<https://meteoalarm.org>) (Table 1) have been used. In this study, fixed precipitation thresholds of over 15 mm/24 h, 35 mm/24 h, and 65 mm/24 h have been applied. These thresholds have been analyzed both on an annual basis and by seasons (spring, summer, autumn, winter).

Table 1. Accepted values for the country according to the MeteoAlarm codes

YELLOW	ORANGE	RED
15–35 mm for 24 hours or intense precipitation up to 30 mm for 6 hours	35–65 mm for 24 hours or intense precipitation over 30 mm for 6 hours	Over 65 mm for 24 hours

Results and conclusions

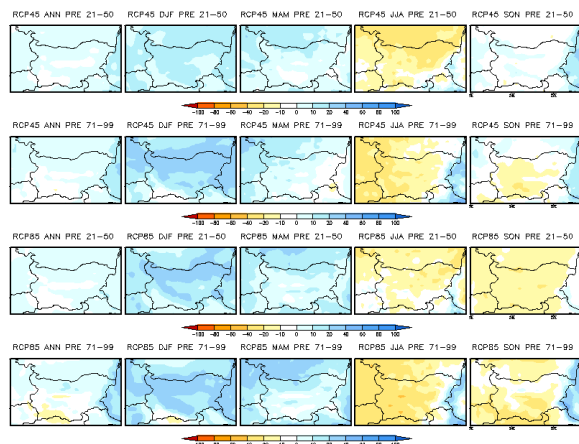


Figure 1. Simulated annual and seasonal changes in precipitation amounts (in %) for the periods 2021–2050 and 2071–2099 according to the RCP4.5 scenarios (first two rows) and RCP8.5 scenarios (last two rows)

During winter and spring, an increase in precipitation is expected across the entire country, while a decrease is projected in summer and autumn, except for the coastal region (Fig. 1).

The average number of days with precipitation exceeding 15 mm is presented based on ERA5 reanalysis data for the period 2001–2018 (Fig. 2).

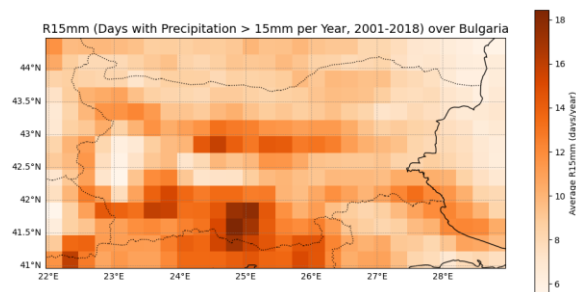


Figure 2. Average number of days with precipitation exceeding 15 mm/24 h (days/year) based on ERA5 reanalysis data

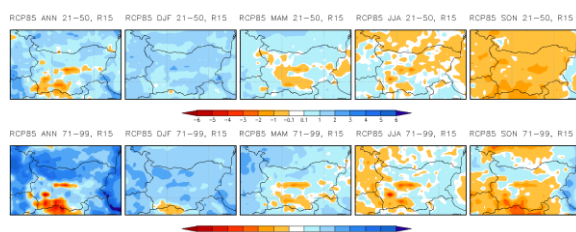


Figure 3. Annual (first column) and seasonal (from the second to the fifth column) change in the number of days/year with precipitation exceeding 15 mm/24 h according to the RCP8.5 scenario for the periods 2021–2050 (first row) and 2071–2099 (second row)

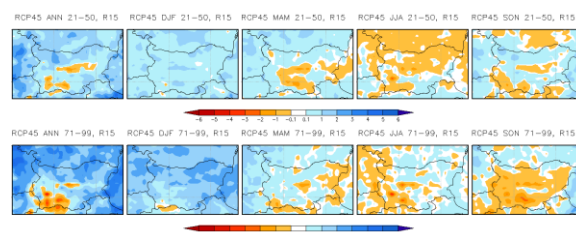


Figure 4. As in Figure 1, but for RCP4.5

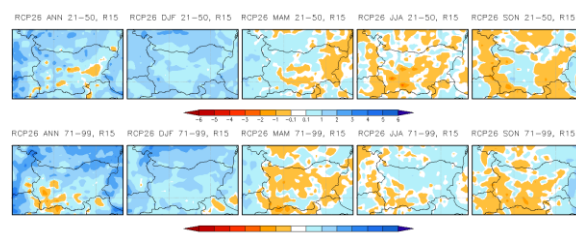


Figure 5. As in Figure 1, but for RCP2.6

An increase in the number of days with hazardous precipitation is expected across the country, except in mountainous areas. The most significant changes are projected for the Black Sea region. All scenarios indicate a rise in the number of days with precipitation exceeding 15 mm and 35 mm during winter for both analyzed periods. In autumn, an increase in precipitation over 65 mm is expected along the Black Sea coast.

2024 година – най-топлата година за България досега

Л. Бочева*, К. Малчева, Д. Тодорова

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *климатична оценка, горещи вълни, опасни явления**email: lilia.bocheva@meteo.bg**Въведение**

Климатичните анализи показват, че 2024 г. е най-топлата година не само в световен мащаб (<https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/custom-uploads/GCH-2024/GCH2024-PDF-1.pdf>), но и за България. Средната годишна температура за страната надвишава с около 0.4 °C предишния рекорд, достигнат през 2023 г. Макар средно за страната валежите за годината да са в рамките на климатичните норми, то те са изключително неравномерно разпределени през отделните месеци. През годината са регистрирани както продължителни безвалежни периоди, така и локални интензивни валежи, водещи до наводнения. Продължителното засушаване и задържането на високи температури създават благоприятни условия за възникване и разпространение на горски и полски пожари, особено през летните месеци.

Методология

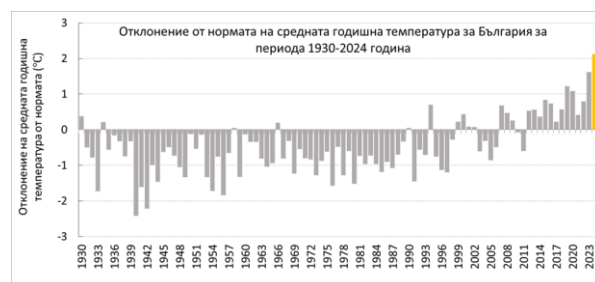
Направен е климатичен анализ на температурата и валежите през 2024 г., като резултатите са сравнени на месечна, сезонна и годишна база. Анализирани са периодите на горещи вълни по данни от метеорологичните станции и са обобщени за цялата страна, като е използвана методиката, представена в Malcheva et al. (2021). За оценката на екстремните явления през 2024 г. са използвани материалите, подготвяни за месечния хидрометеорологичен бюлетин на НИМХ (<https://bulletins.cfd.meteo.bg/>). Всички пространствени анализи са реализирани в R-и QGIS-среда.

Резултати и изводи

Изминалата 2024 г. е най-топлата за България година, със средна температура за страната около 2.1 °C над климатичните норми (фиг. 1). Годината се характеризира с рекордно топли зима и лято, най-топлите от 1930 г. насам. През пролетта и есента средните сезонни температури също са над климатичните норми, но със значително по-малки положителни отклонения. През преходните сезони са регистрирани и единствените 2 месеца с температури под нормите – май (-0.8 °C) и ноември (-1.2 °C).

Лятото на 2024 г. е най-горещото регистрирано досега. Месец юни е най-топлият от 1930 г. насам. През месеците юли и август България е обхваната от поредица от горещи вълни (поредни дни с максимални температури на въздуха ≥ 32 °C). Те са повсеместни в периодите 6–24 юли и 8–19 август. В района на гр. Сандански през юли са регистрирани

рекордните 9 последователни дни с максимална температура на въздуха над 40 °C. През август в големи райони от централните и източните части на Северна България горещата вълна продължава почти през целия месец. В южната половина на страната поредните дни с високи температури са над 25.



Фигура 1. Отклонение от нормата на средната годишна температура за България за периода 1930–2024 г.

Валежите през годината средно за страната са близо до климатичните норми, като варират в широки граници през отделните месеци и през повечето от тях отклоненията от месечните норми са отрицателни. Валежният дефицит е най-силно изразен през февруари (-63%) и октомври (-66%), докато декември е с валежи средно за страната с около +127% от климатичната норма.

През почти всички месеци на изминалата 2024 г. в различни райони на страната отново са регистрирани редица екстремни метеорологични явления, някои довели до значителни щети и дори до жертви. През периода от април до септември гръмотевични бури, придружени от интензивни дъждове, силни пориви на вятъра и валежи от град, нанасят поражения на селскостопански площи, жилищни сгради, автомобили и инфраструктура в различни райони на страната. Високите температури през лятото, липсата на валежи и човешка небрежност са причина на различни места в страната да бушуват десетки пожари. Огнената стихия унищожава десетки къщи, стотици декари гори и ниви и причинява значителни материални щети.

Литература

Malcheva, K., Bocheva, L., Chervenkov, H. (2021). Climatology of extremely hot spells in Bulgaria (1961–2019). In: Proceedings of 21st International Multidisciplinary scientific Geoconferences (SGEM 2021), Edited by Rivza B., 4.1, pp. 311–318, ISSN 1314-2704, <https://doi.org/10.5593/sgem2021/4.1/s19.40> (SJR: 0.217)

2024 – The warmest year for Bulgaria until now

L. Bocheva*, K. Malcheva, D. Todorova

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *climate assessment, heat waves, extreme events**email: lilia.bocheva@meteo.bg**Introduction**

2024 is the warmest year on record globally (<https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/custom-uploads/GCH-2024/GCH2024-PDF-1.pdf>), and also in Bulgaria. The average annual temperature for the country exceeds the previous record, reached in 2023, by about 0.4 °C. Although the average precipitation for the country is within the climatic norms, it is extremely unevenly distributed over the individual months. Both long periods of no precipitation and local intense precipitation leading to floods were recorded during the year. The prolonged drought and the retention of high temperatures created favorable conditions for the occurrence and spread of forest and field fires, especially during the summer months.

Methodology

A climate analysis of temperature and precipitation in 2024 was performed, with the results compared on a monthly, seasonal and annual basis. The periods of heat waves were analyzed based on data from meteorological stations and summarized for the entire country using the methodology presented in Malcheva et al. (2021). For the assessment of extreme events in 2024, the materials prepared for the monthly hydro-meteorological bulletin of the National Institute of Meteorology and Hydrology (<https://bulletins.cfd.meteo.bg/>) were used. All spatial analyses were implemented in R- and QGIS-environments.

Results and conclusions

The past year 2024 is the warmest year for Bulgaria with positive annual average temperature anomaly of about 2.1 °C (Fig. 1). The year is characterized by record-breaking warm winter and summer, the warmest since 1930. In spring and autumn, average seasonal temperatures are also above climate norms, but with significantly smaller positive deviations. During the transitional seasons, the only 2 months with temperatures below the norms were recorded – May (-0.8 °C) and November (-1.2 °C).

The summer of 2024 is the hottest recorded so far. June is the warmest since 1930. In July and August, Bulgaria is covered by a series of heat waves (consecutive days with maximum air temperatures ≥ 32 °C). They are widespread in the periods 6–24 July and 8–19 August. In the Sandanski region, a record 9 consecutive days with maximum air temperatures above 40 °C were recorded in July. In August, in large areas of the central and eastern parts of Northern Bulgaria, the heat wave continued for almost the entire month. In the southern half of the

country, consecutive days with high temperatures were above 25.

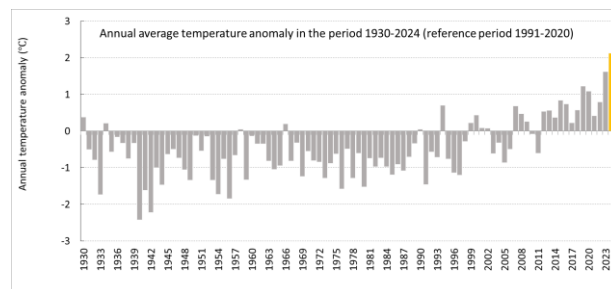


Figure 1. Annual average temperature anomaly in the period 1930–2024 for Bulgaria

The average annual precipitation for the country is close to the climatic norm, varying widely between months, with most of them showing negative deviations from the monthly norms. The precipitation deficit is most pronounced in February (-63%) and October (-66%), while December has an average precipitation of about +127% of the climatic norm.

In almost all months of the past 2024, a number of extreme weather phenomena have again been recorded in different regions of the country, some of which have led to significant damage and even casualties. During the period from April to September, thunderstorms accompanied by intense rains, strong gusts of wind and hailstorms caused damage to agricultural areas, residential buildings, cars and infrastructure in different regions of the country. High temperatures in the summer, lack of precipitation and human negligence are the reason for dozens of fires raging in different places in the country. The fire destroyed dozens of houses, hundreds of acres of forests and fields, and caused significant material damage.

References

- Malcheva, K., Bocheva, L., Chervenkov, H. (2021). Climatology of extremely hot spells in Bulgaria (1961–2019). In: Proceedings of 21st International Multidisciplinary scientific Geoconferences (SGEM 2021), Edited by Rivza B., 4.1, pp. 311–318, ISSN 1314-2704, <https://doi.org/10.5593/sgem2021/4.1/s19.40> (SJ: 0.217)

Внезапни засушавания в България в периода 1991–2020 г.

Р. Евгениев, К. Малчева*

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *внезапно засушаване, SPI, SPEI, SMVI**email: krastina.malcheva@meteo.bg**Въведение**

За разлика от други климатични явления сушата обикновено се развива постепенно, но оказва съществено и дълготрайно въздействие върху екосистемите, земеделието, водните ресурси и икономиката. В много страни както мониторингът, така и планове за действие при суша са разработени за събития с по-бавно развитие и съответно, предполагат достатъчно време за подготовка и прилагане на смекчаващи мерки. Внезапните суши (flash droughts) са екстремни климатични явления, характеризирани се с бързо намаляване на почвената влага, които оказват значителен негативен ефект върху селскостопанското производство и екосистемите, но косвено могат да засегнат и редица социално-икономически дейности. Въпреки нарастващия научен интерес към внезапните суши все още няма единно определение и методика за тяхното идентифициране и анализ.

В последния оценъчен доклад на IPCC за изменението на климата се посочва, че комбинацията от продължителни горещини и суши ще доведе до значителни икономически загуби в повечето европейски райони до края на века и особено в Южна Европа. Сушите могат да се развиват в широк диапазон от времеви мащаби – от седмици (при внезапните засушавания) до многогодишен и десетилетен дефицит на валежи при „мега“ сушите (https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter13.pdf).

Засушаванията в България също са проблем с нарастващо значение, свързан с климатичните промени и увеличената честота на горещи и сухи периоди.

Методология

Националният институт по метеорология и хидрология предоставя публично достъпна ежемесечна оценка на условията за развитие на метеорологично, агрометеорологично и хидроложко засушаване в страната на базата на три индекса за суша (<https://hydro.bg/>), но тази оценка не обхваща внезапните засушавания.

Целта на представеното изследване е да се сравнят възможностите за идентифициране на внезапни засушавания чрез различни индекси и да се анализират пространствено-времевите вариации на явленията в периода 1991–2020 г. Разгледани са

три индекса: 1) стандартизираният индекс на валежите на McKee et al. (1993): Standardised Precipitation Index (SPI); 2) комбинираният стандартизиран индекс за валежи и евапотранспирация на Vicente-Serrano et al. (2010): Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI); 3) индексът на неустойчивост на почвената влага на Osman et al. (2021): Soil Moisture Volatility Index (SMVI).

Използвани са два свободно достъпни набора от данни: 1) SMVI Global Flash Droughts Dataset (0.25°×0.25°), който предоставя информация за началото, продължителността и тежестта на всяко отделно събитие (<https://www.hydroshare.org/resource/>, accessed on 15 January 2025); 2) ERA5-DROUGHT (0.25°×0.25°) на Европейския център за средносрочни прогнози, с времева стъпка 1 месец за SPI и SPEI, (<https://ecds-dev.ecmwf.int/datasets/derived-drought-historical?tab=overview>, accessed on 15 January 2025).

Резултати и изводи

Като цяло има добро съответствие при идентифицирането на внезапни засушавания чрез SPI и SPEI, доколкото валежният дефицит остава основна причина за възникване на засушаванията. SMVI е по-чувствителен към краткосрочни, интензивни събития от другите два индекса, но показва добра съгласуваност със SPEI през лятото. Тъй като SMVI се основава на надежден и лесно приложим метод за идентифициране на внезапни засушавания при различни климатични условия, той може да бъде използван успешно в мониторинга на тези събития.

Литература

- McKee, T. B. N., Doesken, J., Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Eight Conf. on Applied Climatology*. Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc., 179–184.
- Osman, M., Zaitchik, B. F., Badr, H. S., Christian, J. I., Tadesse, T., Otkin, J. A., Anderson, M. C. (2021). Flash drought onset over the contiguous United States: sensitivity of inventories and trends to quantitative definitions. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 25, 565–581.
- Vicente-Serrano, S. M., Santiago Beguería, Juan I. López-Moreno (2010). A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index–SPEI. *Journal of Climate*, 23, 1696–1718.

Flash droughts in Bulgaria in the period 1991–2020

R. Evgeniev, K. Malcheva*

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Key words: *flash drought, SPI, SPEI, SMVI**email: krastina.malcheva@meteo.bg**Introduction**

Unlike other climate phenomena, droughts usually develop gradually, but have significant and long-lasting impacts on ecosystems, agriculture, water resources and the economy. In many countries, both monitoring and drought mitigation plans are designed for slower-developing events and, accordingly, assume sufficient time for preparation and implementation of mitigation measures. Flash droughts are extreme climatic events characterized by a rapid decrease in soil moisture, which have a significant negative impact on agricultural production and ecosystems, but can indirectly affect a number of socio-economic activities. Despite the growing scientific interest in flash droughts, there is still no uniform definition and methodology for their identification and analysis.

The latest IPCC assessment report on climate change states that the combination of prolonged heat and droughts will lead to significant economic losses in most European regions by the end of the century, and especially in Southern Europe. Droughts can develop over a wide range of time scales – from weeks (in the case of flash droughts) to multi-year rainfall deficits in “mega” droughts (https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter13.pdf).

Droughts in Bulgaria are also a problem of increasing importance, related to climate change and the increased frequency of hot and dry periods.

Methodology

The National Institute of Meteorology and Hydrology provides a publicly available monthly assessment of the conditions for the development of meteorological, agrometeorological and hydrological drought in the country, based on three drought indices (<https://hydro.bg/>), but this assessment does not include flash droughts.

The aim of the presented study is to compare the possibilities for identifying flash droughts through different indices and to analyze the spatio-temporal variations of the phenomenon in the period 1991–2020. Three indices were considered: 1) the standardized precipitation index of McKee et al. (1993): Standardised Precipitation Index (SPI); 2) the combined standardized precipitation and evapotranspiration index of Vicente-Serrano et al. (2010): Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI); 3) the soil moisture instability index of Osman et al. (2021): Soil Moisture Volatility Index (SMVI).

Two freely available datasets were used: 1) SMVI Global Flash Droughts Dataset (0.25°×0.25°), which provides information on the onset, duration and severity of each individual event (<https://www.hydrosh.org/resource>, accessed on 15 January 2025); 2) ERA5-DROUGHT (0.25°×0.25°) of the European Centre for Medium-Range Forecasts, at a 1-month time scale for SPI and SPEI (<https://ecds-dev.ecmwf.int/datasets/derived-drought-historical?tab=overview>, accessed on 15 January 2025).

Results and conclusions

Overall, there is good agreement in identifying flash droughts using SPI and SPEI, as rainfall deficit remains the leading cause of droughts. SMVI is more sensitive to short-term, intense events than the other two indices, but shows good agreement with SPEI in summer. Since SMVI is based on a reliable and easily applicable method for identifying flash droughts under different climatic conditions, it can be successfully used in monitoring these events.

References

- McKee, T. B. N., Doesken, J., Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Eight Conf. on Applied Climatology*. Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc., 179–184.
- Osman, M., Zaitchik, B. F., Badr, H. S., Christian, J. I., Tadesse, T., Otkin, J. A., Anderson, M. C. (2021). Flash drought onset over the contiguous United States: sensitivity of inventories and trends to quantitative definitions. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 25, 565–581.
- Vicente-Serrano, S. M., Santiago Beguería, Juan I. López-Moreno (2010). A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index – SPEI. *Journal of Climate*, 23, 1696–1718.

Води – реки, подземни води, Черно море



Water – rivers, groundwater, Black Sea

Честотен анализ на хидроложките засушавания в поречието на река Росица

Й. Димитров*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: хидроложко засушаване, индекс, вариационен праг, дефицит, ранно предупреждение

*email: idimitrov@meteo.bg**Въведение**

Честотният анализ е от най-честите и най-ранни приложения на статистиката в хидрологията. Това включва: а) дефиниране на хидроложко събитие и екстремни характеристики, които трябва да бъдат изследвани; б) избор на екстремни събития и разпределение на вероятността за описание на данните; в) оценка на параметрите на разпределението; г) оценка на екстремни събития или проектни стойности за даден проблем. Процедурите са ясни, но несигурността на оценените екстремни стойности зависи силно от размера на извадката и основните допускания на приетия модел.

Методология

Извличането на персентилите на вероятност на екстремни явления се извършва с помощта на метода на трайностната крива на оттока (FDC) и частичната крива на трайност (PDC), предоставяйки информация за режима на реката и праговете нива за характеризирани и класифициране на хидроложките засушавания (Tallaksen & Lanen, 2004).

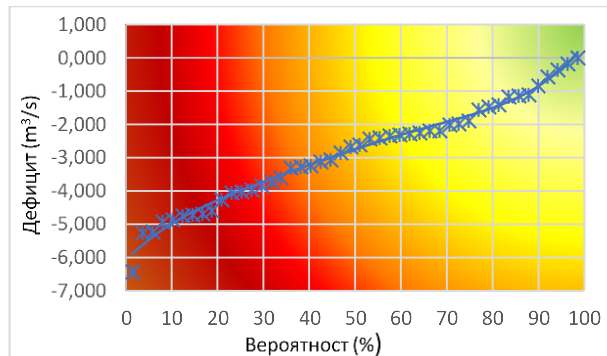
Резултати и изводи

Река Росица е ляв приток на р. Янтра. Средногодишният речен отток в ХМС №23500 – р. Росица, гр. Севлиево, е $8.918 \text{ m}^3/\text{s}$, с минимален средногодишен отток от 2.307 и $2.374 \text{ m}^3/\text{s}$, регистрирани през 1985 и 1990 г., и абсолютно минимален $0.119 \text{ m}^3/\text{s}$ с проява през 1993 и 1994 г. С данните за дневен отток (1974–2019 г.) са извлечени статистически характеристики и са дефинирани събитията на засушаване.

Извършва се анализ на получените хидроложки индекси за суша, като се установява типът засуха – „минорна“, „внезапна“, „продължителна“ и др. Оценяват се характеристиките на засушаванията, като обем на дефицита спрямо прага, сума на дефицита, пространствен обхват и др., след което се определя тяхната честота на проявление с възможно представяне в картен, табличен или графичен вид (фиг. 1). След края на всяко хидроложко засушаване се попълва регистър на засушаване със съответните стойности на хидроложките индекси (табл. 1).

Таблица 1. Регистър на засушаване (съкратен вариант)

Година	Засуха №	Начало	Край	Продължителност	Среден обем на дефицита	Дефицит минимум	Дата на мин. дефицит	Def. sum	Qmin	Qav.	Qmax
2000	37	4.6.2000	4.9.2000	93	-1.302	-3.604	10.юни	-121.1	0.440	0.852	3.672



Фигура 1. Вероятност на проявление на абсолютен максимален дефицит. Ниските вероятности съответстват на голяма суша. Под 10% са дефицити със стойности под $-5.000 \text{ m}^3/\text{s}$ ($432\,000 \text{ m}^3/\text{d}$)

Преди основната фаза на формиращо се хидроложко засушаване се наблюдава постепенно влошаване на хидроложките условия – т.нар. сух сигнал (табл. 2). Най-продължителната суша в регистъра е 305 дни, но и краткотрайните или внезапни засушавания също могат да бъдат пагубни.

Таблица 2. Формиране на засушаване в поречието на р. Росица (2000 г.), продължило 93 дни, до 4.09.2000 г.

Година	Ден	Дата	Отток	Праг	Дефицит
2000	145	25.май	8.008	5.698	2.310
2000	146	26.май	6.200	5.631	0.569
2000	147	27.май	5.420	5.560	-0.140
2000	148	28.май	4.640	5.477	-0.837
2000	149	29.май	3.860	5.417	-1.557
2000	150	30.май	3.470	5.379	-1.909
2000	151	31.май	3.470	5.317	-1.847
2000	152	1.юни	5.420	5.239	0.181
2000	153	2.юни	13.545	5.157	8.388
2000	154	3.юни	7.104	5.157	1.947
2000	155	4.юни	3.672	5.170	-1.498
2000	156	5.юни	3.244	5.166	-1.922
2000	157	6.юни	2.133	5.155	-3.022

Системата от хидроложки индекси с отделни модули има възможно практическо приложение в Система за ранно предупреждение за настъпваща суша с кодове за опасност.

Благодарности: Изследването е осъществено с предоставени от НИМХ хидроложки данни.

Литература

Tallaksen, L. M., van Lanen, H. A. J., Eds. (2004). Hydrological Drought. Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. Hydrology and Environmental Hydraulics WIMEK. Development of Water Science, Vol. 48, Elsevier.

Hydrological droughts frequency analysis in the Rositsa River basin

Y. Dimitrov*

Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology
Keywords: *hydrological drought, index, variation threshold, deficit, early warning*

*email: ydimitrov@meteo.bg

Introduction

Frequency analysis is one of the most common and earliest applications of statistics in hydrology. It involves: a) defining the hydrological event and extreme characteristics to be studied; b) selecting extreme events and probability distributions to describe the data; c) estimating the parameters of the distribution; d) estimating extreme events or design values for a given problem. The procedures are straightforward, but the uncertainty of the estimated extreme values depends strongly on the sample size and the underlying assumptions of the adopted model.

Methodology

The extraction of percentiles of probability of extreme events is performed using the flow duration curve (FDC) and partial duration curve (PDC) methods, providing information on the river regime and threshold levels for characterizing and classifying hydrological droughts (Tallaksen & Lanen, 2004).

Results and conclusions

The Rositsa River is a left tributary of the Yantra River. The average annual river runoff in the HMS No.23500 – Rositsa River, Sevlievo town, is 8.918 m³/s with a minimum average annual runoff of 2.307 and 2.374 m³/s registered in 1985 and 1990 and an absolute minimum of 0.119 m³/s occurring in 1993 and 1994. With the data on daily runoff (1974–2019), statistical characteristics have been extracted and drought events have been defined.

An analysis of the obtained hydrological drought indices is carried out, establishing the type of drought – “minor”, “flash”, “prolonged”, etc. The characteristics of droughts are assessed, such as deficit volume relative to the threshold, sum of the deficit, spatial extent, etc., and then their frequency of occurrence is determined with possible presentation in map, tabular or graphical form (Fig. 1). After the end of each hydrological drought, a drought register is filled in with the corresponding values of the hydrological indices (Table 1).

Table 1. Drought register (reduced indices number)

Year	Drought №	Start	End	Duration	Def. vol. Average	Deficit min	Date Def. Min	Def. sum	Qmin	Qav.	Qmax
2000	37	4.6.2000	4.9.2000	93	-1.302	-3.604	June 10	-121.1	0.440	0.852	3.672

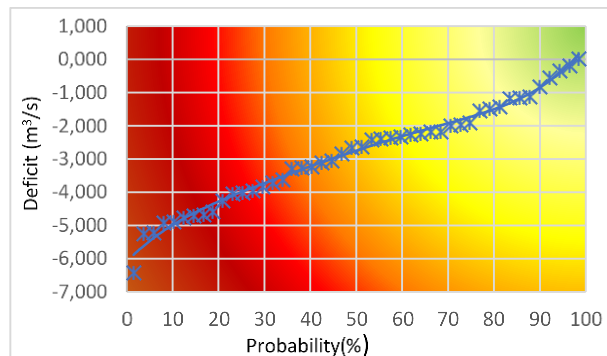


Figure 1. Probability of occurrence of absolute maximum deficit. Low probabilities correspond to a major drought.

Below 10% are deficits with values under -5,000 m³/s (432,000 m³/d)

Before the main phase of developing hydrological drought, a gradual deterioration of hydrological conditions is observed, the so-called dry signal (Table 2). The longest drought duration in the register is 305 days, but short-term or flash droughts can also be disastrous.

Table 2. Hydrological Drought formation in the Rositsa River basin (2000), lasting 93 days until 4.09.2000

Year	Day	Date	Flow	Threshold	Deficit
2000	145	May 25	8.008	5.698	2.310
2000	146	May 26	6.200	5.631	0.569
2000	147	May 27	5.420	5.560	-0.140
2000	148	May 28	4.640	5.477	-0.837
2000	149	May 29	3.860	5.417	-1.557
2000	150	May 30	3.470	5.379	-1.909
2000	151	May 31	3.470	5.317	-1.847
2000	152	June 1	5.420	5.239	0.181
2000	153	June 2	13.545	5.157	8.388
2000	154	June 3	7.104	5.157	1.947
2000	155	June 4	3.672	5.170	-1.498
2000	156	June 5	3.244	5.166	-1.922
2000	157	June 6	2.133	5.155	-3.022

The hydrological indices system with separate modules has possible practical application in an Early Warning System for developing droughts with hazard codes.

Acknowledgements: This study was carried out with hydrological data provided by NIMH.

References

Tallaksen, L.M., van Lanen, H. A. J., Eds. (2004). Hydrological Drought. Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. Hydrology and Environmental Hydraulics WIMEK. Development of Water Science, Vol. 48, Elsevier.

Пролетното пълноводие на река Дунав и влиянието му върху подкисляването на крайбрежните води в Северна България

Н. Друмева*, В. Дончева

Департамент „Химия на морето“, Институт по океанология, Българска академия на науките

Ключови думи: река Дунав, Черно море, подкисляване, крайбрежни води

*email: n.drumeva@io-bas.bg

Въведение

Подкисляването на морската вода е важен индикатор за глобалното изменение на климата. Мониторингът на неговите основни параметри като pH, обща алкалност, разтворен неорганичен въглерод и pCO_2 е от съществено значение за разбирането и прогнозирането на процесите в морската вода.

Поради по-високата алкалност на Черно море глобалната тенденция за подкисляване на водата не е ясно изразена и все още е слабо изследвана. Ситуацията е по-сложна в крайбрежните води, където антропогенните дейности маскират дългосрочните тенденции и природните процеси.

Фокус на настоящото изследване е специфичната ситуация, която се наблюдава през пролетта в крайбрежните води на Северна България по време на пълноводието на река Дунав.

Методология

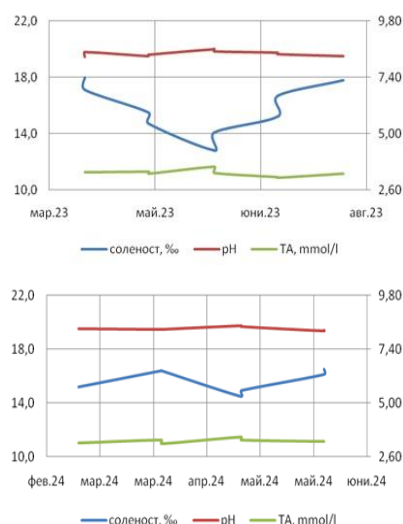
Извършени са многогодишни стационарни наблюдения на два мониторингови пункта – Варненски залив и НИБ „Шкорпиловци“. Физико-химичните показатели като pH, соленост и температура се измерват на всеки две седмици *in situ*, а измерванията за алкалност на морската вода са лабораторен стандартизиран метод. Физико-химичните показатели на морската вода се проследяват и с независими стационарно действащи *real-time* апаратури.

Резултати и изводи

Стационарните наблюдения на Варненски залив и НИБ „Шкорпиловци“ регистрират големи понижения на солеността на морската вода по време на пролетните пълноводия на река Дунав. Тези периоди на спад в солеността са особено забележими през последните две години (2023 и 2024 г.) при високите води на река Дунав и маловодията на българските реки (НИМХ, 2023, 2024). През тези периоди се регистрират максимални стойности на pH и повишени нива на общата алкалност в морската вода (фиг. 1).

Тези наблюдения съответстват на данните от мониторинга на качеството на дунавските води (UNDP/GEF Danube Regional Project, 2003), където долното течение на река Дунав се описва с нарастващи стойности на pH и алкалност (над 8,0 pH и 4,0 mmol/l). Прякото въздействие на река Дунав върху крайбрежните води по българското северно крайбрежие води до тяхното алкализиране, което е в

разрез с глобалната тенденция на подкисляване на морската вода. Този процес не е устойчив и през годините с ниски нива на река Дунав (като 2022 г.) не се наблюдават пролетни повишения на стойностите на pH и алкалността. Това обуславя непредвидимост в буферната система на крайбрежните морски води и компрометира тяхната устойчивост на атмосферно замърсяване с CO_2 , което е основният двигател на подкисляването на морската вода.



Фигура 1. Периоди със спад в солеността на морската вода и повишени нива на pH и обща алкалност

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект LTER-BG и НГИЦ, финансирани от Министерството на образованието и науката, №ДО1-320/30.11.2023 и №ДО1-321/30.11.2023, както и проект SEA-ReCap на Helmholtz Association Program.

Литература

- НИМХ (2023, 2024). Месечен хидрометеорологичен бюлетин за месеците март, април, май, юни за съответните години. София. ISSN 2815-2743
- UNDP/GEF Danube Regional Project (2003). Five-years Report on Water Quality in the Danube River Basin Based on Trans-National Monitoring Network. Rodeco Consulting GmbH. 46–58.

The spring high level of the Danube River and its impact on the acidification of the northern Bulgarian Black sea coastal water

N. Drumeva*, V. Doncheva

Department of "Marine Chemistry", Institute of oceanology, Bulgarian Academy of Sciences

Keywords: *Danube River, Black sea, acidification, coastal water*

*email: n.drumeva@io-bas.bg

Introduction

Seawater acidification is an important indicator of global climate change. So the monitoring of its main parameters such as pH, total alkalinity, dissolves inorganic carbon and $p\text{CO}_2$ is essential for understanding and predicting ocean processes.

For the Black sea, the global trend of ocean acidification is not as clearly expressed due to its higher alkalinity and still poorly studied. The situation is more complex in coastal water, where anthropogenic activities mask long-term trends and natural processes.

The present study focuses on a specific aspect of the acidification, which is observed along the northern Bulgarian Black Sea coast during the spring period. At the time of largest flow of the Danube River into the Black sea.

Methodology

Multi-year stationary observations have been carried out at two monitoring points – Varna Bay and Shkorpilovtsi Research base. Physico-chemical parameters such as pH, salinity and temperature are measured every two weeks in situ, and measurements of seawater alkalinity are a laboratory standardized method. Physico-chemical indicators of seawater are also monitored with independent stationary real-time equipment.

Results and conclusions

Our observations at Varna Bay and Shkorpilovtsi stations record a large decrease in salinity during the spring high water of the Danube River. These periods are particularly noticeable in the last two years (2023 and 2024), when the Danube River is full-flowing and the Bulgarian rivers are low-flowing (NIMH, 2023, 2024). During the period of decreasing salinity, we observe maximum pH values and an increase in total alkalinity in seawater (Fig. 1).

This observation is correspond with the quality monitoring of the Danube water (UNDP/GEF Danube Regional Project, 2003), where the Danube downstream is described with increasing pH and alkalinity values (up than 8.0 ph and 4.0 mmol/l). The direct impact of the Danube River on the coastal waters along the Bulgarian northern coast leads to their alkalization, in contrast to the observed global trend of ocean acidification. However, this process is not sustainable and in years with low Danube levels (like 2022) there is no spring increase in pH and alkalinity values. This determines the

unpredictability of the buffer system of coastal waters and their resistance to atmospheric CO_2 pollution, which is the main driver of ocean acidification.

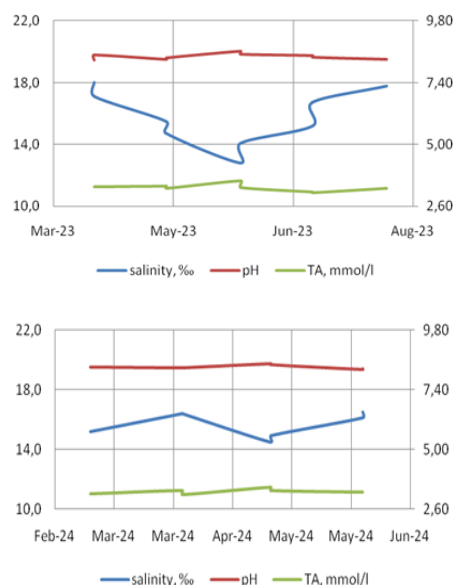


Figure 1. Periods of decreased seawater salinity and increased pH and total alkalinity levels

Acknowledgements: This work was supported by the projects LTER–BG and NGIC, financing by Bulgarian Ministry of Education and Science under grant DO1-320/30.11.2023 and DO1-321/30.11.2023; also project SEA-ReCap by Helmholtz Association Program.

References

- NIMH (2023, 2024). Monthly hydrometeorological bulletin for month March, April, May and June for the cited year. Sofia. ISSN 2815-2743
- UNDP/GEF Danube Regional Project (2003). Five-years Report on Water Quality in the Danube River Basin Based on Trans-National Monitoring Network. Rodeco Consulting GmbH. 46–58.

Валидиране на хидроложките резултати на съчетан модел SURFEX-CTRIIP за България

Е. Артинян*, П. Царев

Филиал Пловдив, Национален институт по метеорология и хидрология

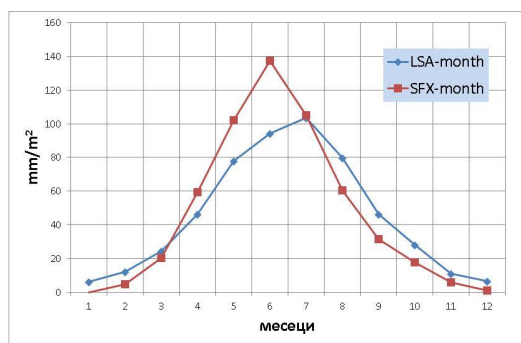
Ключови думи: воден баланс, хидрологично моделиране

*email: eram.artinian@meteo.bg**Въведение**

Хидроложкото моделиране едновременно на цялото многообразие на реките в България е трудно както заради различните физико-географски условия в басейните, така и вследствие на нуждата от прецизно подготвени метеорологични данни с подходяща времева и пространствена стъпка. Използването на съчетан модел SURFEX-CTRIIP (Munier & Decharme, 2022) дава възможност с относително едра пространствена мрежа на входните метеорологични данни да се постигнат хидроложки симулации на речните басейни с добро качество. За достоверното симулиране на важни параметри като налична влага в почвата, снежни запаси, водно количество в реките е необходимо резултатите от симулациите да се валидират статистически, като се сравнят с данни от хидрологични и метеорологични измервания.

Методология

Основните резултати от хидрологичното моделиране на повърхностните процеси и на оттока, които могат да се валидират, са пространствено изчислените с 8 km резолюция евапотранспирация и влажност в почвата и средноденонощните стойности на оттока в реките. За целта са образувани редици от: измерения отток в реките от 146 хидрометрични станции за период от 8 години; средноденонощни данни от пространствената евапотранспирация получени чрез проекта LSA-SAF (Sepulcre-Canto et al., 2014), които са близки до измерените стойности; данни от сензори за влажност на почвата в 15 станции на НИМХ.



Фигура 1. Сравнение на месечното изпарение за България от SURFEX и LSA-SAF

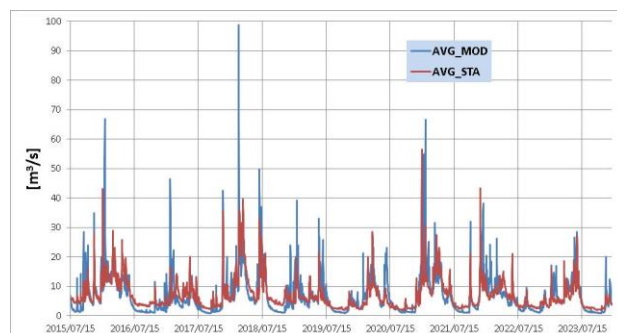
Изпарението, получено от проекта LSA-SAF, е преобразувано в средноденонощни стойности, осреднени за цяла България, и е сравнено със стойностите, получени с модела SURFEX. Данните от

хидрометричните станции са осреднени за всички 146 станции и сравнени със съответните моделни резултати за период от 8 години.

Резултати и изводи

Сумата на изпарението за България за 8 години (2016–2023) е близка за двете серии: SURFEX и LSA, с 1.5% разлика, но вътрешногодишното разпределение е различно (фиг. 1). Има и съществена разлика при сравнението на отделните годишни суми – до $\pm 20\%$.

Сравнението между средноденонощните водни количества (ВК), осреднени от 146 станции, и съответните симулирани ВК (фиг. 2) показва тенденция за по-ниски моделни стойности в периодите на маловодие и по-високи моделирани стойности в периоди на високи води. Ранговата корелация на Спирман $r_s = 0.86$ (Cohen, 1988).



Фигура 2. Сравнение между осреднените измерени и моделирани редици ВК за 146 станции в България

Литература

- Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Munier, S. and Decharme, B. (2022). River network and hydro-geomorphological parameters at 1/12° resolution for global hydrological and climate studies. *Earth Syst. Sci. Data*, 14, 2239–2258, <https://doi.org/10.5194/essd-14-2239-2022>, 2022.
- Sepulcre-Canto, G., Vogt, J., Arboleda, A., Antofie, T. (2014). Assessment of the EUMETSAT LSA-SAF evapotranspiration product for drought monitoring in Europe. *IJAEOG*, Volume 30, 2014, pp. 190–202.

Validation of the hydrological results of the coupled SURFEX-CTRIP model for Bulgaria

E. Artinyan*, P. Tsarev

Branch Plovdiv, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *water balance, hydrological modelling*

*email: eram.artinian@meteo.bg

Introduction

The hydrological modelling of the entire diversity of rivers in Bulgaria is difficult both because of the different physical and geographical conditions in the basins and because of the need for accurately prepared meteorological data with an appropriate temporal and spatial time step. The use of the coupled model SURFEX-CTRIP (Munier & Decharme, 2022) allows with a relatively large spatial grid of input meteorological data to achieve good quality hydrological simulations of rivers' streamflow discharge. To reliably simulate important underlying parameters such as available soil moisture, snow pack, and water quantity in rivers, it is necessary to validate the simulation results statistically by comparing them with available data from hydrological and meteorological measurements and other sources.

Methodology

The main results of the hydrological modelling of surface processes and runoff that can be validated are the spatially computed 8 km resolution evapotranspiration and soil moisture, and the daily mean runoff values in the rivers. For this purpose, series were formed from: measured runoff in rivers from 146 hydrometric stations over a period of 8 years; spatial mean daily evapotranspiration data obtained through the LSA-SAF project (Sepulcre-Canto et al., 2014), which are close to the locally measured by micrometeorological values method; soil moisture sensor data at 15 NIMH stations.

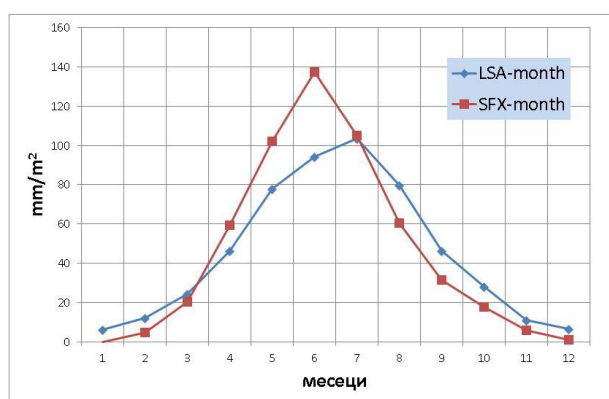


Figure 1. Comparison of average monthly evaporation for Bulgaria from SURFEX and LSA-SAF product

The evapotranspiration obtained from the LSA-SAF project was converted into daily average values averaged over Bulgaria and compared with the values obtained with the SURFEX model. Data from hydrometric stations

were averaged over all 146 stations and compared with the corresponding model results over an 8-year period.

Results and conclusions

The sum of evaporation for Bulgaria for 8 years (2016–2023) is similar for the two series: SURFEX and LSA-SAF product, with a 1.5% difference, but the intra-annual distribution is different (Fig. 1). There is also a significant difference when comparing individual annual totals of up to $\pm 20\%$.

Comparison between the daily mean water amounts (Q [m^3/s]) averaged from 146 stations and the corresponding simulated Q (Fig. 2) shows a trend for lower model values in low-water periods and higher model values in high-water periods. Spearman's rank correlation is $r_s = 0.86$ (Cohen, 1988).

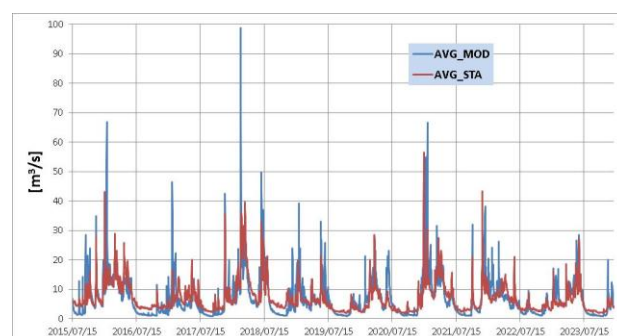


Figure 2. Comparison between averaged measured and modelled Q series for 146 stations in Bulgaria

References

- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Munier, S. and Decharme, B. (2022). River network and hydro-geomorphological parameters at $1/12^\circ$ resolution for global hydrological and climate studies. *Earth Syst. Sci. Data*, 14, 2239–2258, <https://doi.org/10.5194/essd-14-2239-2022>, 2022.
- Sepulcre-Canto, G., Vogt, J., Arboleda, A., Antofie, T. (2014). Assessment of the EUMETSAT LSA-SAF evapotranspiration product for drought monitoring in Europe. *IJAEOG*, Volume 30, 2014, pp. 190–202.

Маловодието в България през 2024 година

С. Балабанова*, С. Стоянова, В. Стоянова

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *речен отток, маловодие**email: snezana.balabanova@meteo.bg

Въведение

Маловодието е проблем, с който се сблъскват неизбежно много нации по света. Маловодието на реките характеризира продължителен период с липса на валежи, ниски нива на подземните води и високи температури на въздуха. Оттокът и параметрите му през периода на маловодие са от значение за редица отрасли – селско стопанство, енергетика, туризъм, както и за битовите и индустриални нужди в страната.

В България периодите на засушаване са били през 40-те години и последните две десетилетия на XX век. През последния продължителен период на засушаване в страната (1982–1994 г.) 1994 г. е била най-сухата, като маловодието обхваща почти цялата година (Георгиев и др., 2004).

Методология

Маловодието на реките в България е характерно както за летните, така и за зимните месеци и продължава от 2 до 3 месеца. Основните характеристики на маловодието са продължителност, минимално водно количество, начало и край.

Настоящото изследване е с фокус лятно-есенното маловодие в България през 2024 г. Представено е вътрешногодишното разпределение на речния отток в страната, на база на което са определени началото и краят на периода на маловодие. Направено е сравнение на обема на речния отток за така определения период на маловодие с обемите на оттока за избрани суха, средна и влажна година.

Резултати и изводи

По първоначални данни оттокът на повърхностните води, формиран на територията на България, през 2024 г. е около 9053 млн. m³. Общият годишен обем на речния отток в страната през 2024 г. е с 30% по-малък от този за 2023 г. (фиг. 1).



Фигура 1. Обем на речния отток в страната за 2024 г.

И при четирите водосборни басейна обемът на оттока за 2024 г. е по-малък от съответния за 2023 г. Най-голямо е намалението на обема на речния отток в Източнотиманския водосборен басейн – с 53% по-малко спрямо предходната година.

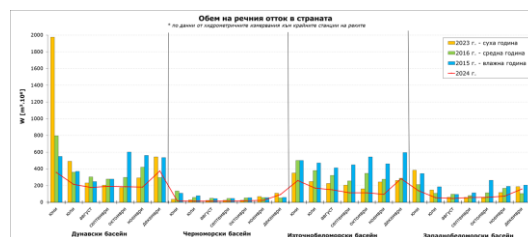
През цялата 2024 г. средномесечните водни количества на наблюдаваните реки са били под месечните норми.

Анализът на вътрешногодишното разпределение на обема на оттока по водосборни басейни показва, че маловодие в страната се наблюдава в периода от юни до ноември (фиг. 2). В Черноморския водосборен басейн в резултат на продължителен период без валежи са пресъхнали реките Факийска в района на хидрометричната станция при с. Зидарово (20.VII–14.XI) и Ропотам в района на хидрометричната станция при с. Веселие (26.VII–20.IX).



Фигура 2. Обем на речния отток в страната за 2024 г. по водосборни басейни

Обемът на речния отток в страната за така определения период на маловодие през 2024 г. е сравнен с обемите на оттока за избрани суха, средна и влажна година (фиг. 3). И при четирите отточни басейна обемът на речния отток в отделните месеци през периода на лятно-есенното маловодие през 2024 г. е по-малък спрямо обемите за същия период за избраните суха, средна и влажна година.



Фигура 3. Сравнение на обема на речния отток за периода на маловодие през 2024 г. с избрани суха, средна и влажна година

Литература

Георгиев, С., Генов, М., Божилова, Е., Орехова, Т. (2004). Водните ресурси на България през периода на засушаването 1982–1994, с. 73.

Low streamflow in Bulgaria in 2024

S. Balabanova*, S. Stoyanova, V. Stoyanova

Department of Forecasts and Information Service, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *streamflow, low streamflow*

*email: snezana.balabanova@meteo.bg

Introduction

Low streamflow is a problem that affects many countries in the world. Low-flow is the flow of water in a stream during prolonged dry weather with lack of precipitation, high air temperatures and low groundflow. Streamflow and its elements during low-flow periods are essential for a wide range of economic fields – agriculture, energetics, tourism, as well as for daily necessities and industry.

In Bulgaria dry periods had been recorded in the 40^s and in the last two decades of the XX century. Among all others 1994 was the driest year in the last dry period (1982–1994) in the country (Georgiev et al., 2004).

Methodology

Low steamflow periods in Bulgaria usually occur in summer and winter months and last 2 to 3 months. Low-flow period major properties include duration, minimum low-flow discharge, start and end of period.

The objective of this study is to provide an analysis of the low streamflow period in the summer and autumn in 2024 in Bulgaria. The intra-annual flow distribution in the country as presented on Fig. 2 was used to identify the beginning and the end of the low steamflow period. A comparison between the river runoff volume of the so defined low streamflow period and the respective volumes of a dry, a normal and a wet year is also presented.

Results and conclusions

River runoff volume for 2024 in Bulgaria is $9053 \times 10^6 \text{ m}^3$ as per initial data. The total annual runoff volume in the country in 2024 is 30% less than the one in 2023 (Fig. 1).

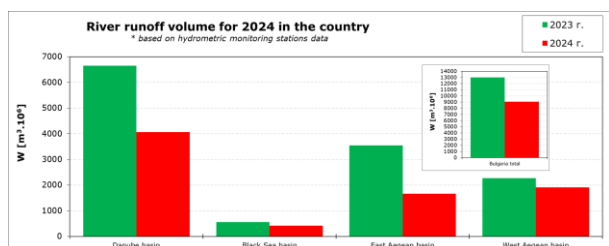


Figure 1. River runoff volume for 2024 in the country

In 2024 the river runoff volumes of all the four river drainage basins is less than the respective ones in 2023. The East Aegean basin has the highest decrease rate – the river runoff volume is 53% less than the one of the previous year.

During the whole 2024 the monthly average discharges of the rivers monitored in the country are below the monthly normals.

The intra-annual flow distribution over the major drainage basins shows that the low-flow period in Bulgaria lasts from June to November (Fig. 2). As a result of a long-lasting dry period with no precipitation two rivers in the Black Sea basin run completely dry: Fakiyska River in the area of Zidarovo hydrometric station (20.VII–14.XI) and Ropotamo River in the area of Veselie hydrometric station (26.VII–20.IX).

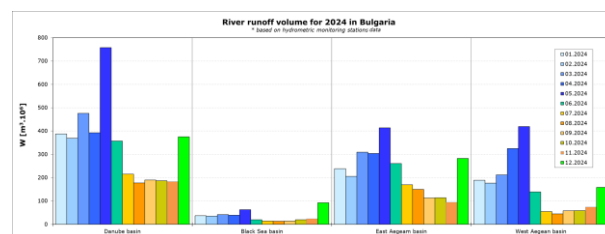


Figure 2. River runoff volume for 2024 in the country per drainage basins

The river runoff volume of the low streamflow period in 2024 is compared with the respective volumes of a dry, a normal and a wet year (Fig. 3). Each of the monthly river runoff volumes of the four drainage basins during the low streamflow summer-autumn period of 2024 is less than the respective monthly runoff volumes of the chosen dry, normal and wet years.

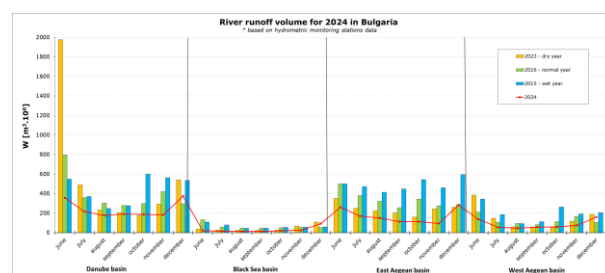


Figure 3. River runoff volume of the low streamflow period in 2024 as compared with a dry, a normal and a wet years chosen

References

- Georgiev, S., Genev, M., Bojilova, E., Orehova, T. (2024). Water resources in Bulgaria during the drought period 1982–1994, p. 73.

Оценка на инвестициите при реконструкция на водоснабдителни системи

С. Дарачев*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *инвестиции, загуби на вода, водоснабдяване, експлоатационни разходи**email: sdarachev@meteo.bg

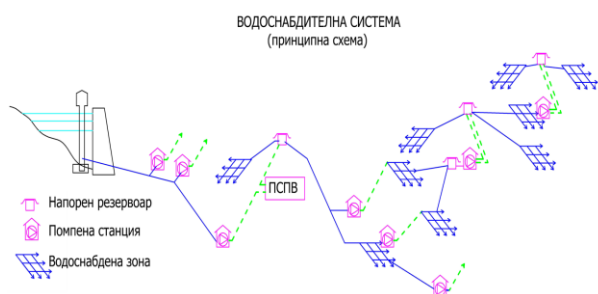
Въведение

Инвестициите при реконструкция на водоснабдителни системи (ВС) са по-голямата част от вложените ресурси като цяло за сектор водоснабдяване и канализация. Ефикасността на този вид капиталовложения е слабо оценена, а моделирането на една такава инвестиция се свежда до сравняване на единични вариантни решения. Създаден е модел за обосноваване на инвестиционна програма при управлението на водоснабдителни системи.

Методология

Разработката се прилага след изпълнението на проекти с висок риск от прекъсване на водоподаването. Възможностите за диференциран подход към отделните подзони и показатели са ясно дефинирани, като това позволява изграждането на моделна структура за подаване на статична и динамична оперативна информация, с възможност за извеждане на избрани показатели. Входната информация се основава на събраните оперативни данни, което дава реалистична оценка на силните и слабите страни на анализирания водоснабдителна система и води до оптимален избор на ефективна инвестиционна стратегия.

За обект на изследването е приета част от реална водоснабдителна система, поради възможностите за диференциране на отделни зони с препомпване и гравитачно водоснабдяване от природна (сурова) и пречистена вода.

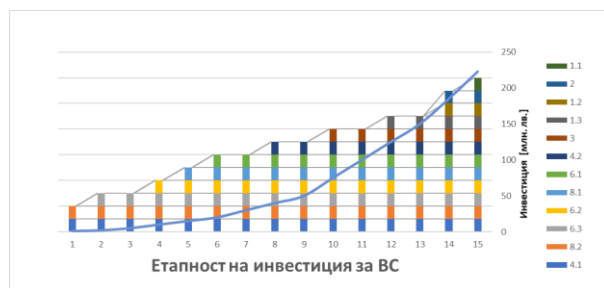


Фигура 1. Схема на водоснабдителна система

Ограниченията в това изследване са свързани с трудоемката обработка на подаваните данни, непълната архивирана информация, водеща до приемания, изкривяващи реалната ситуация, но добре описващи силата на моделирането за оценка и избор на инвестиционна програма при налична и достоверна база от данни.

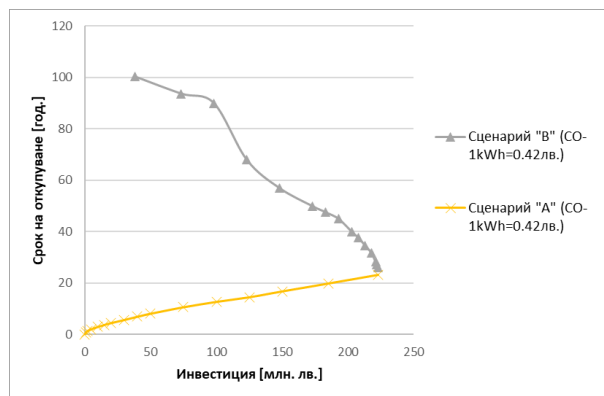
Резултати и изводи

Изведен е подробно алгоритъмът за оценка за работата на ВС след реализиране на инвестиционната програма. Избрани са сценарии за провеждане на симулации, където за променливи на вход са изведени показателите **SE** – цена на доставена електроенергия, и **SR** – обем на инвестицията. За наблюдавани резултати от проведените симулации са определени показатели от технически, финансов и екологичен характер.



Фигура 2. Етапност и интегрална крива на инвестиционния процес

Изведени и анализирани са общите разходи по зони, преди и след направени инвестиции, срокът на откупуване, разходите за поддръжка, за електроенергия и редуцираният обем иззета вода от природата.



Фигура 3. Ефикасност на инвестицията

Investment assessment for the reconstruction of water supply systems

S. Darachev*

Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *investments, water losses, water supply, operating costs*

*email: sdarachev@meteo.bg

Introduction

Investments in the reconstruction of water supply systems constitute the majority of the funds invested in the water supply and sewer sector as a whole. The effectiveness of this type of capital investment is poorly assessed and the modeling of such an investment is reduced to comparing individual alternative solutions. A model has been created to justify an investment program in the management of water supply systems.

Methodology

The development is applied after the implementation of projects with a high risk of water supply interruption. The possibilities for a differentiated approach to individual sub-areas and indicators are clearly defined, which allows the construction of a model structure for providing static and dynamic operational information, with the possibility of deriving selected indicators. The input information is based on the collected operational data, which provides a realistic assessment of the positive and negative weak indicators of the analyzed water supply system and leads to the optimal choice of an effective investment strategy.

A part of a real water supply system was adopted for the study object, due to the possibilities for differentiating separate zones with re-pumping and gravity water supply from natural and treated water.

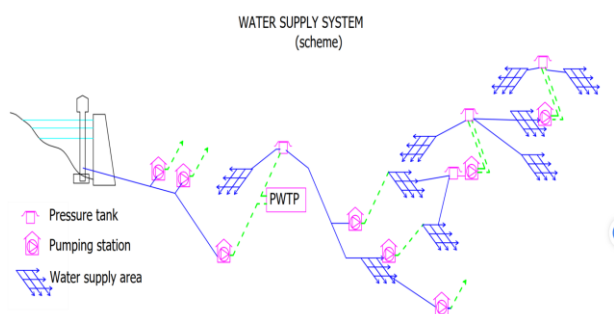


Figure1. Water supply system diagram

The limitations of this study are related to the laborious processing of the submitted data, the incomplete archived information, leading to the assumption of an unrealistic situation, but well describing the power of modeling for evaluating and selecting an investment program with an available and reliable database.

Results and conclusions

The algorithm for assessing the performance of a water supply system after the implementation of the investment program is presented in detail. Scenarios are selected for conducting simulations, where the input variables are the indicators **SE** – price of supplied electricity, and **SR** – investment. For observed results from the simulations conducted for given indicators of a technical, financial and environmental nature.

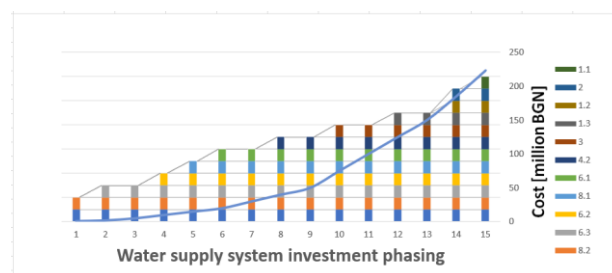


Figure 2. Phasing and integral curve of the investment process

The total costs by area, before and after investments made, the payback period, maintenance costs, electricity costs, and the reduced volume of water withdrawn from nature are derived and analyzed.

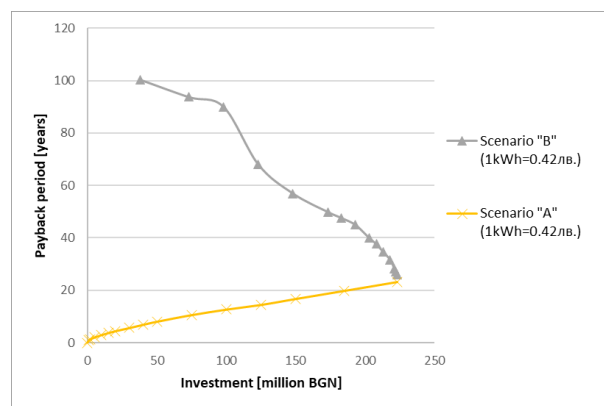


Figure 3. Investment efficiency

Подходи за ресурсни оценки и воден баланс на територията на Дунавски район

М. Ранкова*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *повърхностни водни тела, ресурси, отток** email: maya.rankova@meteo.bg**Въведение**

Съществува интерес от управляващите в подкрепа за възстановяване на хидрометрични станции и модернизиране на измервателната техника на НИМХ. Така би се повишило качеството на хидрометричната информация и нейната гъстота на национално ниво.

В условията на климатични изменения се наблюдава значително влияние върху хидроложките характеристики, даващи информация за притока и разхода в една система – воден баланс.

Факторите, които оказват влияние, са: промяна в режима на валежите, температурата и изпарението. Основен приходен компоненти в уравнението на водния баланс за един речен басейн е количеството валежи, което е измерено от метеорологичните станции, основен разходен компонент е изпарението. Рационалното управление на водните ресурси за хидроложки цели е от първостепенно значение за правилно определяне на ресурса на повърхностните води в страната.

Методология

Изследвани са различни методи, емпирични формули и алгоритми за оценка на компонентите на баланса на територията на страната: воднобалансови хидроложки модели, агрометеорологични оценки, грид базирани оценки на европейския и световни прогностични центрове. Пилотно работата е насочена към поречие от централната част на Дунавския водосборен басейн – поречието на р. Вит до вливането ѝ в река Дунав. За целта са ползвани данни от хидрометеорологичната база на НИМХ за периода 2010–2022 г.:

- средногодишни и средномесечни данни за водни количества в 5 ХМС по поречието на река Вит;
- средногодишни температури на въздуха в 10 станции по поречието на река Вит;
- средногодишни и средномесечни данни за сума на валежи в 20 валежомерни станции по поречието на река Вит;
- височина на снежна покривка в 25 валежомерни станции по поречието на река Вит;
- средни стойности на почвена влажност в еднометров почвен слой.

Представена е връзката между средно-многогодишните стойности на изпарението (ET) и валежа (P), както и между хидроложките елементи на водния баланс.

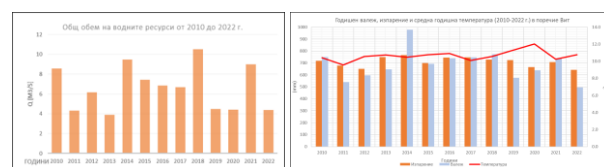
За определяне на годишния обем на актуалната евапотранспирация за поречието на р. Вит е приложен емпиричен подход на *Turk*.

$$ET = \frac{P}{\left[c + \left(\frac{P}{T}\right)^2\right]^{0.5}}$$

Определена е и зависимостта на оттока с валежите и температурата чрез регресионни зависимости на база исторически данни от наблюдения. Резултатите са анализирани и валидирани чрез сравнение с налични измервания. Основната цел е по-доброто им разбиране, което да послужи за устойчиво управление на водните ресурси. Изследването се основава на данни за сумарно изпарение за цялата страна от *ERA5 reanalysis (Copernicus)*.

Резултати и изводи

Резултатите са получени с помощта на ГИС базираните растер калкулатори и стандартни статистически оценки. Анализирана е пространствено-времева оценка на параметрите, както и разликите между оценките на едни и същи параметри от различни източници. В резултат е разработена методика за оценка на ресурса за повърхностни водни тела чрез хидроложка регионализация.



а) б)
Фигура 1. Общ обем на водните ресурси от 2010 до 2022 г. за поречие Вит (а); Годишен валеж, изпарение и средна годишна температура (2010–2022) в поречие Вит (б)

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на научноизследователски проект „Подходи за ресурсни оценки и воден баланс на територията на Дунавски район“, финансиран от НИМХ.

Литература

Pekárová, P., Halmová, D., Sabová, Z., Pekár, J., Miklánek, P., Bačová Mitková, V., Prohaska, S., Kohnová, S., Garaj, M. (2023). Sensitivity of runoff due to changes in the characteristics of the water balance in the Danube River region (Nov 14, 2023).

Approaches for resource assessments and water balance in the Danube area

M. Rankova*

Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *surface water bodies, resources, runoff*

*email: maya.rankova@meteo.bg

Introduction

In recent years, the government has increased interest in supporting the restoration of hydrometric stations and upgrading our measurement equipment. This would improve the quality of hydrometric information and its density at the national level. In the context of climate change, there is a significant impact on hydrological characteristics, giving information on inflow and outflow in a system, such as water balance. The factors that lead to these changes are precipitation patterns, temperature, and evaporation. The primary input component in a river basin's water balance equation is the precipitation that the weather stations measure, while the significant input component is evaporation. Rational management of water resources, specifically for hydrological purposes, is essential to correctly determining the country's surface water resource.

Methodology

Currently, applied methods, empirical formulas, and algorithms for assessing the balance components on our country's territory are studied: water balance hydrological models, agro-meteorological assessments, and grid-based assessments of European and world forecasting centers.

The pilot work focuses on a stream in the central part of the Danube catchment – the Vit River up to its confluence with the Danube. For this purpose, data from the hydrometeorological database of NIMH for the period 2010–2022 were used:

- annual and monthly average data of water quantities in 5 pcs. Water levels in the river Vit;
- averaged annual air temperatures at 10 stations along the Vit River;
- average annual and average monthly rainfall data at 20 rain gauge stations along the Vit River;
- snow cover height for 25 rain gauge stations along the Vit River;
- mean values of soil moisture in a one-meter soil layer.

The relationship between annual mean evapotranspiration (ET) and precipitation (P) and the relationship between the hydrological elements of the water balance are shown.

Turk's empirical approach was applied to determine the annual volume of actual evapotranspiration for the Vit River.

$$ET = \frac{P}{\left[c + \left(\frac{P}{L}\right)^2\right]^{0.5}}$$

Regression relationships based on historical observational data also determine the runoff relationship with precipitation and temperature. The results are analyzed and validated by comparison with available measurements. The main objective is to better understand how to serve sustainable water resources management. The study is based on total evaporation data for the whole country from the *ERA5 reanalysis (Copernicus)*.

Results and conclusions

Results were obtained using GIS-based raster calculators and standard statistical estimators. The spatial and temporal estimation of the parameters and the differences between the estimates of the same parameters from different sources.

As a result, an improved resource assessment methodology for surface water bodies has been developed through hydrological regionalization.



a) Figure 1. Total volume of water resources from 2010 to 2022 for the Vit (a); Annual precipitation, evaporation, and mean annual temperature (2010–2022) in the Vit River basin (b).

Acknowledgements: The study was conducted within the framework of a research project, funded by the NIMH, “Approaches for Resource Assessments and Water Balance in the Danube Region”.

References

Pekárová, P., Halmová, D., Sabová, Z., Pekár, J., Miklánek, P., Bačová Mitková, V., Prohaska, S., Kohnová, S., Garaj, M. (2023). Sensitivity of runoff due to changes in the characteristics of the water balance in the Danube River region (Nov 14, 2023).

Река Янтра – хидроложки анализи и моделиране на речния отток

Е. Божилова*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *речен отток, максимален и минимален отток, моделиране**email: elena.bozilova@meteo.bg**Въведение**

Монографията разкрива пространствено-времевата динамика на речния отток в границите на речния водосбор чрез различни подходи (статистически и вероятностен) и методи (емпирични и теоретични криви на обезпеченост, трайностни криви, регресионни уравнения и др.).

Методология

В основата на анализа са поставени годишният речен отток и разпределението на водните количества по месеци и сезони. Изследвани са минималният и максималният отток, описани чрез честота и вероятността им за проява и други хидроложки параметри.

Резултати и изводи

В първи раздел „Хидрология на водосбора на река Янтра“ последователно е разгледан годишният речен отток във водосбора както на главната река, така и за основните притоци. Изследвани са многогодишните тенденции във формирането на оттока. Анализирано е вътрешногодишното разпределение на речния отток във водосбора на реката, като се започва с месечното и се преминава към сезонно разпределение.

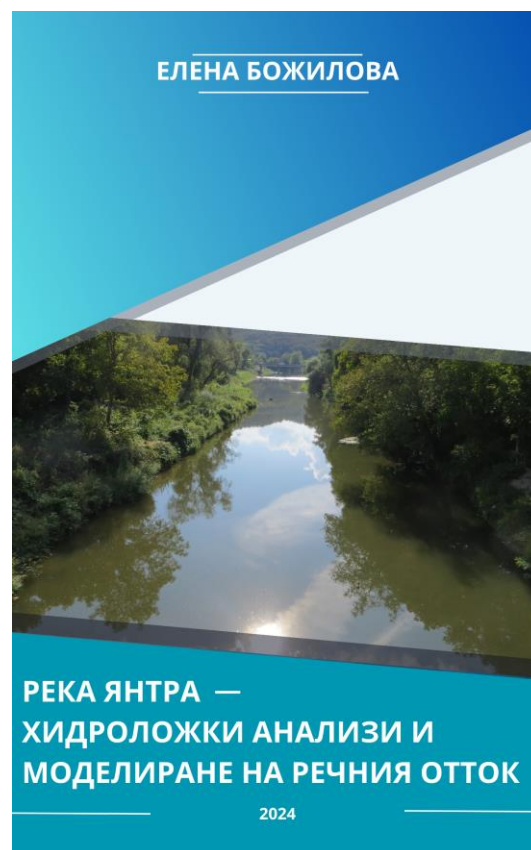
Анализиран е годишният максимален отток, както и месечното и сезонното разпределение на максималните водни количества. Предложен е „Индекс високи води“ – *FI* (Flood Index).

Определени са характеристики на минималния отток в поречие Янтра. Илюстрирана е методиката за екологичен отток.

Раздел втори разглежда моделирането на хидроложките системи, като е предложен кратък преглед на моделите, използвани за моделиране на процеса валеж – отток. Предложени са два основни модела за моделиране на оттока на река Янтра:

- моделиране на речния отток с модел с разпределени параметри Hydro-BEAM (Hydrological Basin Environmental Assessment Model), разработен в Университета на Киото. С него е направена многогодишна симулация на речния отток за басейна на Горна Янтра;
- моделиране на речния отток с модел с полуразпределени параметри HEC-HMS (Hydrological modeling systems, US Army Corp of Engineering). С него е моделиран целият водосбор на р. Янтра до вливането ѝ в р. Дунав.

Представен е опит за краткосрочни хидроложки прогнози в поречието с модел HEC-HMS. Басейнът на река Янтра е моделиран и при бъдещи климатични условия, като е приложен подход на въздействие.



Фигура 1. Монография, ISBN 978-619-7739-10-7, Издателство Neofeedback

Монографичният труд е предназначен както за специалисти в областта на хидрологията, водното дело и управлението на водите, така и към широк кръг читатели. Библиографията прави преглед на над 230 заглавия, като 108 са заглавията на български език и над 120 на латиница. Обемът на предлаганото изследване е 233 страници. Трудът е рецензиран от проф. Пламен Нинов и проф. Нели Христова.

Благодарности: Авторът изказва своите благодарности към НС на НИМХ за финансиране на отпечатването на 40 екземпляра от изследването.

Yantra River – hydrological analyses and modelling of river runoff

E. Bojilova*

Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *river runoff, maximum and minimum runoff, modeling*

*email: elena.bojilova@meteo.bg

Introduction

The monograph reveals us the spatio-temporal dynamics of the river outflow within the boundaries of the river catchment through various approaches (statistical and probabilistic) and methods (empirical and theoretical probability curves, duration curves, regression analysis, etc.).

Methodology

At the base of the analysis, the annual runoff and the distribution of water quantities by months and seasons, the minimum and maximum runoff, described by their frequency and probability of occurrence and other hydrological parameters, were added.

Results and conclusions

In the first section, “Hydrology of the Yantra River catchment”, the annual river water runoff in the catchment for both the main river and the main tributaries are considered in sequence. The long-term trends in the formation of the river runoff were studied. The intra-annual distribution of the river runoff in the river's catchment was studied, starting with the monthly and moving to the seasonal distribution.

Maximum annual river runoff was analysed. The monthly and seasonal distribution of maximum water quantities was studied. “Flood Index” is proposed – *FI* (Flood Index).

The characteristics of the minimum river discharges in Yantra watershed are obtained. The methodology for ecological flow is illustrated.

The second part of the monograph deals with modelling of hydrological systems. A brief theoretical overview of rainfall-runoff models is made. Two main models have been proposed to model the runoff of the Yantra River:

- we model the river runoff with a distributed parameter model Hydro-BEAM (Hydrological Basin Environmental Assessment Model) developed by Kyoto University. The model has been tested in the conditions of a multi-annual simulation of the river runoff for the Upper Yantra basin: Yantra River at Veliko Tarnovo town;
- we model river runoff with a semi-distributed parameter model with HEC-GeoHMS (Geospatial Hydrologic Modelling Extension) and HEC-HMS (Hydrological Modelling System) both from the US Army Corp of Engineering. The entire catchment of the Yantra river up to the confluence to the Danube River is modelled with HEC-HMS.

Model HEC-HMS is applied to short-term forecasting and is experiments with real-time predictions for Yantra River near the village of Karantzi. The Yantra watershed is modelled under future climate conditions applying an impact approach.

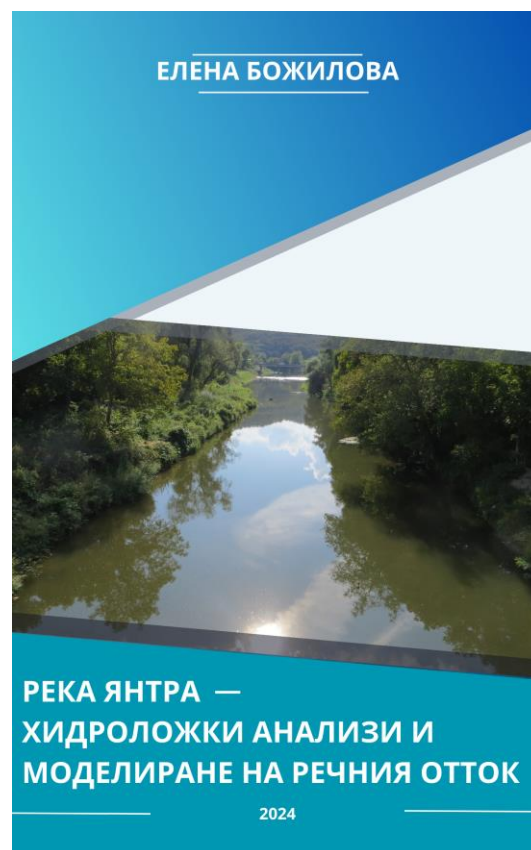


Figure 1. Monograph, ISBN 978-619-7739-10-7, Neofeedback Press

The monograph is intended both for specialists in the field of hydrology, the water work and water management, as well as for a wide range of readers. The bibliography reviews over 230 titles, 108 of which are in Bulgarian and over 120 in Latin. The volume of the proposed study is 233 pages. The book was reviewed by Prof. Plamen Ninov and Prof. Neli Hristova.

Acknowledgements: The printing of this work (40 exemplars) was supported by the Scientific Council of NIMH.

Оценка на евапотранспирацията в района на НАО Рожен по данни от модели и от реални измервания

Р. Стефанова*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология – филиал Пловдив

Ключови думи: *евапотранспирация, хидроложко моделиране, воден баланс*

*email: rstefanova@meteo.bg

Въведение

Евапотранспирацията (ET) е ключов компонент на водния баланс и определящ фактор за разпределението на водните ресурси. Точната ѝ оценка е критична за хидроложките модели, тъй като грешки в изчисленията ѝ могат да доведат до значителни неточности в прогнозирането на оттока. Поради сложността на процесите ET се оценява чрез математически модели, които изискват валидиране спрямо реални измервания.

Настоящото изследване сравнява моделирани и измерени стойности на ET за района на **НАО Рожен (2016–2024 г.)**, като анализира точността на различни модели и влиянието на разликите върху водния баланс.

Методология

За оценка на точността на моделираните стойности на евапотранспирацията са използвани измервания от уред IRGASON, монтиран в района на Национална астрономическа обсерватория (НАО) Рожен, прилагаш микрометеорологичен метод. Анализът обхваща периода 05.03.2016 – 10.02.2024 г., като са включени само представителни стойности за денонощна ET.

Сравнението се извършва между измерените данни и моделираните стойности от следните модели:

- **ISBA, 8 km резолюция** (Artinyan et al., 2008)
- **LSA-SAF (LSA-312)** – сателитни данни за ET от EUMETSAT (Albergel et al., 2012)
- **SURFEX, 8 km резолюция** (Artinyan et al., 2017)
- **ECMWF_0.1** (0.1° резолюция – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)
- **SURFEX, 4 km резолюция**

На първи етап се прилагат статистически методи за оценка на съответствието, включително **изчисление на коефициента на корелация (r), средноквадратична грешка** и други показатели за точност. След определяне на най-подходящия модел за разглеждания район неговите данни се използват за анализ на **месечното разпределение на ET**.

Резултати и изводи

Анализът на корелацията между измерената и моделираната ET показва, че най-висока съгласуваност с наблюденията имат **сателитните данни LSA-SAF (r=0.79)** и моделът **ECMWF (r=0.79)**.

Вътрешномоделното сравнение показва най-висока корелация между **LSA-SAF и ECMWF (r=0.88)**, което показва сходство в техните изчисления на ET.

	ET	LSA_SAF	ISBA8km	SFX8km	ECMW_0.1	SFX4km
ET		0.79	0.63	0.59	0.79	0.69
LSA_SAF	0.79		0.56	0.60	0.88	0.85

Фигура 1. Матрица на корелационните коефициенти *r* между измерена ET и моделираните редици

Вътрегодишното разпределение на ET, изчислено на база данни от LSA-SAF, показва изразена сезонност. Максимални стойности се наблюдават през летните месеци (юни – август), като юни е месецът с най-висок дял на ET за повечето години (до 20.5%). Пролетните месеци (април – май) също допринасят значително, докато зимните месеци (декември – февруари) имат най-ниски стойности (под 5%). Вариацията между годините е забележима, особено през преходните сезони, което вероятно отразява климатичните разлики и променливостта на атмосферните условия.

Литература

- Albergel, C., Balsamo, G., de Rosnay, P., Muñoz-Sabater, J., Boussetta, S. (2012). A bare ground evaporation revision in the ECMWF land-surface scheme: evaluation of its impact using ground soil moisture and satellite microwave data. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, 3607–3620, <https://doi.org/10.5194/hess-16-3607-2012>
- Artinyan, E., Dimitrov, D., Kroumova, K., Rankova, M. (2017). Annual water resources assessment using different observations and models. *XXVII Conference of the Danubian countries on hydrological forecasting and hydrological bases of water management*, Golden Sands, Bulgaria, September 2017.
- Artinyan, E., Habets, F., Noilhan, J., Ledoux, E., Dimitrov, D., Martin, E., Le Moigne, P. (2008). Modelling the water budget and the riverflows of the Maritsa basin in Bulgaria. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 12, 21–37, <https://doi.org/10.5194/hess-12-21-2008>

Evaluation of evapotranspiration in the area of NAO Rozhen based on model data and real measurements

R. Stefanova*

Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology – Branch Plovdiv

Keywords: *evapotranspiration, hydrological modeling, water balance*

email: rstefanova@meteo.bg

Introduction

Evapotranspiration (ET) is a key component of the water balance and a determining factor in the distribution of water resources. Accurate estimation of ET is critical for hydrological models, as errors in its calculation can lead to significant inaccuracies in runoff predictions. Due to the complexity of the processes involved, ET is assessed using mathematical models that require validation against real measurements.

This study compares modeled and measured ET values for the area of **NAO Rozhen (2016–2024)**, analyzing the accuracy of different models and the impact of discrepancies on the water balance.

Methodology

To evaluate the accuracy of modeled evapotranspiration values, measurements from the IRGASON instrument, installed at the National Astronomical Observatory (NAO) Rozhen, were used. This instrument applies a micrometeorological method. The analysis covers the period March 5, 2016 – February 10, 2024, including only representative values for daily ET.

The comparison is conducted between the measured data and ET values computed by the following models:

- **ISBA, 8 km resolution** (Artinyan et al., 2008)
- **LSA-SAF (LSA-312)** – satellite-derived ET data from EUMETSAT (Albergel et al., 2012)
- **SURFEX, 8 km resolution** (Artinyan et al., 2017)
- **ECMWF_0.1** (0.1° resolution – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)
- **SURFEX, 4 km resolution**

At the first stage, statistical methods are applied to assess model performance, including **correlation coefficient (r)**, **root mean square error (RMSE)**, and other accuracy indicators. After identifying the most suitable model for the study area, its data are used to analyze the **monthly distribution of ET**.

Results and conclusions

The correlation analysis between measured and modeled ET shows that the highest agreement with observations is found for the **LSA-SAF satellite data ($r=0.79$)** and the **ECMWF model ($r=0.79$)**.

The inter-model comparison indicates the highest correlation between **LSA-SAF and ECMWF ($r=0.88$)**, suggesting a similarity in their ET calculations.

	ET	LSA_SAF	ISBA8km	SFX8km	ECMWF_0.1	SFX4km
ET		0.79	0.63	0.59	0.79	0.69
LSA_SAF	0.79		0.56	0.60	0.88	0.85

Figure 1. Correlation coefficient matrix r between measured ET and modeled data series

The intra-annual distribution of ET, calculated based on LSA-SAF data, reveals a pronounced seasonal pattern. Maximum values occur in the summer months (June – August), with June having the highest ET share in most years (up to 20.5%). Spring months (April – May) also contribute significantly, whereas winter months (December – February) exhibit the lowest values (below 5%). The variation between years is notable, particularly in the transitional seasons, likely reflecting climatic differences and atmospheric variability.

References

- Albergel, C., Balsamo, G., de Rosnay, P., Muñoz-Sabater, J., Boussetta, S. (2012). A bare ground evaporation revision in the ECMWF land-surface scheme: evaluation of its impact using ground soil moisture and satellite microwave data. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, 3607–3620, <https://doi.org/10.5194/hess-16-3607-2012>
- Artinyan, E., Dimitrov, D., Kroumova, K., Rankova, M. (2017). Annual water resources assessment using different observations and models. *XXVII Conference of the Danubian countries on hydrological forecasting and hydrological bases of water management*, Golden Sands, Bulgaria, September 2017.
- Artinyan, E., Habets, F., Noilhan, J., Ledoux, E., Dimitrov, D., Martin, E., Le Moigne, P. (2008). Modelling the water budget and the riverflows of the Maritsa basin in Bulgaria. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 12, 21–37, <https://doi.org/10.5194/hess-12-21-2008>

Пилотно изчисление на ключова крива с програмата BaRatinAGE за ХМС №72520 – река Стряма, гр. Баня, обл. Пловдив К. Паралска*

Филиал Пловдив, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *ключова крива, BaRatin, реки, ниво – отток*

*email: kparalska@meteo.bg

Въведение

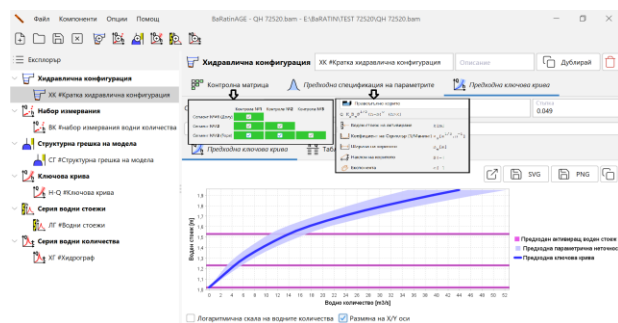
Към настоящия момент в България (НИМХ) е приет класически метод за подготовка на ключовата крива на зависимостта воден стоеж – водно количество, който изисква анализ и ръчно изчертаване. В условията на екстремни явления и необходимост от бързо актуализиране и преизчисляване на преминалите води, в помощ на хидрологията следва да бъде направена оценка за ефективността на други методи за дефиниране на зависимостта.

Внедряването в НИМХ на нов аналитичен метод би допринесло за по-ефективното разработване на ключови криви.

Методология

Програмата BaRatinAGE е с цялостен превод на български език и е Java интерфейс към изчислителни модули за дефиниране на ключова крива по Байесов метод. Създаденият проект изисква въвеждането на кратка хидравлична конфигурация и основни параметри за разглеждания речен створ. В „контролна матрица“ се посочва „делене по вертикала“, за обозначаване на промени в напречния профил (коефициент на грапавина, геометрични размери на напречния профил). След въвеждане на измерените водни количества програмата позволява избор на „активност“ за точки. Извежда в табличен и графичен вид „разпределение на параметрите“ и „резултати от MCMC (Markov chain Monte Carlo)“.

Програмата позволява задаването на набор от различни хидравлични конфигурации, групи от измервания и водни стоежи. Това дава възможност да бъдат „заредени“ вариации на окончателна ключова крива с различни параметри и да бъде направен избор за най-подходящо решение.



Фигура 1. Хидравлична конфигурация

Резултати и изводи

Избрана е река Стряма. През 2022 година е наблюдавано достигането на високи води с обезпеченост, по-малка от 1%, и последващите сравнения на резултатите от програмата ще бъдат подробно анализирани. Въведените първични данни са актуалните за 2024 година (водни количества, ежечасни водни стоежи, геометрични размери на напречното сечение).

Избрана е текущата година, за да бъдат разработени успоредно ключовите криви чрез BaRatinAGE и по текущата методика.

Посочените графики и изчисления са с демонстративна цел, като при окончателно разработване на ключовата крива за 2024 година ще бъдат прецизирани.

Специфично за изчислената ключова крива е методът „спагети“ – визуализират се отклоненията от изчислената крива чрез отчитане на параметричната и структурната неточност. Това предоставя графично оценка на несигурността на резултата.



Фигура 2. Ключова крива

Благодарности: Специални благодарности на разработчиците на BaRatinAGE за отзивчивостта да я предоставят за целите на обучението, включването и актуализирането на превода на български език.

Литература

Le Coz, J., Renard, B., Bonnifait, L., Branger, F., Le Boursicaud, R. (2014). Combining hydraulic knowledge and uncertainty gaugings in the estimation of hydrometric rating curves: A Bayesian approach. *Journal of Hydrology*, 509, 573–587. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.11.016>.

Pilot rating curve calculation with the BaRatinAGE program for HMS №72520 – Stryama River, city Banya, region Plovdiv

K. Paralska*

Branch Plovdiv, National Institute of Meteorology and Hydrology

Key words: *rating curve, BaRatin, rivers, stage – discharge*

*email: kparalska@meteo.bg

Introduction

At the present time, a classical method for the preparation of the rating curve of the water stage – discharge relationship is adopted in Bulgaria (NIMH), which requires analysis and manual drawing. In the conditions of extreme events and the need to quickly update and recalculate the water flows, the effectiveness of other methods for defining the dependence should be evaluated to help Hydrology.

Implementation of a new analytical method at NIMH would contribute to more efficient development of rating curves.

Methodology

The BaRatinAGE program has a complete translation into Bulgarian and is a Java interface to computational modules for Bayesian rating curve definition. The designed project requires the input of a short hydraulic configuration and basic parameters for the considered river channel. In the “control matrix” a “vertical division” is specified to indicate changes in the cross section (roughness coefficient, geometric dimensions of the cross section). After entering the measured water quantities, the program allows the selection of “activity” for points. It displays in tabular and graphical form the “parameters’ distribution” and the “MCMC (*Markov chain Monte Carlo*) results”.

The program allows the setting of a range of different hydraulic configurations, groups of measurements and water stages. This allows variations of a final rating curve with different parameters to be “loaded” and a choice to be made for the most appropriate solution.

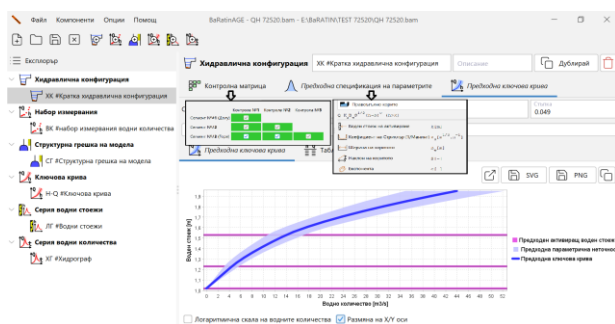


Figure 1. Hydraulic configuration

Results and conclusions

The selected river is Stryama. In 2022, high flows with less than 1% coverage were observed and subsequent comparisons of programme results will be analysed in detail. The primary data entered are the current for 2024 (water quantities, hourly water stages, geometric cross section dimensions).

The current year has been chosen to develop the rating curves in parallel using BaRatinAGE and the current methodology.

The graphs and calculations displayed are for demonstration purposes and will be refined when the 2024 rating curve is finally developed.

Specific to the calculated rating curve is the “spaghetti” method – deviations from the calculated curve are visualized by accounting for parametric and structural uncertainty. This provides a graphical estimate of the uncertainty of the result.

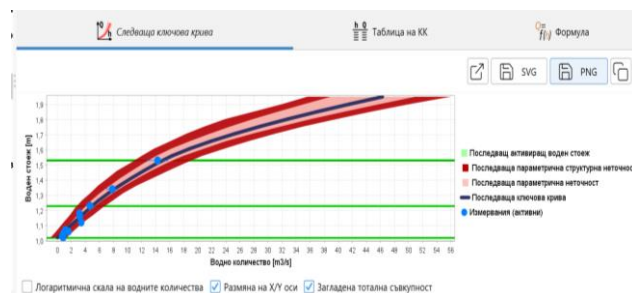


Figure 2. Rating curve

Acknowledgements: Special gratitude to the developers of BaRatinAGE for their responsiveness in making it available for the purpose of training, incorporating and updating the Bulgarian translation.

References

Le Coz, J., Renard, B., Bonnifait, L., Branger, F., Le Boursicaud, R. (2014). Combining hydraulic knowledge and uncertainty gaugings in the estimation of hydrometric rating curves: A Bayesian approach. *Journal of Hydrology*, 509, 573–587. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.11.016>.

DANA във Валенсия – причини и последствия

Р. Коручев*

Институт за изследване на климата, атмосферата и водите, Българска академия на науките
 Ключови думи: *DANA, екстремни явления, Иберийски полуостров, температура на Средиземно море*

*email: rkoroutchev@yahoo.es**Въведение**

В изследването се разглежда нарастващата честота на явленията DANA (Depresiones Aisladas en Niveles Altos), или в превод на английски – Isolated Depressions at High Levels, в Средиземноморието, като се обръща специално внимание на региона на Валенсия, който през октомври 2024 г. претърпя големи наводнения с над 220 жертви. Изследват се метеорологичните фактори, допринасящи за това явление, като повишаването на температурата на повърхността на Средиземно море и смущенията в струйното течение на средните ширини (SOCIB, 2024). Допълнително се изяснява ролята на специфичния климат и география на Иберийския полуостров, както и характерът на плоските крайбрежни райони, като тези във Валенсия, които са особено уязвими от наводнения поради фактори като териториална антропоизация и трансформация на земеделието.

Методология

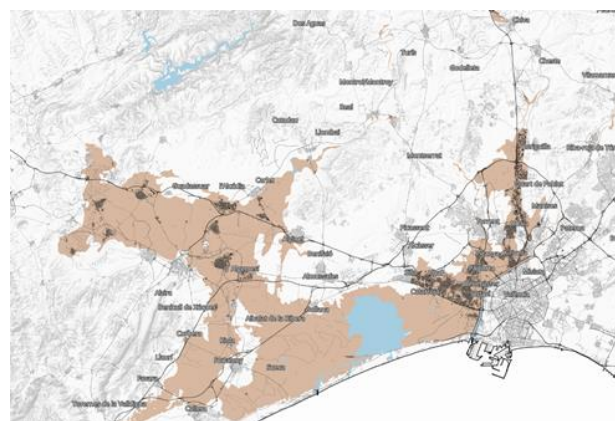
Използваната методология се основава на географски анализ на региона на Валенсия, анализ на метеорологични данни от последните години, както и на икономически анализ за последствията от събитието в региона и в страната.

Резултати и изводи

1. Показано е сложното взаимодействие между глобалното изменение на климата, повишаването на температурите на повърхността на Средиземно море и променящата се атмосферна динамика, включително дестабилизирането на струйния поток на средна ширина, които водят до образуването на DANA и нейното все по-често развитие.
2. Анализирана е ролята на географското местоположение на Източна Испания, което се характеризира с оскъдни годишни валежи. Във Валенсия те са малко над 500 mm, а в Аликанте – около 420 mm (Hénin et al., 2021). Това се дължи на високата надморска височина на Иберийското плато, което действа като бариера, изчерпваща атлантическата влага, преди да достигне до изток, както и на близостта на региона до пустинята Сахара.
3. Обсъдено е въздействието на DANA от 2024 г. върху региона на Валенсия и опустошителните последици за инфраструктурата, икономиката и общностите в региона. Наводненията доведоха до разселване на хиляди хора, нарушиха ключови индустрии като селското стопанство и туризма и разкриха уязвимостта на градските и селските райони. Числеността на населението на общините,

сполетени от наводненията, е 845 371 души, което представлява 32% от общото население на провинцията. В 65-те общини, които включват пострадалите квартали на град Валенсия, са засегнати 54 289 предприятия, както и 123 бизнес парка и индустриални зони.

4. Специално внимание е отделено на въздействието на DANA върху уязвимите общности, които често са изключени от усилията за помощ при бедствия, като по този начин са оставени в още по-уязвима позиция.
5. Обсъдено е предприемането на по-ефективни превантивни мерки и адаптиране към новата климатична реалност, което е от решаващо значение за смекчаване на нейното въздействие.



Фигура 1. Карта на наводнените зони в района на гр. Валенсия (маркирани в кафяв цвят). Източник: Университет на Валенсия и програма „Коперник“

Благодарности: Авторът благодари за гостоприемството на Географския департамент на Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), където е извършена част от изследването.

Литература

Hénin, R. et al. (2021). A Ranking of Concurrent Precipitation and Wind Events for the Iberian Peninsula. *Int. J. Climatology*, 41, 1421–1437.
 SOCIB (2024). Sub-regional Mediterranean sea indicators: https://apps.socib.es/subregmed-indicators/ocean_temperature.htm

DANA in Valencia – causes and consequences

R. Koroutchev*

Institute for Climate, Atmosphere and Water Research, Bulgarian Academy of Sciences

Keywords: *DANA, Extreme events, Iberian Peninsula, Mediterranean Sea surface temperatures*

*email: rkoroutchev@yahoo.es

Introduction

This study examines the increasing frequency of the DANA phenomenon (Depresiones Aisladas en Niveles Altos) or Isolated Depressions at High Levels in the Mediterranean, paying particular attention to the Valencia region, which in October 2024 suffered major floods with over 220 victims. The meteorological factors contributing to this phenomenon are studied, such as the increase in the surface temperature of the Mediterranean Sea and the disruption of the mid-latitude jet stream (SOCIB, 2024). The study further elucidates the role of the specific climate and geography of the Iberian Peninsula, as well as the nature of flat coastal areas in Valencia region, which are particularly vulnerable to flooding, due to factors such as territorial anthropization and agricultural transformation.

Methodology

The methodology used is based on a geographical analysis of the Valencia region, an analysis of meteorological data from recent years, as well as an economic analysis of the consequences of the event in the region and in the country.

Results and conclusions

1. The study examines the complex interplay between global climate change, warming Mediterranean sea surface temperatures and changing atmospheric dynamics, including the destabilization of the mid-latitude jet stream, which contribute to enhancing the conditions for DANA formation.
2. It analyzes the role of the geographical location of Eastern Spain, which is characterized by scarce annual precipitation. In Valencia, it is just over 500 mm, and in Alicante, around 420 mm (Hénin et al., 2021). This is due to the high altitude of the Iberian Plateau, which acts as a barrier depleting Atlantic moisture before it reaches the east, as well as the region's proximity to the Sahara Desert.
3. The impact of DANA from 2024 on the Valencian Community and the devastating consequences for the infrastructure, economy and communities in the region are discussed. The floods displaced thousands of people, disrupted key industries such as agriculture and tourism, and exposed the vulnerability of urban and rural areas. The total population of the municipalities affected by the floods was 845,371, representing 32% of the total population of the province. These 65 municipalities, which include the affected districts of the city of Valencia, are home to 54,289 businesses, as well as 123 business parks and industrial zones.

4. Special attention is paid to the impact of DANA on vulnerable communities, who are often excluded from disaster relief efforts, thus leaving them in an even more vulnerable position.

5. The adoption of more effective preventive measures and adaptation to the new climate reality, which is crucial for mitigating its impact, is also discussed.

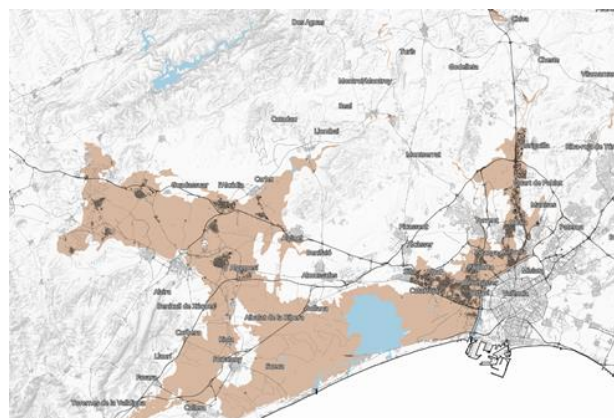


Figure 1. Delimitation of the flooded areas in Valencia region (marked in brown). Source: University of Valencia and Copernicus Program

Acknowledgements: The author thanks the hospitality of the Geography Department of the Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), where part of the research was carried out.

References

- Hénin, R. et al. (2021). A Ranking of Concurrent Precipitation and Wind Events for the Iberian Peninsula. *Int. J. Climatology*, 41, 1421–1437.
- SOCIB (2024). Sub-regional Mediterranean sea indicators: https://apps.socib.es/subregmed-indicators/ocean_temperature.htm

Състояние на подземните води през сухата 2024 година

М. Иванов*, Е. Дамянова, М. Илиева, Г. Друмева

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *хидроложка суша, подземни води, мониторинг, запаси*

*email: marin.ivanov@meteo.bg

Въведение

Хидроложкото засушаване се развива постепенно в пространството и времето, като последни реагират нивата на средно- до дълбокозалягащите порови подземни води, но те и най-бавно се възстановяват след прекратяване на метеорологичното засушаване.

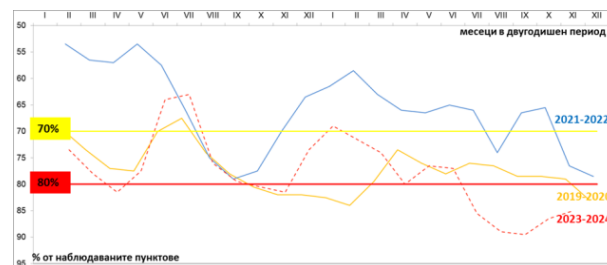
Засега у нас няма разработена и не се прилага методика за използване на хидрогеоложки параметри като индикатор на хидроложка суша.

Методология

Разработка на НИМХ (МОСВ, 2021) показва, че тенденциите в изменението на запасите на подземни води отразяват добре влиянието на „продължителната суша“ в периода 2019–2020 г. върху количественото състояние на подземните води в национален мащаб. Освен това се установи, че ключов фактор за настъпването на „продължителна суша“ са две последователни сухи години, като сами по себе си те може да не са най-сухите години в многогодишен аспект.

Резултати и изводи

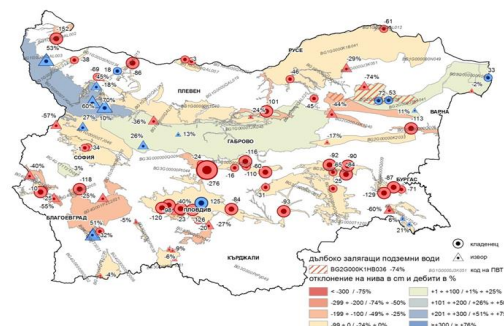
През 2024 г. за седем поредни месеца (от юни до декември) се установява преобладаваща тенденция на понижаване на запасите. Това означава, че за над 80% от наблюдаваните случаи, отнасящи се за различни видове подземни води на територията на цялата страна, е регистрирано намаление на нивата и дебитите спрямо нормите им за съответния месец. Тенденциите на намаляване на запасите на подземни води за различни двугодишни периоди, представящи сухи и влажни хидроложки години, са показани на фигура 1.



Фигура 1. Тенденции на намаляване на запасите на подземни води за избрани двугодишни периоди

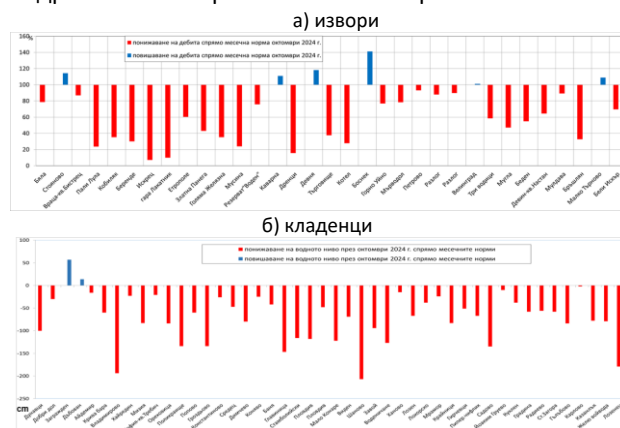
Още през 2023 г. преобладават месеците с много добре изразена тенденция на намаляване на запасите на подземни води (над 70% от наблюдаваните случаи). Понижаване на средногодишните стойности на нива и дебити спрямо нормите се наблюдава в 35 подземни водни

тела с пунктове за оперативен мониторинг, а повишаване – в 6 (фиг. 2). През 2023 г. предимно се понижават средногодишните водни нива в терасите на реките Дунав, Марица, Тунджа и вливащите се в Черно море реки; в Кюстендилска, Карловска, Казанлъшка и в Сливенска котловина; в Горнотракийска низина.



Фигура 2. Отклонения на средногодишните стойности на водните нива и дебити спрямо нормите през 2023 г., представени по подземни водни тела

На фигура 3 са представени изменението спрямо месечните норми на дебита на изворите (а) и изменението на нивата на кладенците в плиткозалягащи подземни води (б) от оперативната хидрогеоложка мрежа за м. октомври 2024 г.



Фигура 3. Изменение на нива и дебити – октомври 2024 г.

Литература

МОСВ (2021). Насоки за използване на индексите SRI, SPI3 и SMI синхронно и анализ на по-големите периоди на засушаване, отразени от трите индекса; Разработване на препоръки от приложен характер за тълкуване на индикаторите за оценка на метеорологичното засушаване (индексите SPI) и хидроложкото засушаване (индексите SRI), публикувани на сайта на НИМХ всеки месец.

Groundwater status during 2024 dry year

M. Ivanov*, E. Damyanova, M. Ilieva, G. Drumeva

Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *hydrological drought, groundwater, prolonged drought, storage*

*email: marin.ivanov@meteo.bg

Introduction

Hydrological drought develops gradually in space and time, with the levels of deep groundwater reacting and recovering last to the meteorological drought. Currently, in our country, there is no developed or applied methodology for using hydrogeological parameters as an indicator of hydrological drought.

Methodology

It was showed by NIMH study that the groundwater storage change trends reflect well the impact of the “prolonged drought” in the period 2019–2020 on the quantitative state of groundwater on a national scale (MOEW, 2021). In addition, it was found that a key factor in the occurrence of a “prolonged drought” is two consecutive dry years, which in themselves may not be the driest in a long-term aspect.

Results and conclusions

Predominant trends of decreasing storage are established for seven consecutive months (from June to December) in 2024. It means that a decrease of levels and discharge is registered for more than 80% of the observed cases of various groundwater types throughout the country, compared to their monthly norms. The reducing trends in the groundwater storage for different two-year periods, representing dry and wet hydrological years, are shown in Figure 1.

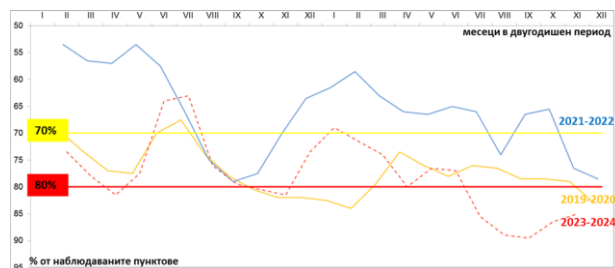


Figure 1. The decreasing trends of groundwater storages for selected two-year periods

A very well-marked (over 70% of observed cases) monthly tendency decreasing groundwater storage already predominated in 2023. Compared to the norms, a reduce of the average annual values of levels and discharge was observed in 35 groundwater bodies (GWB) with active monitoring points, and an increase – in 6 GWB (Fig. 2). The average annual water levels in the terraces of the Danube, Maritsa, and Tundzha rivers and the rivers flowing into the Black Sea; in the Kustendil, Karlovo, Kazanlak and Sliven Valley; in the Upper Thracian Lowland mainly decreased in 2023.

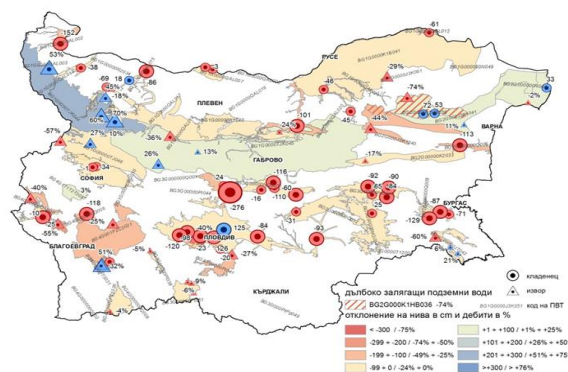


Figure 2. Deviations of the average annual values of water levels and discharge compared to the norms in 2023 (presented by groundwater bodies)

Figure 3 presents the change, compared to the monthly norms, of spring discharge (a) and well water levels in shallow groundwater (b) from the monitoring network for October 2024.

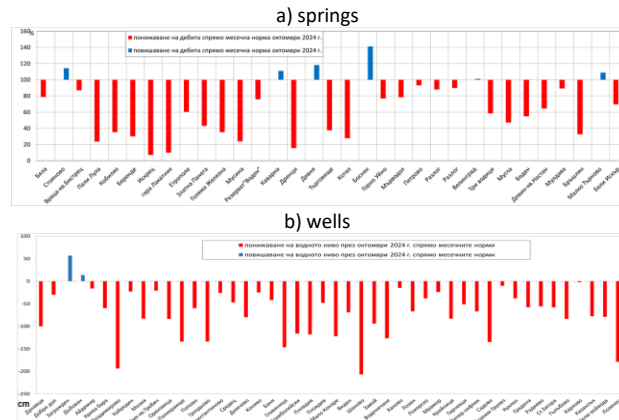


Figure 3. Change in water levels and discharge – October 2024

References

MOEW (2021). Guidelines for using the SRI, SPI3, and SMI indices synchronously, along with an analysis of larger drought periods reflected by the three indices. Development of applied recommendations for interpreting the indicators for assessing meteorological drought (SPI index) and hydrological drought (SRI index), published on the NIMH website monthly.

Идентифициране и смекчаване на уязвимостта на водоснабдяването и екологичния отток при климатични изменения и продължително засушаване

И. Илчева^{1*}, В. Захариева², Кр. Любенова¹, А. Йорданова¹, Г. Друмева¹, В. Райнова¹

¹Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

²Университет по архитектура, строителство и геодезия

Ключови думи: уязвимост, екологичен отток, климатични промени, засушаване, индикаторна система

*email: irena.ilcheva@meteo.bg

Въведение

Природните и водни ресурси са засегнати от човешката дейност, промени на земеползването, климатични изменения и екстремни явления (наводнения, суша и др.). Основната цел в Рамковата директива за водите е постигането на „добро екологично състояние“, но член 4.6 позволява временно влошаване на състоянието в резултат на т.нар. продължително засушаване.

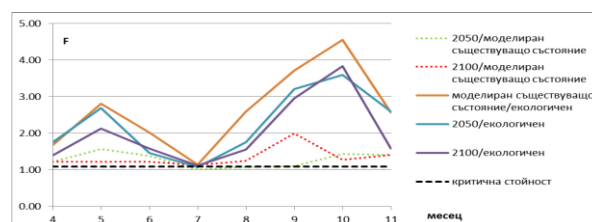
Методология

Методиката за оценка на уязвимостта на водоснабдяването и водните екосистеми, разработена от експерти от Националния институт по метеорология и хидрология, е адаптирана за анализ на риска от засушаване, с отчитане на комплексните и значими язовири. Основните етапи са: 1) Оценка на природните и климатичните фактори; 2) Оценка на тенденциите на водните ресурси; 3) Изчислителна схема на водностопанската система; 4) Оценка на екологичния отток; 5) Оценка на уязвимостта и риска при засушаване; 6) Анализ на мерките. Предложена е методика за определяне на екологичния отток в България, който е необходимо условие за постигане на добро екологично състояние. Анализирано е състоянието на водните екосистеми в условията на климатични изменения и суша. Извършен е интегриран анализ на резултатите от два подхода, разработени за Министерството на околната среда и водите (МОСВ): оценка на екологичния отток от комплексните язовири и подход за идентифициране на продължително засушаване чрез индекси за засушаване на НИМХ и индикатори, ползвани от МОСВ (притоци и нива на язовири), подземни води.

Резултати и изводи

Получените резултати показват, че при изменение на климата промяната на речния отток би довела до намаляване на наличния воден ресурс за човешките нужди, но не и до корекция на нуждите на екосистемите. Анализът на екологичния отток за климатични сценарии показва, че той трябва да се запази – фиг. 1. Приложена е система от индикатори за идентифициране на „продължително засушаване“ – фиг. 2 (Маринова и Бочева, 2023). Продължителното засушаване (2019–2020 и 2023–2024 г.) оказва влияние върху регулиращите системи – язовири и подземни води. Критични са две последователни сухи години. Намаляването на природните водни

ресурси – реки, езера, водоносни хоризонти, е свързано с намаляване на наличните водни ресурси за водоснабдяване и околна среда (т.нар. социално-икономическо засушаване).



Фигура 1. Оценка на екологичния отток за климатични сценарии (Захариева, 2020)



Фигура 2. Идентификация на продължително засушаване – сумарен приток към комплексни и значими язовири, ноември 2024 г.

Питейното водоснабдяване е уязвимо директно (липса на ресурс), но и индиректно (конфликт с екологичния отток). Въздействието на сушата зависи от речния басейн, язовирите, водоносните хоризонти, уязвимостта на водоснабдяването, водните екосистеми и мерките. Идентифицирани са критични зони – язовири и водосбори в риск при продължително засушаване: Черноморски район (яз. „Тича“, „Камчия“ и др.), големите напоителни системи (р. Марица и Тунджа, яз. „Жребчево“, „Копринка“) и др. Разработени и предложени са мерки за адаптация.

Благодарности: Изследването е част от научноизследователски проекти с подкрепата на МОСВ.

Литература

- Захариева, В. (2020). Подход за оценка на екологичния отток EFLAWS. София. ISBN 978-619-188-371-4.
- Маринова, Т. и Бочева, Л., ред. (2023). Променящият се климат на България – данни и анализи. София: НИМХ. ISBN 978-954-394-395-1.

Identification and mitigation vulnerability of water supply and ecological flow in changing climate and prolonged drought

I. Ilcheva^{1*}, V. Zaharieva², Kr. Ljubenova¹, A. Yordanova¹, G. Droumeva¹, V. Rainova¹

¹Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology

²University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy

Keywords: *vulnerability, ecological flow, climate change, prolonged drought, indicator system*

*email: irena.ilcheva@meteo.bg

Introduction

The environment and water resources are affected by human activity, land use changes, climate changes and extreme events (intense rainfall, floods, drought, etc.). The main goal in the Water Framework Directive is the achievement “good ecological status”, but the Article 4.6 allows temporary deterioration of the status, occurred as a result of so called “prolonged drought”.

Methodology

The methodology for assessment the vulnerability of water supply and water ecosystems, developed by experts from the National Institute of Meteorology and Hydrology, has been adapted and upgraded for drought risk assessment, taking into account the complex and significant reservoirs. The main stages are: 1) Assessment of natural and climatic factors; 2) Assessment of water resources trends; 3) A calculation scheme of the Water Management System; 4) Ecological flow assessment; 5) Vulnerability and drought risk assessment; 6) Analysis of measures. A methodology for determination the ecological flow in Bulgaria which is a necessary condition for achieving a good ecological status is proposed. The state of aquatic ecosystems in conditions of climate change and drought are analyzed. An integrated analysis of the results of two approaches, developed for the Ministry of Environment and Water (MoEW), was carried out: an up-to-date assessment of the ecological flow from the complex reservoirs and an new approach for identifying prolonged drought, through the NIMH drought indicators and indicators, used by the MoEW (inflows and levels of reservoirs), groundwater. The so-called hot spots and critical areas are identified.

Results and conclusions

The obtained results show that at climate change the alteration of river flow would lead to the decrease of the available water resource for satisfaction the human needs (appearance of shortages because when the river flow is below the minimum ecological threshold water intakes should not be made) but not the correction of ecosystem demand. The analysis of ecological runoff for climate scenarios shows that ecological runoff should be preserved – Fig. 1. A systems of drought indicators to identify “prolonged drought” have been applied – Fig. 2. Prolonged drought (2019–2020 and 2023–2024) affects the regulatory systems – reservoirs and groundwater. Two consecutive dry years and the autumn/winter

drought season are critical (Marinova&Bocheva, 2023). Reduction of natural water resources – rivers, lakes, aquifers, is associated with the reduction in available water resources for water supply and environment (so called “socio – economic” drought).

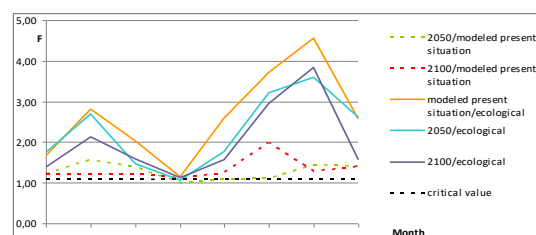


Figure 1. Assessment of the ecological runoff for climate scenarios (Zaharieva, 2020)

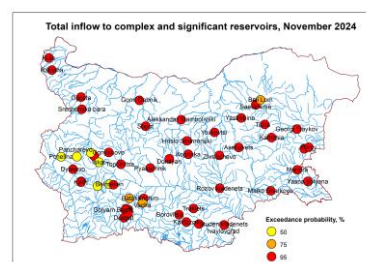


Figure 2. Prolonged drought Identification – total inflow to complex and significant reservoirs, November 2024

Drinking water supply is at risk directly, but also indirectly (conflict with ecological flow, irrigation). The severity of drought's impact depends on the river basin specifics, reservoirs, aquifers, vulnerability of water supply, water ecosystems and measures applied. Critical areas are identified – reservoirs and watersheds, which are at risk in the event of prolonged drought: Black sea region (“Ticha”, “Kamchiya” reservoirs, etc.), large irrigation systems (Maritsa and Tundzha river, “Zhrebchevo”, “Koprinka” reservoirs), etc. The adaptation measures are elaborated and proposed.

Acknowledgements: The research is part of the research projects carried out with the support of MoEW.

References

- Marinova, T. & Bocheva, L., eds. (2023). The changing climate of Bulgaria – data and analyses. Sofia: NIMH. ISBN 978-954-394-395-1.
- Zaharieva, V. (2020). Environmental Runoff Assessment Approach EFLWS. Sofia. ISBN 978-619-188-371-4.

Наводненията в България през 2024 година

В. Йорданова*

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: наводнения, архив на наводнения, ГИС база данни

*email: valeriya.yordanova@meteo.bg**Въведение**

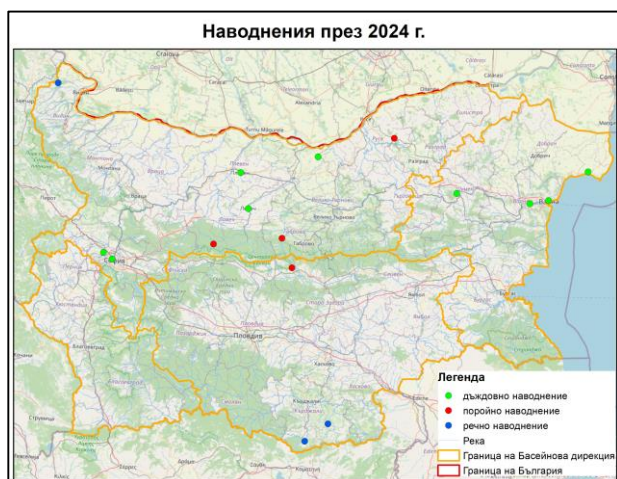
През 2024 година наводненията бяха сериозен проблем в много страни в Европа и света. За България годината е характеризирана като суха от хидроложка гледна точка и въпреки това на територията на страната има регистрирани наводнения.

Методология

Направен е преглед на случилите се наводнения през 2024 година. Представени са екстремните събития, разпределени по тип, местоположение, време на настъпване. Направен е подробен анализ на причините, довели до тези неблагоприятни събития. Информацията и данните, които са използвани в разработката, са от архива на наводнения, създаден и поддържан в Националния институт по метеорология и хидрология от 2016 г. насам (Bocheva et al., 2022, 2023). Информацията е представена в ГИС база данни.

Резултати и изводи

През 2024 година са регистрирани 16 наводнения на територията на страната (фиг. 1). Те са класифицирани по тип, като 9 от тях са дъждовни, 4 – поройни, и 3 са речни наводнения.



Фигура 1. Местоположение и тип на наводненията през 2024 година

Случилите се през 2024 година наводнения са нанесли сериозни щети на частни имоти, стопанската и транспортната инфраструктура. Три са основните периоди, в които са регистрирани значителни наводнения. Първият е през месец март, когато са се случили две речни наводнения в общините

Крумовград (с. Луличка) и Кирково (с. Кирково). В резултат на обилния валеж на 12 март и формирания значителен речен отток реките Елбасан и Чорбаджийска са излезли от коритата си. В с. Кирково са залети районът на автогарата, улици и търговски обекти, а в района на с. Луличка – земеделски земи. Месец май е вторият период през 2024 година, в който вниманието беше насочено към общините Брегово, Плевен, Павел баня (8 май); Свищов (12–13 май); Божурище, Софийска, Тетевен, Севлиево (22 май). Основна причина за тези наводнения са интензивни валежи от дъжд. През третия период, 10–11 септември, са регистрирани дъждовни наводнения в градовете Варна, Белослав и Каварна. В резултат на интензивни валежи са наводнени улици, приземни етажи и гаражи на обществени и частни имоти. В Белослав е наводнен и преминаващият през града път Варна–Белослав–Разделна, който е част от Републиканската пътна мрежа на България.

Въпреки че наводненията през 2024 година са нанесли много щети, е добре да се отбележи, че те не са довели до загубата на човешки живот.

Систематизираната информация за наводненията от 2016 година до сега в страната показва, че по-голям дял от тях заемат дъждовните и поройните, което следва тенденциите и в климатичните изменения.

Събирането и анализирането на информация за случили се наводнения на територията на страната е важно и необходимо условие за по-доброто разбиране на факторите, които водят до екстремните събития, за определянето на мерките за адаптиране към бъдещото изменение на климата и за изготвянето на планове за управление на риска от наводнения.

Литература

- Bocheva, L., Malcheva, K., Georgieva, V., Stoyanova, V. (2023). Brief climate analysis and extreme weather events in Bulgaria during 2022. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 27/2.
- Bocheva, L., Malcheva, K., Georgieva, V., Koshinchanov, G. (2022). Brief climate analysis and extreme weather events in Bulgaria in 2021. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 26/2.

Floods in Bulgaria in 2024

V. Yordanova^{1*}

Department of Forecasts and Information Service, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *floods, floods archive, GIS database*

*email: valeriya.yordanova@meteo.bg

Introduction

Floods were a serious problem in many countries in Europe and the world in 2024. Although the 2024 is characterized as a dry year, from a hydrological point of view, there are significant number of floods registered in the country.

Methodology

In this paper a review of the floods that occurred in 2024 in Bulgaria is presented. The extreme events are systematized by type, location and time of occurrence. A detailed analysis of the causes that led to these adverse events is also provided. The flood archive created and maintained at the National Institute of Meteorology and Hydrology since 2016 (Bocheva et al., 2022, 2023) was used as a source of information and data in this study. The results are presented in a GIS database.

Results and conclusions

In 2024 16 flood events were registered in Bulgaria (Fig. 1). According to the flood types the events recorded are classified in three major types: 9 pluvial floods, 4 flash floods and 3 fluvial floods.



Figure 1. Location and type of floods in 2024

The floods that occurred in 2024 caused serious damages to private properties, economic and transport infrastructure. There are three main periods, in which significant floods occurred.

The first was in March, when two fluvial floods occurred in the municipalities of Krumovgrad (village of Lulichka) and Kirkovo (village of Kirkovo). On March 12 due to heavy rainfall significant river runoff was formed on Elbasan and Chorbadzhiyska rivers, causing bank overflowing. In the village of Kirkovo the bus station area, streets and commercial properties were flooded and in the area of the village of Lulichka – agricultural lands. The second period is in May. Then the municipalities Bregovo, Pleven, Pavel Banya (on May 8); Svishtov (on May 12–13); Bozhurishte, Sofiyska, Teteven, Sevlievo (on May 22) were most affected. The main reason for the floods is the intensive precipitation in these areas. The third period is September 10–11, when pluvial floods were registered in the cities of Varna, Beloslav and Kavarna. As a result of intensive rainfall streets and ground floors were flooded. The Varna–Beloslav–Razdelna road was also flooded.

The floods in 2024 caused both economic and infrastructure damages however it is worth noting that they didn't lead to loss of human lives.

The information on the flood events from 2016 onwards shows that the majority of the floods that occurred in Bulgaria are pluvial and flash, which is in line with climate change trends.

Collecting and analyzing information about floods that occurred in the country is an important and necessary prerequisite for a better understanding of the factors that lead to extreme events, as well as for determining measures for adaptation to future climate change as well as for preparing flood risk management plans.

References

- Bocheva, L., Malcheva, K., Georgieva, V., Stoyanova, V. (2023). Brief climate analysis and extreme weather events in Bulgaria during 2022. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 27/2.
- Bocheva, L., Malcheva, K., Georgieva, V., Koshinchanov, G. (2022). Brief climate analysis and extreme weather events in Bulgaria in 2021. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 26/2.

Специализиран софтуер за анализ на хидроложки наблюдения на реки, кладенци и извори

П. Ангелов*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: *измерване, визуализиране, параметри на измерване, архивиране*

*email: plamen.angelov@meteo.bg

Въведение

Специализираният софтуер е изцяло разработен за целите на НИМХ. Разглеждат се характерните особености на софтуера, къде и какво е различното от всички останали до момента.

Способства за анализиране и подобряване на измерваните параметри, визуализиране на параметри в графичен и табличен вид. Целта на софтуера е да оптимизира оперативната работа на служителите, които имат пряко отношение към повърхностни и поземни води, като дава възможност бързо и лесно да анализират масив от данни, справки, тенденции.

Методология

Интегриран софтуер от типа клиент сървър, графичен генератор с възможност за експорт и импорт на масиви от данни, структурирани по дата/час/година (зимно часово време), във формат CSV, визуализиране на измерените параметри, водно ниво, температура, електропроводимост, и допълнителни параметри като барометрично налягане, соленост.

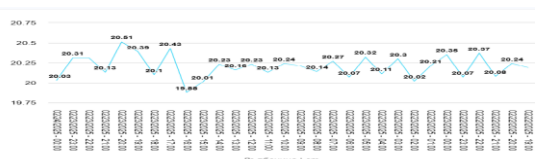
Резултати и изводи

Основните резултати от специализирания софтуер могат да бъдат прилагани при сравнителен анализ на различни методи за оценка на ресурса на повърхностните водни тела и водосбори, използвайки и селектирайки данните за водно ниво, получавани в удобен за обработка вариант и направо в графичен вид. Записване на данните, използвайки специализирана програма за архивиране на масиви от данни.

Таблица 1. Визуализиране на данните

	A	B	C	D	E	F
1	Дата	Температура °C	Температура 2 °C	Дълбочина cm	Барометрично налягане bar	Батерия %
2	02/24/2025 - 00:00	21.96	22.37	20.03	720.82	98.10
3	02/23/2025 - 23:00	22.03	22.44	20.31	720.98	98.10
4	02/23/2025 - 22:00	22.10	22.52	20.31	721.05	98.10
5	02/23/2025 - 21:00	22.17	22.60	20.13	721.19	98.10
6	02/23/2025 - 20:00	22.23	22.68	20.51	721.28	98.11
7	02/23/2025 - 19:00	22.31	22.76	20.39	721.08	98.11

Таблица 2. Моментна графика на водното ниво



Системата представлява интерфейсна свързаност между записващото устройство и модем за измерваните параметри, ниво, соленост, температура на водата, електропроводимост, като този параметър се калибрира през 3 месеца със специализиран разтвор и почистване на електродите. На компютърно (сървърно устройство) се предават записите от сензорите посредством безжичен пренос на данните чрез модем GPRS.

Системата е гъвкава, може да се настройва честотата на опресняване на получаваните данни на минути, часове, 6 часа, 12 часа или на ден, месец, година. Това е от голямо значение при различни теренни задачи в хидрогеологията – например задачи за водочерпене и подхранване на кладенец, водоносни слоеве.

Софтуерът има функция за позициониране на карта, място, град, село, номер на станция, и във всеки един момент може да се провери къде се намира устройството и каква е неговата локация.



Фигура 1. Визуализиране на основен екран и измервани параметри

Благодарности: Разработката е осъществена от служителите на НИМХ по споразумение с МОСВ 2024 г.

Литература

- Angelov, P. (2024). *Bul. J. Meteo & Hydro*, 28/1.
Angelov, P., Vuchkov, B., Rankova, M. (2024). SGEM 2024, 29.06-08.07.2024, Scopus.
Rankova, M., Kroumova, K. (2021). *Bul. J. Meteo & Hydro*, 25/2.

Specialized software for analysis of hydrological observations of rivers, wells and springs

P. Angelov*

Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *measurement, visualization, measurement parameters, archiving*

*email: plamen.angelov@meteo.bg

Introduction

The specialized software has been fully developed for the purposes of NIMH. The characteristic features of the specialized software are considered, where and what is different from all the others so far.

Facilitates analysis and improvement of measured parameters, visualization of parameters in graphical and tabular form. The purpose of the software is to optimize the operational work of employees who are directly related to surface and ground water, by enabling them to quickly and easily analyze an array of data, references, trends.

Methodology

Integrated software of the client-server type, graphic generator with the possibility of exporting and importing arrays of data structured by date/hour/year (winter time), in CSV format, visualization of the measured parameters, water level, temperature, electrical conductivity, and additional parameters such as barometric pressure, salinity.

Results and conclusions

The main results of the software can be used in the comparative analysis of different methods for the assessment of the resource of surface water bodies and watersheds, using and selecting the water level data, obtaining them in a version that is convenient for processing and directly in a graphical form. Save the data using a specialized data array backup program.

The system is an interface connection between the recording device and a modem for the measured parameters, level, salinity, water temperature, electrical conductivity, as this parameter is calibrated every 3 months with a specialized solution and cleaning of the electrodes. The recordings from the sensors are transferred to a computer (server) by means of wireless data transfer via a GPRS modem.

The system is flexible, the frequency of updating the received data can be set to minutes, hours, 6 hours, 12 hours or per day, month, year. This is of great importance in various field tasks in hydrogeology – e.g. tasks for water extraction and feeding a well, aquifers.

The software has the function of positioning on map, place, city, village, station number, and at any time one can check where the device is and what is its location.



Figure 1. Main screen visualization and measured parameters

Acknowledgements: The development was carried out by NIMH employees under an agreement with the MEW 2024.

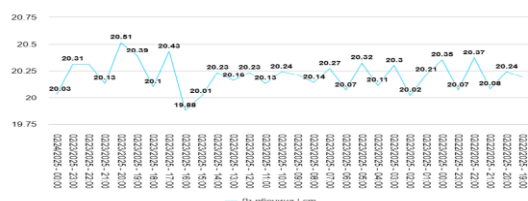
References

- Angelov, P. (2024). *Bul. J. Meteo & Hydro*, 28/1.
Angelov, P., Vuchkov, B., Rankova, M. (2024). SGEM 2024, 29.06-08.07.2024, Scopus.
Rankova, M., Kroumova, K. (2021). *Bul. J. Meteo & Hydro*, 25/2.

Table 1. Data visualization

	A	B	C	D	E	F
1	Дата	Температура 1 °C	Температура 2 °C	Дълбочина cm	Барометрично налягане bar	Батерия %
2	02/24/2025 - 00:00	21.96	22.37	20.03	720.82	98.10
3	02/23/2025 - 23:00	22.03	22.44	20.31	720.98	98.10
4	02/23/2025 - 22:00	22.10	22.52	20.31	721.05	98.10
5	02/23/2025 - 21:00	22.17	22.60	20.13	721.19	98.10
6	02/23/2025 - 20:00	22.23	22.68	20.51	721.28	98.11
7	02/23/2025 - 19:00	22.31	22.76	20.39	721.08	98.11

Table 2. Instant graph of the water level



Създаване на прогностичен модел за водосбора на р. Велека

Г. Кошинчанов*

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *хидроложки модел, наводнения, NAM модул на MIKE11*

*email: georgy.koshinchanov@meteo.bg

Въведение

Хидроложкото моделиране и прогнозиране (Yordanova&Stoyanova, 2020) са важна част от ефективното използване на водните ресурси на даден водосбор. С тяхна помощ, в случай на прогнозиран неблагоприятни хидрологични явления, могат да бъдат взети мерки за намаляване на щетите. Особено важно е хидроложкото моделиране за водосбори и места, които са със значителен риск от бъдещи наводнения, както и за райони със случили се в миналото наводнения. Според ПОРН за Басейнова дирекция „Черноморски район“ избраният водосбор на р. Велека е именно такъв. На фигура 1 са показани случили се наводнения във водосбора на р. Велека за периода 2016–2023 г.



Фигура 1. Исторически наводнения във водосбора на р. Велека

Методология

За моделираща платформа е избран NAM модулът на MIKE11 софтуерен пакет, разработен от института DHI, Дания. Той е концептуален хидроложки модел със съсредоточени параметри.

Входните данни за модела включват метеорологична информация: валеж и температура, от мониторинговата мрежа на НИМХ, потенциална евапотранспирация, изчислена в рамките на проекта “Black Sea Middle East Flash Flood Guidance System” (BSMEFFGS). За калибриране и валидиране на модела е използвана хидрологична информация с валидирани водни количества. Създадени са модели към двете хидрометрични станции във водосбора на реката: 83700 – при с. Звездец, и 83800 – при с. Граматиково.

При първоначалния избор на границите на изменение на параметъра, възпроизвеждащ почвената влажност в коренообитаемия слой на водосбора (L_{max}) при калибрационния процес, ще бъде използван по-тесен диапазон, в зависимост от водно-физичните характеристики на почвите във водосбора (ППВ и ВЗ) и дълбочината на кореновата система. Преобладаващите почвени типове във водосбора на р. Велека са канелени горски почви – излужени и оподзолени и жълтоземни позолисти (Койнов и др., 1998), чиято дълбочина варира от 100 до 140 cm (Донов, 1967). За настоящата разработка ще се приеме, че средната дълбочина на коренообитаемия почвен слой достига до 120 cm.

Ефективността на работата на моделите е оценена посредством статистическите критерии Nash-Sutcliffe (NSC) и коефициента на корелация (CC) както за периода на калибриране (2015–2021 г.), така и за периода на валидиране (2022–2023 г.).

Резултати и изводи

Създадените модели към двете станции добре описват високите води както по време на настъпване, така и стойността на симулираните водни количества.

Статистическите оценки за периода на калибриране на двата модела са:

<u>83800</u>	<u>83700</u>
NSC = 0.57	NSC = 0.55
CC = 0.76	CC = 0.74

За периода на валидиране те са съответно:

<u>83800</u>	<u>83700</u>
NSC = 0.27	NSC = 0.45
CC = 0.67	CC = 0.67

Оценките на статистическите параметри характеризират създадените модели като „добри“. Моделът е въведен в оперативната практика на секция „Хидрологични прогнози“ към НИМХ.

Литература

- Донов, В. (1967). Горско почвознание. София: Земиздат.
- Койнов, В., Кабакчиев, И., Бонева, В. (1998). Атлас на почвите в България. София: Земиздат.
- Yordanova, V., and Stoyanova, V. (2020). Modeling floods with a distributed hydrological model in a river catchment. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM 20.3.1*, 249–255.

Set-up of hydrological forecasting model for the basin of Veleka river

G. Koshinchanov*

Department of Forecasts and information services, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *hydrological model, floods, NAM module of MIKE11*

*email: georgy.koshinchanov@meteo.bg

Introduction

The hydrological modelling and forecasting (Yordanova&Stoyanova, 2020) are essential part of the effective use of the water resources in a given catchment. With their help, in case of forecasted adverse hydrological phenomena, measures could be taken to mitigate the damages. Hydrological modelling is especially important for watersheds and areas, which are determined as areas with high risk of future floods as well as such with flood events in the past. According to the Preliminary Flood Risk Assessment for the Black Sea Basin Directorate, the selected basin of Veleka river is such a catchment. Figure 1 shows floods that occurred in the watershed for the period 2016–2023.

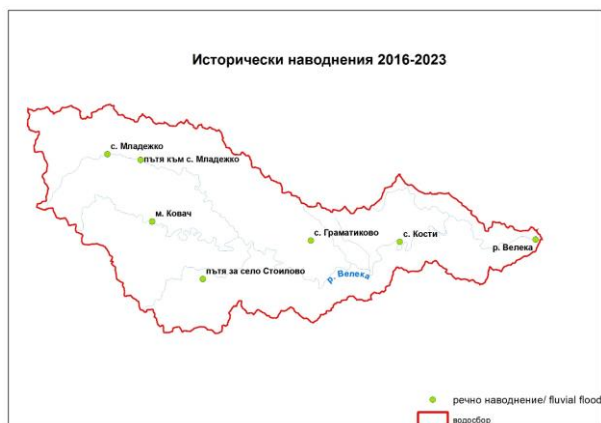


Figure 1. Historical floods in the watershed of Veleka river

Methodology

The NAM module of MIKE11 software, developed by DHI, is chosen as a modelling platform. The NAM model is a conceptual lump model.

The input data includes meteorological information: precipitation and air temperature (from monitoring network of NIMH), potential evapotranspiration (estimated in the framework of “Black Sea Middle East Flash Flood Guidance System” (BSMEFFGS) project). For the calibration and validation of the model, a hydrological information is used – validated discharges from the hydrological network of NIMH. Two models are set up – one, up to the station 83700 (at Zvezdets village), and another one, up to the station 83800 (at Gramatikovo station).

When initially selecting the boundaries of the parameter reproducing the soil moisture in the root zone of the watershed (Lmax) during the calibration process, a narrower range will be used, depending on the water-

physical characteristics of the soils in the watershed: Field Capacity (FC) and Wilting Point (WP) as well as the depth of the root system. The predominant soil types in Veleka river basin are cinnamon forest soils – leached and podzolized and yellow earth pozolists (Koinov et al., 1998), the depth of which varies from 100 to 140 cm (Donov, 1967). For the present study, it is assumed that the average depth of the root-dwelling soil layer reaches 120 cm.

The model efficiency is assessed using the statistical criteria Nash-Sutcliffe Efficiency (NSC) and the Correlation Coefficient (CC) for the calibration period (2015–2021) and for the validation period (2022–2023).

Results and conclusions

The created models for the two stations well describe the high waves, both by time of occurrence and the peak magnitude.

The statistical scores obtained for the calibration period are:

<u>83800</u>	<u>83700</u>
NSC = 0.57	NSC = 0.55
CC = 0.76	CC = 0.74

For the validation period the statistical scores are:

<u>83800</u>	<u>83700</u>
NSC = 0.27	NSC = 0.45
CC = 0.67	CC = 0.67

According to the statistical scores the created model could be characterized as “good”. The model is used in the everyday operational work of the “Hydrological forecasting” section at the National Institute of Meteorology and Hydrology.

References

- Donov, V. (1967). Forest soil science. Sofia: Zemizdat Publishing House (in Bulgarian).
- Koynov, V., Kabakchiev, I., Boneva, V. (1998). Atlas of soils in Bulgaria. Sofia: Zemizdat Publishing House (in Bulgarian).
- Yordanova, V., and Stoyanova, V. (2020). Modeling floods with a distributed hydrological model in a river catchment. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM 20.3.1*, 249–255.

Отводняване на пътища в урбанизирани територии – теория и практика

С. Дарачев*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология

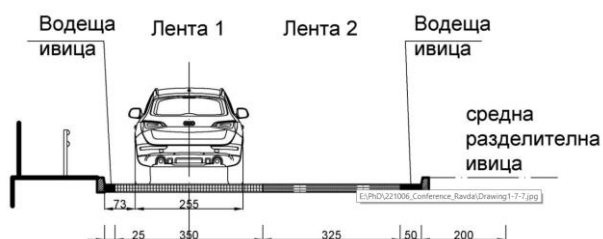
Ключови думи: *отводняване, транспортна инфраструктура, аквапланинг, пътна безопасност**email: sdarachev@meteo.bg**Въведение**

Ефективното отвеждане на дъждовните води, формиращи повърхностен отток върху уличната и тротоарната настилка, е основен елемент за надеждна и устойчива градска среда както при нормални условия, така и при екстремни хидрометеорологични условия. Една от основните опасности е невъзможността една дъждо-събирателна система на улична мрежа да поеме формираната се повърхностен отток, с което се създават условия за аквапланинг и риск за безопасността на движението. Това може да бъде както вследствие на екстремно интензивен валеж, така и поради неудачно ситуационно изпълнение на съоръжението.

Методология

В изследването е направен обзор на прилаганите към момента практики при проектирането и експлоатацията за отводняване на транспортни съоръжения. Анализирана е действащата законодателна рамка и е предложен оразмерителен процес за решаване на конкретна задача при оразмеряването на повърхностно отводняване за различен клас пътища. Решението е развито в конкретни примери.

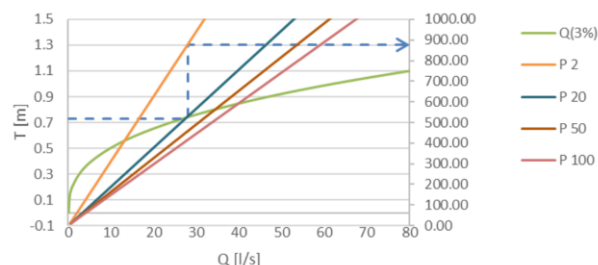
Разработени са три вида принципни технологични решения на стандартни ситуации за отводняване на улични мрежи при проектиране, реконструкция и експертиза.



Фигура 1. Схема на стандартно улично платно

Резултати и изводи

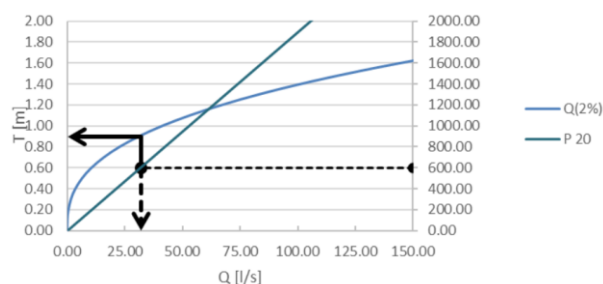
Задача 1 е разработена за инвестиционни проекти при нови обекти. Зададени са условия за ширина на активния воден поток в уличната ригула, интензивност на оразмерителния валеж и се търси площта, която трябва да се предвиди за отводняване от предвидените дъждоприемници.



Фигура 2. Технология на изследването при задача 1

Задача 2 е разработена за инвестиционни проекти при реконструкция на съществуващи обекти. Зададени са условия за ширина на активния воден поток в уличната ригула, площта на съществуващата територия, която се отводнява. Търси се обезпечеността на валежа, при който се достигат граничните състояния.

Задача 3 е разработена за случаи на експертиза при конкретни събития. Зададени са реалните интензивности на валежно събитие и геометричните параметри на конкретен участък. Търси се широчината на активния воден поток при конкретните условия.



Фигура 3. Технология на изследването при задача 3

Литература

Наредба № РД-02-20-8 от 2013 г. за проектиране, изграждане и експлоатация на канализационни системи.

Наредба № РД-02-20-2 от 2018 г. за проектиране на пътища.

Ilieva, E. (2024). Locating Grate Inlets to Ensure Effective Drainage of Streets in the Process of Designing Streets and Grading Plans in Bulgaria. WMES, 2024.

Road drainage in urban areas – theory and practice

S. Darachev*

Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *drainage, transport infrastructure, aquaplaning, road safety*

*email: sdarachev@meteo.bg

Introduction

The effective drainage of rainwater forming surface runoff on the street and sidewalk pavement is a fundamental element for a safe and sustainable urban environment, both under normal conditions and under extreme hydrometeorological conditions. One of the main dangers is the inability of a rainwater collection system on a street network to drain the formed surface runoff, which creates conditions for aquaplaning and a risk to traffic safety. This can be both as a result of extreme intense precipitation and due to unsuccessful situational design of the facility.

Methodology

The study provides an overview of the currently applied practices in the design and operation of drainage of transport facilities. The current legislative framework is analyzed and a design process is proposed to solve a specific task in the design of surface drainage for different classes of roads. The solution is developed in specific examples.

Three types of principled technological solutions have been developed for standard situations for drainage of street networks during design, reconstruction and expertise.



Figure 1. Profile of a standard street surface

Results and conclusions

Task 1 is developed for investment projects in new objects. Input conditions are the width of the active water flow in the street rule, the intensity of the design rainfall. The area that must be provided for drainage from the planned storm drains is sought.

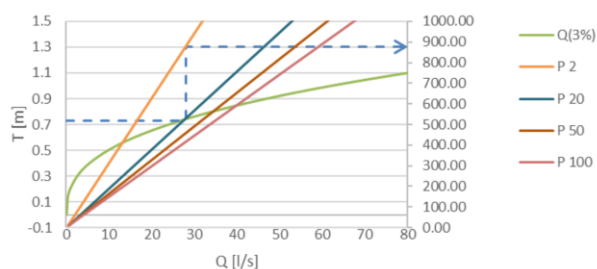


Figure 2. Research technology for task 1

Task 2 is developed for investment projects in the reconstruction of existing streets. Conditions are set for the width of the active water flow in the street grid, the area of the existing territory that is drained. The provision of precipitation at which the limit states are reached is sought.

Task 3 is developed for cases of expertise in specific events. The real intensities of a precipitation event and the geometric parameters of a specific section are given. The width of the active water flow under the specific conditions is calculated.

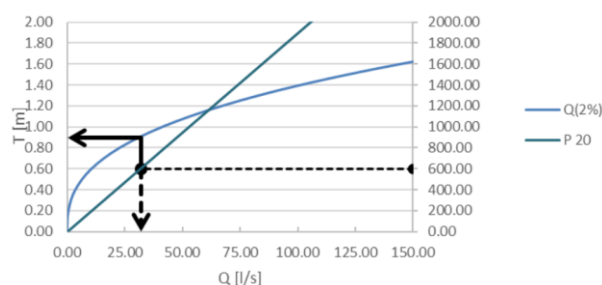


Figure 3. Research technology for task 3

References

- Ilieva, E. (2024). Locating Grate Inlets to Ensure Effective Drainage of Streets in the Process of Designing Streets and Grading Plans in Bulgaria. WMES, 2024.
- Regulation № РД-02-20-8 of 2013 on the design, construction and operation of sewerage systems (Bulgarian standard).
- Regulation № РД-02-20-2 of 2018 for road design (Bulgarian standard).

Влияние на метеорологичната суша върху речния отток в басейна на река Янтра

А. Димитрова*, Н. Николова, К. Радева, С. Матев, З. Марчева

Геолого-географски факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Ключови думи: *метеорологична суша, хидроложка суша, SPI, SDI**email: a.dimitrova@gea.uni-sofia.bg**Въведение**

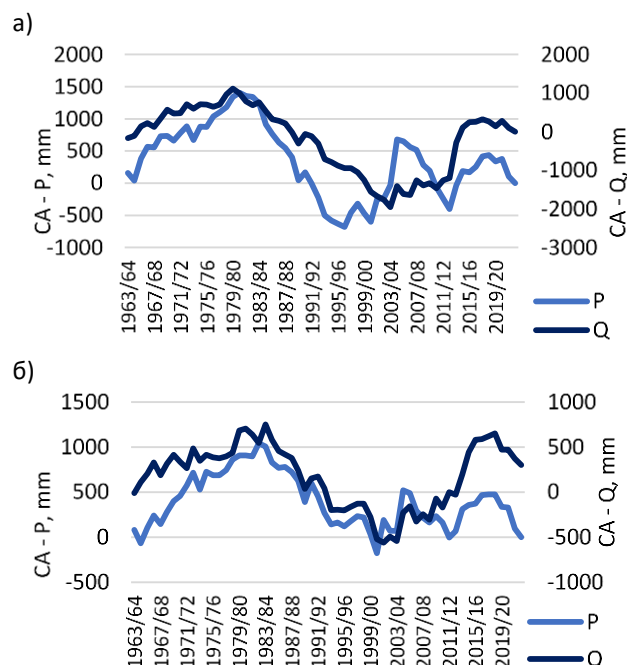
Метеорологичната суша, характеризираща се с продължителни периоди с валежи под нормата или липса на валежи, може да бъде предшественик на хидроложката суша, която се проявява като намалена наличност на вода във водните басейни и водоносни хоризонти. Развитието на метеорологично в хидроложко засушаване зависи от климата, географските характеристики на речния басейн и антропогенната дейност и обикновено се характеризира с удължена продължителност, забавяне на времето за проява и отслабване на тежестта (Loon, 2015; Nikolova et al., 2023). Хидроложката суша често може да продължи значително по-дълго от предхождащата я метеорологична суша и да се наблюдава в рамките на няколко месеца след края на метеорологичната суша (Entekhabi, 2023).

Методология

На базата на месечни данни за валежите и оттока на река Янтра при Габрово и Велико Търново за периода 1961–2024 г. са изчислени кумулативни аномалии и са определени позитивни и негативни фази в многогодишния ход на валежите и речния отток за годишните стойности (хидроложка година ноември – октомври), за студеното полугодие (ноември – април) и топлото полугодие (май – октомври). Метеорологичното засушаване е оценено чрез стандартизирания индекс на валежите (SPI), изчислен за времеви мащаб от 1 до 12 месеца, за определяне на хидроложкото засушаване е използван индексът на засушаване на речния отток (SDI) на едномесечна скала (SDI-1).

Резултати и изводи

Анализът на кумулативните аномалии показва добре изразена синхронност между валежите и речния отток до 1999/2000 г., добре изразена за годишните стойности (фиг. 1) и за периода май – октомври, докато за студеното полугодие (ноември – април) такава връзка не се установява. В двата изследвани пункта се установява позитивна фаза на валежите и оттока до 1981/1982 г., последвана от негативна докъм 2000 г. (при Габрово продължителността е по-кратка за валежите и по-дълга за оттока). В хода на речния отток се установява втора позитивна фаза до 2018/2019 г., докато при валежите след 2000 г. се наблюдават разнопосочни тенденции.



Фигура 1. Кумулативни аномалии на валежите (P) и речния отток (Q) при (а) Янтра – Габрово и б) Янтра – Велико Търново

Сравнението на корелационните коефициенти между SPI_x (x=1, 2... 12) и SDI-1 показва най-високи стойности на корелационните коефициенти за SPI-3 (0,63 Янтра – Габрово) и SPI-5 и 6 (0,68 Янтра – Велико Търново). Това дава основание да се направи изводът, че времето за преминаване на метеорологичната суша в хидроложка е три месеца в района на Габрово и пет-шест месеца в района на Велико Търново. Анализът на двата 30-годишни периода (1964–1993 и 1994–2023) показва изместване на периода – времето за проява на хидроложка суша е от четири до шест месеца след метеорологичната.

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект №КП-06-ДУНАВ/1 от 18.07.2023 г., финансиран от ФНИ – МОН.

Литература

- Entekhabi, D. (2023). *Water Resources Research*, **59**/9.
 Loon, A. F. V. (2015). *WIREs Water*, **2**/4, 359–392.
 Nikolova, N., Stoyanova, R., Radeva, K. (2023). *Proc. 12th World Congress of EWRA on Water Resources and Environment, EWRA 2023. Greece*.

Impact of meteorological drought on river discharge in the Yantra River basin

A.Dimitrova*, N. Nikolova, K. Radeva, S. Matev, Z. Marcheva

Faculty of Geology and Geography, Sofia University "St. Kliment Ohridski"

Keywords: *meteorological drought, hydrological drought, SPI, SDI*

*email: a.dimitrova@gea.uni-sofia.bg

Introduction

Meteorological drought, characterized by prolonged periods of below-normal precipitation or the absence of rainfall, can serve as a precursor to a hydrological drought, which manifests as reduced water availability in water basins and aquifers. The transformation of meteorological drought into hydrological drought depends on the climate, geographical characteristics of the river basin, and anthropogenic activities. This process is typically marked by extended duration, delayed onset, and reduced severity (Loon, 2015; Nikolova et al., 2023).

Hydrological drought often persists significantly longer than the preceding meteorological drought and may be observed several months after the meteorological drought has ended (Entekhabi, 2023).

Methodology

Based on monthly precipitation and river discharge data for the Yantra River at Gabrovo and Veliko Tarnovo for the period 1961–2024, cumulative anomalies were calculated, and positive and negative phases in the long-term variability of precipitation and river discharge were identified. These analyses were performed for annual values (hydrological year November – October), as well as for the cold half-year (November – April) and the warm half-year (May – October). The meteorological drought was assessed using the Standardized Precipitation Index (SPI), calculated for time scales ranging from 1 to 12 months. The Streamflow Drought Index (SDI) was applied to evaluate hydrological drought at a one-month scale (SDI-1).

Results and conclusions

The analysis of cumulative anomalies indicates a well-defined synchronization between precipitation and river discharge up until 1999/2000, particularly for annual values (Fig. 1) and the warm half-year (May–October). However, no significant correlation is observed for the cold half-year (November – April). At both observation points, a positive phase in precipitation and discharge persisted until 1981/1982, followed by a negative phase lasting until approximately 2000. At Gabrovo, the negative phase was shorter for precipitation but longer for river discharge, suggesting a delayed hydrological response. A second positive phase in river discharge persisted until 2018/2019, whereas post-2000 precipitation trends exhibit divergence, indicating a potential weakening of the relationship between precipitation variability and runoff response dynamics.

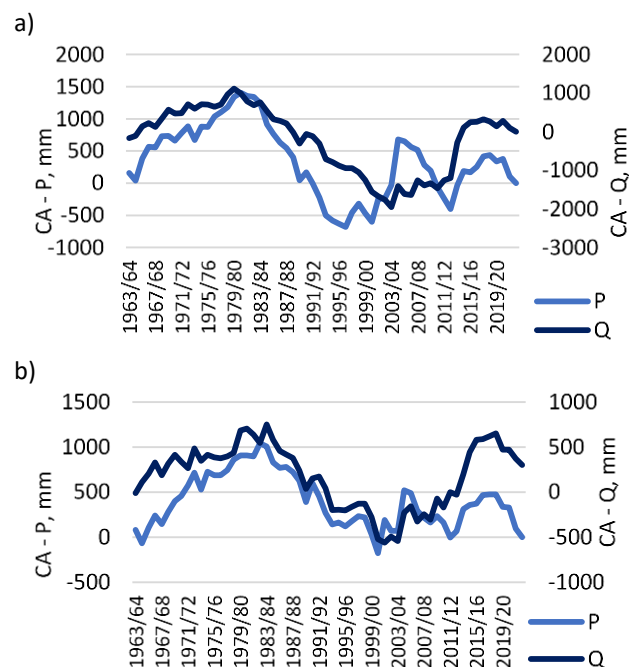


Figure 1. Cumulative anomalies of precipitation (P) and river discharge (Q) at (a) Yantra – Gabrovo and (b) Yantra – Veliko Tarnovo

The comparison of correlation coefficients between SPI_x ($x = 1, 2, \dots, 12$) and SDI-1 reveals the highest values for SPI-3 (0.63 for Yantra – Gabrovo) and SPI-5 and SPI-6 (0.68 for Yantra – Veliko Tarnovo). This suggests that the transition time from meteorological to hydrological drought is approximately three months in the Gabrovo region and five to six months in the Veliko Tarnovo region. The analysis of two 30-year periods (1964–1993 and 1994–2023) indicates a shift in the transition period, with the onset of hydrological drought occurring four to six months after meteorological drought instead of the previously observed shorter intervals.

Acknowledgements: The study was carried out within the framework of project NoKP-06-DUNAV/1 from 18.07.2023, funded by the NSF – MES.

References

- Entekhabi, D. (2023). *Water Resources Research*, **59**/9.
- Loon, A. F. V. (2015). *WIREs Water*, **2**/4, 359–392.
- Nikolova, N., Stoyanova, R., Radeva, K. (2023). *Proc. 12th World Congress of EWRA on Water Resources and Environment, EWRA 2023. Greece.*

Ресурс на повърхностните водни тела и оценка на средномногогодишните стойности за района на р. Огоста и реки, западно от р. Огоста

Б. Вучков*

Департамент „Хидрология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: ресурс, водни тела, регионална зависимост, Северозападна България

*email: borislav_vuchkov87@abv.bg

Въведение

Обект на изследване са р. Огоста и реки, западно от р. Огоста – Ерма и Нишава, Тополовец, Войнишка, Видбол, Арчар, Скомля, Лом, Цибрица.

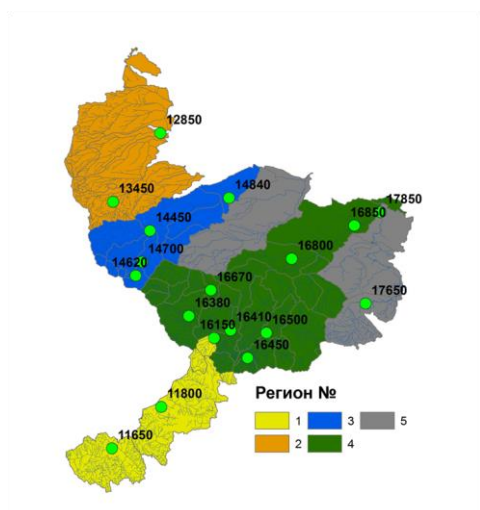
Целта на разработката е актуализация на технологичната схема на ресурса на повърхностните водни тела за новия референтен климатичен период (1991–2020 г.) и оценка на средномногогодишните стойности в края на всяко водно тяло.

Методология

Използвани са 18 ХМС, които към момента представляват мониторинговата мрежа на НИМХ във водосборите на поречията, въз основа на които се определя ресурсът. За пълнота на изследването допълнително са използвани данните от 5 ХМС, които са закрити през последните години.

В разработката е използван подходът на райониране на базата на регистрирания отток в хидрометричните станции, който се основава на корелационните връзки между характерните водни количества и площта на водосборите.

След хидроложки анализ на хомогенността на участъците в басейните са определени 5 отделни хомогенни региона за изборения предварително период (фиг. 1).

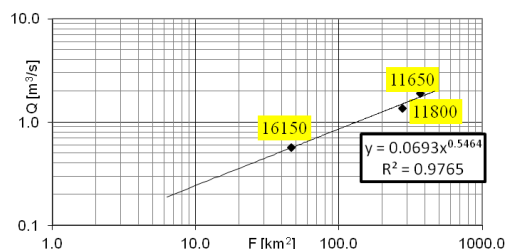


Фигура 1. Обособените региони на поречия, западно от р. Огоста, р. Огоста и № на ХМС

Резултати

Обособени са следните региони:

Регион 1. Реки с водосбори, южно от Стара планина, и притоците им. Използвани ХМС: №11650 (Ерма – Трън), №11800 (Нишава – Калотина), №16150 (Берковска река – кв. Беговица) (фиг. 2).



Фигура 2. Регионална зависимост на регион 1

Регион 2. Предпланинска част. Използвани ХМС: №12850 (Войнишка река), №13450 (Вещицка река). Допълнително е използвана закрыта ХМС №12700 (Тополовец – с. Акациево).

Регион 3. Река Лом. Използвани ХМС: №14450 (Стакевска река), №14700 (Лом – с. Горни Лом), №14620 (Лом/Бърза река – с. Горни Лом), №14840 (Лом – с. Василевци).

Регион 4. Река Огоста и нейните притоци. Използвани ХМС: №16380 (Дългоделска Огоста), №16410 (Бързия), №16450 (Ботуня/Стара река), №16500 (Ботуня), №16670 (Огоста – с. Гаврил Геново), №16800 (Огоста – с. Кобиляк), № 6850 (Огоста – Мизия).

Регион 5. Река Цибрица и река Скът. Използвани ХМС: №17650 (Скът – с. Нивянин), №17850 (Скът – Мизия), закрыта ХМС №15850 (Цибрица – с. Разград).

Таблица 1. Регионални зависимости и регресионни уравнения на обособените региони

Регион	Регресионно уравнение	R ²
Регион 1 Южно от Стара Планина	$Q_{nor} = 0.0693 \cdot F^{0.5464}$	0.9765
Регион 2 Предпланинската част	$Q_{nor} = 0.1568 \cdot F^{0.2437}$	0.9989
Регион 3 Река Лом	$Q_{nor} = 0.1702 \cdot F^{0.4981}$	0.9616
Регион 4 Река Огоста	$Q_{nor} = 0.0411 \cdot F^{0.776}$	0.9979
Регион 5 Река Цибрица и река Скът	$Q_{nor} = 0.0105 \cdot F^{0.7541}$	0.9823

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект по ЗВ, чл. 171, с ръководител проф. Пламен Нинов. Благодаря за съдействието на инж. Камелия Крумова.

Resource of surface water bodies and estimation of annual average values for the area of the Ogosta river and rivers west of the Ogosta

B. Vuchkov*

¹Department of Hydrology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *resource, water bodies, regional dependence, North-West Bulgaria*

*email: borislav_vuchkov87@abv.bg

Introduction

The object of study is the Ogosta river and rivers west of the Ogosta – Erma and Nishava, Topolovets, Voinishka, Vidbol, Archar, Skomlja, Lom, Tsibritsa.

The aim of the development is to update the technological scheme of the resource of surface water bodies for a new reference climatic period (1991–2020) and to estimate the annual average values at the end of each water body.

Methodology

Eighteen HMS were used, which currently represent the NIMH monitoring network in the catchments of the streams on which the resource is based. For completeness of the study, data from five HMS that have been closed in recent years were additionally used.

The study uses a zonation approach based on the recorded runoff at the hydrometric stations, which is based on correlations between characteristic water quantities and catchment area.

Following a hydrological analysis of the homogeneity of the reaches within the catchments, 5 distinct homogeneous regions were defined for the preselected period (Fig. 1).

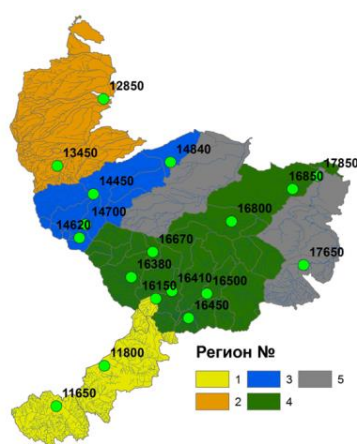


Figure 1. The delineated regions of the streams west of the Ogosta river, Ogosta and № of HMS

Results

The following regions were identified:

Region 1. Rivers with catchments south of the Balkan Mountains and their tributaries. Used HMS: №11650 (Erma – Tran), №11800 (Nishava – Kalotina), №16150 (Berkovska river – res. ar. Begovitsa, Berkovitsa) (Fig. 2).

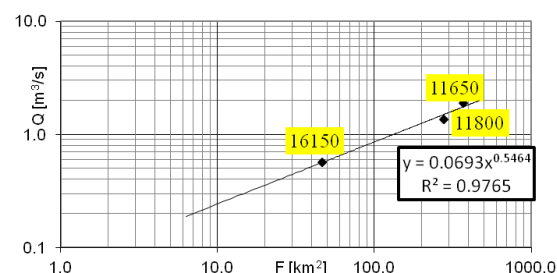


Figure 2. Regional dependence of region 1

Region 2. The foothill part. Used HMS: №12850 (Voinishka river), №13450 (Veshtitska river). Additionally, a closed HMS №12700 (Topolovets – Akatsievo) was used.

Region 3. Lom river. Used HMS: №14450 (Stakevska river), №14700 (Lom – Gorni Lom), №14620 (Lom/Burza Reka – Gorni Lom), №14840 (Lom – Vasilovtsi).

Region 4. Ogosta river and its tributaries. Used HMS: №16380 (Dalgodelska Ogosta), №16410 (Barziya river), №16450 (Botunya/Stara Reka), №16500 (Botunya river), №16670 (Ogosta – Gavril Genova), №16800 (Ogosta – Kobylak), №16850 (Ogosta – Mizia).

Region 5. The Tsibritsa river and the Skut river. Used HMS: №17650 (Skut – Nivjanin), №17850 (Skut – Mizia), №15850 (Tsibritsa – village of Razgrad), which was closed.

Table 1. Regional dependencies and regression equations of the distinct regions

Region	Regression equation	R ²
Region 1. Rivers with catchments south of the Balkan Mountains	$Q_{2007} = 0.0693 \cdot F^{0.5464}$	0.9765
Region 2. The foothill part	$Q_{2007} = 0.1568 \cdot F^{0.2437}$	0.9989
Region 3. Lom river	$Q_{2007} = 0.1702 \cdot F^{0.4981}$	0.9616
Region 4. Ogosta river and its tributaries	$Q_{2007} = 0.0411 \cdot F^{0.776}$	0.9979
Region 5. The Tsibritsa river and the Skut river	$Q_{2007} = 0.0105 \cdot F^{0.7541}$	0.9823

Acknowledgements: The research was carried out within the project under the Water Act, Article 171, supervisor: Prof. Plamen Ninov. Thanks for the assistance of Eng. Kamelia Krumova.

Анализиране на висока вълна по река Велека

Т. Колев*

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *висока вълна, наводнения*

*email: tkolev@meteo.bg

Въведение

Формирането на висока вълна по течението на реката е явление, което представлява рязко изменение на речния отток. Поражда се от интензивни валежи, снеготопене или комбинация от двете, както и от неизправности в хидротехнически съоръжения. Основните параметри на високата вълна, които имат значение за хидроложките анализи и моделиране, се получават от хидрографа на високата вълна: максимално водно количество, максимален воден стоеж, обем на високата вълна, времетраене и вероятност за появата ѝ (Иванов и др., 1980). Формата на една висока вълна зависи от множество фактори, като количество на валежите и продължителност, наклони на речното корито и склоновете на водосбора, форма на водосбора, видове на земното покритие и почва. Високите вълни могат да бъдат причинители на значими наводнения и щети. Изследването им е важно както от хидроложка, така и от инженерна гледна точка при оразмеряването на хидротехнически съоръжения в помощ на населението и при защита от наводнения.

Методология

Представени са хидрограф на високата вълна и са изчислени нейните характеристики. Изследвани са причините за възникването и преминаването на висока вълна по р. Велека, която е преляла и наводнила с. Кости. Анализирани са отделните ѝ параметри, с които може да бъде характеризирана. Направено е сравнение с високите вълни, предизвикали наводнения в миналото. Използвани са данни от автоматичните станции на НИМХ.

Резултати и изводи

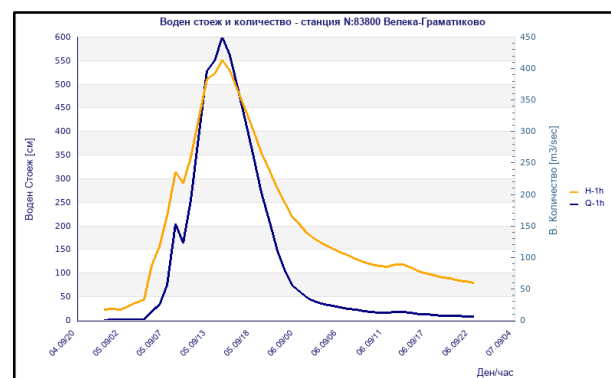
Въпреки че от хидроложка гледна точка 2023 година се характеризира като суха, през годината са се случили редица наводнения, които са причинили значителни щети, включително и загуба на човешки живот. В тази разработка е анализирана преминалата висока вълна по течението на р. Велека на 05.09.2023 г. Главната причина за формираната се висока вълна са интензивните валежи. В таблица 1 са представени измерените валежи в метеорологичните станции в района.

В резултат на интензивните валежи преминалата висока вълна е с максимално водно количество над прага за максимално водно количество с период на повторяемост веднъж на 20 години.

Таблица 1. Измерени валежи в района по данни на НИМХ

	Станция	24-часова сума на валежа
Количество на валежите, измерено в метеорологичните станции в района	28150 – Малко Търново	108 mm/24 h
	28550 – Кости	207.2 mm/24 h
	28690 – Граматиково	155.3 mm/24 h

На фигура 1 може да се проследи развитието на хидрографа за периода 04.09.2023–07.09.2023 г. Акумулирането на оттока започва около 5 часа сутринта на 05.09. Вълната достига своя пик 10 часа по-късно – в 15 ч. Вълната е достигнала максимален измерен воден стоеж 552 cm, скорости от порядъка на 1.8 до 1.9 m/s и максимално изчислено водно количество от 449.5 m³/s.



Фигура 1. Хидрограф на ежечасни водни стоежи и водни количества на р. Велека при с. Граматиково

В миналото са регистрирани редица значими наводнения във водосбора на р. Велека. В рамките на последните 6 години са регистрирани още 2 наводнения – на 29.11.2018 г. и на 02.02.2021 г. (Balabanova et al., 2019).

Литература

- Иванов, И., Георгиев, С., Мандаджиев, Д., Печинов, Д. (1980). Хидрологичен наръчник. Ч. II. София: ДИ „Техника“.
- Balabanova, S., Koshinchanov, G., Stoyanova, V., Yordanova, V. (2019). GEODATABASE FOR OCCURRED FLOODS TO SUPPORT PRELIMINARY FLOOD RISK ASSESSMENT. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 19(3.1), 225–232.

Analyzing high wave on the Veleka River

T. Kolev*

Department of Forecasts and Information Service, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *high wave, floods*

*email: tkolev@meteo.bg

Introduction

The formation of a high wave along the river is a phenomenon that represents a sudden change in river flow. It occurs due to intense rainfall, snowmelt, or a combination of both, as well as failures in hydraulic structures. The main parameters of the high wave that are significant for hydrological analyses and modeling are obtained from the high wave hydrograph: maximum water quantity, maximum water level, volume of the high wave, duration, and probability of occurrence (Ivanov et al., 1980). The shape of a high wave depends on numerous factors, such as rainfall amount, duration, riverbed slopes, watershed slopes, watershed shape, types of land cover, and soil. High waves can cause significant floods and damages. Their study is important not only from a hydrological perspective but also from an engineering perspective when sizing hydraulic structures for public assistance and flood protection.

Methodology

The hydrograph of the high wave is presented, and its characteristics have been calculated. The causes for the occurrence and passage of a high wave along the Veleka River, which overflowed and flooded the village of Kosti, have been investigated. Its individual parameters, which can characterize it, have been analyzed. A comparison has been made with high waves that caused floods in the past. Data from automatic stations of the NIMH have been used.

Results and conclusions

Although the hydrological perspective of the year 2023 is characterized as dry, several floods occurred during the year, causing significant damage, including loss of human life. This study analyzed a high wave that passed through the Veleka River on September 5, 2023. The main cause of the high wave was intense rainfall. Table 1 presents the recorded rainfall in meteorological stations in the area.

As a result of the intense rainfall, the high wave exceeded the threshold for maximum water quantity with a return period of 20 years.

Table 1. Recorded rainfalls in the area based on NIMH data

	Station	24 h total rainfall
Measured rainfall at the meteorological stations in the area	28150 – Malko Tarnovo	108 mm/24 h
	28550 – Kosti	207.2 mm/24 h
	28690 – Gramatikovo	155.3 mm/24 h

Figure 1 shows the development of the hydrograph for the period September 4–7, 2023. The accumulation of runoff began around 5 a.m. on the 05.09. The wave peaked 10 hours later at 3 p.m. The wave reached a maximum measured water level of 552 cm, speeds ranging from 1.8 to 1.9 m/s, and a maximum calculated water volume of 449.5 m³/s.

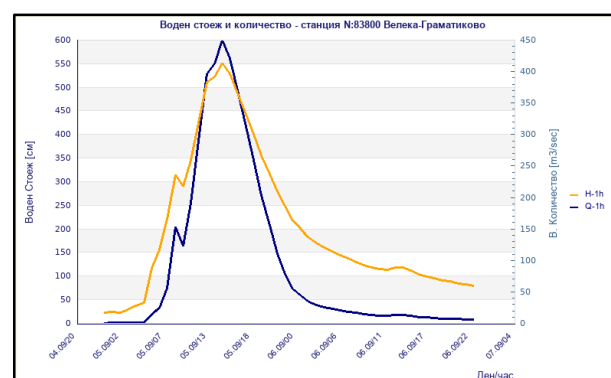


Figure 1. Hydrograph of hourly water levels and volumes on the Veleka River near Gramatikovo

In the past, several significant floods have been recorded in the Veleka River watershed. Over the last six years, two more floods have been recorded: on November 29, 2018, and February 2, 2021 (Balabanova et al., 2019).

References

- Balabanova, S., Koshinchanov, G., Stoyanova, V., Yordanova, V. (2019). Geodatabase for Occurred Floods to Support Preliminary Flood Risk Assessment. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 19(3.1), 225–232.
- Ivanov, I., Georgiev, S., Mandadzhiev, D., Pechinov, D. (1980). *Hydrological Handbook. Part II*. Sofia: State Publishing House “Tehnika”.

Моделиране на оттока във водосбора на река Осъм с полуразпределен хидроложки модел

С. Стоянова*

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *хидрологично моделиране, SWAT*

*email: silviya.stoyanova@meteo.bg

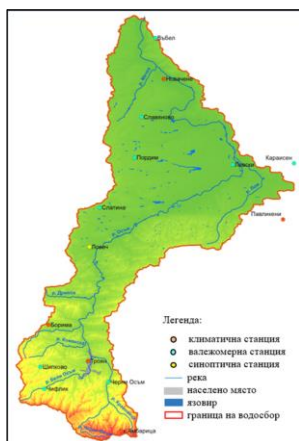
Въведение

В световната практика хидрологичните модели са най-използваното средство за изследване на хидрологичните процеси в даден водосборен басейн. Приложението на хидрологичните модели дава възможност да бъдат изготвяни различни видове хидрологични анализи и прогнози. Представено е приложението на полуразпределения хидроложки модел SWAT – Soil and Water Assessment Tool (Neitsch et al., 2005) за прогнозиране на речния отток във водосбора на река Осъм.

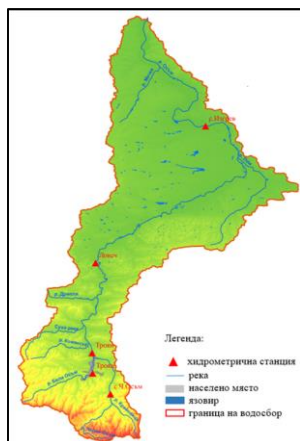
Методология

SWAT е физически базиран, което дава възможност параметрите на модела да се определят от информация за водосбора от пространствени данни за цифров модел на терена, почви и растителност. В основата на SWAT е уравнението на водния баланс.

Хидроложкият модел за водосбора на р. Осъм е разработен с метеорологична информация за периода 01.01.2015–31.12.2022 г. Източник на необходимите за хидроложкото моделиране входни данни – 24-часова сума на валежа, минимални и максимални денонощни температури, среднодневна скорост на вятъра и среднодневна относителна влажност, са 13 метеорологични станции, разположени във водосбора (фиг. 1).



Фигура 1. Метеорологични станции във водосбора на р. Осъм



Фигура 2. Хидрометрични станции във водосбора на р. Осъм

Калибрирането и валидирането на хидроложкия модел е извършено с редици от данни за водни количества от хидрометрични станции във водосбора на реката (фиг. 2). За валидирането на модела е използвана и информация за преминали високи вълни в периода 01.01.2022–31.12.2022 г.

Резултати и изводи

Калибрирането на хидроложкия модел е отнесено към симулиране на речния отток, така че резултатите от сравнение между симулираните и измерените водни количества в определените мониторингови точки (всички пет хидрометрични станции във водосбора на р. Осъм) да са статистически значими. Графичното представяне на резултатите от калибрирания модел с дневни стойности показва много добра сходимост между моделираните и измерените водни количества. Статистическите оценки на резултатите от симулациите с калибрирания модел със стъпка 24 h го определят като „добър“ в горната част от водосбора (при ХМС 22350, 22650 и 22700) и „много добър“ в долната част от водосбора (при ХМС 22750 и 22800) – таблица 1.

Таблица 1. Статистически оценки на резултатите с калибрирания модел

Станция / Критерий	NSE		PBIAS	
	дневна стъпка	месечна стъпка	дневна стъпка	месечна стъпка
22350	0.56	0.64	33	1
22650	0.55	0.62	16	2
22700	0.58	0.79	-3	-10
22750	0.65	0.75	28	20
22800	0.64	0.84	18	11

Хидроложкият модел за водосбора на р. Осъм е калибриран по отношение на високи води, затова при валидирането му са използвани статистически критерии за оценка на работата на модела за период с регистрирани преминали високи вълни през 2022 г. Графичните резултати показват, че високата вълна е много добре симулирана с модела както по отношение на пика, така и по отношение на времето на настъпване на пика. Това се потвърждава и от добрите статистически резултати, които определят работата на модела като „добра“ и „много добра“.

Литература

Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., Williams, J. R., King, K. W., (2005). Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2005.

Flow modelling in Osam River watershed using a semi-distributed hydrological model

S. Stoyanova*

Department of Forecasts and Information Service, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *hydrological modelling, SWAT*

*email: silviya.stoyanova@meteo.bg

Introduction

Hydrological modelling is a tool most widely used when it comes to studying the hydrological regime of a river basin. Applying a hydrological model is a way to process various types of hydrological analyses and forecasts. We present here the use of the semi-distributed hydrological SWAT model – Soil and Water Assessment Tool (Neitsch et al., 2005), for flow modelling in Osam River watershed is presented.

Methodology

Being physically-based, SWAT input parameters are defined based on watershed spatial data such as topography (Digital Elevation Map), soil properties and land cover. The hydrologic cycle as simulated by SWAT is based on the water balance equation.

Osam River watershed hydrologic model was set-up using meteorological information for the period 01.01.2015–31.12.2022. Daily data for 24-hours precipitation totals and minimum and maximum temperatures from 13 meteorological stations in the watershed were used in this study (Fig. 1).

Model calibration and validation were performed using observed daily discharge data records from 5 hydrometric stations in the basin (Fig. 2). For validating Osam River watershed high flow information for the period 01.01.2022–31.12.2022 was used.



Figure 1. Meteorological stations in Osam river watershed



Figure 2. Hydrometric stations in Osam river watershed

Results and conclusions

Measured daily streamflow data from all five hydrometric stations in Osam river watershed was used for model calibration. The hydrological model was calibrated until the simulated outputs and observed data (discharge) achieve a predefined objective function. The graphical representation of the modelling results using daily time step showed good agreement between the computed and observed outflow hydrographs. Calibration statistics showed very good results for daily streamflow simulations for downstream Osam River (HMS 22350, 22650 and 22700) and good for upstream Osam watershed (HMS 22750 and 22800) – table 1.

Table 1. Statistical indicators for calibrated model performance

Performance rating / Station	NSE		PBIAS	
	Daily	Monthly	Daily	Monthly
21350	0.61	0.64	33	1
21650	0.39	0.62	16	2
21500	0.43	0.75	28	20
21750	0.77	0.79	-3	-10
21800	0.76	0.84	18	11
21850	0.81	0.84	7	2

Osam watershed model was calibrated towards peak discharge that is why for model validation a certain dataset record of a high flow period in 2022 was used for calculating validation statistics. The visual interpretation of the results showed that the model gives a good representation of both temporal peak flow and peak discharge simulations. This is also confirmed by the statistical estimates that indicate “good” and “very good” model performance.

References

Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., Williams, J. R., King, K. W. (2005). Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2005.

Стабилизиран метод на крайните елементи за модел от типа „повърхностен-подповърхностен отток“ на водосборния басейн

И. Попстоянов*

Институт по океанология „Проф. Фритьоф Нансен“, Българска академия на науките

Ключови думи: свързан повърхностен-подповърхностен отток, модел с нулева инерция/дифузионна вълна, модел на Boussinesq, стабилизиран метод на крайните елементи

*email: iliapopstoyanov@abv.bg

Въведение

Съществува голямо разнообразие от хидроложки модели от типа „повърхностен-подповърхностен отток“. Те са изградени на основата на различни обобщения, опростявания и представяния на формирането и движението на повърхностните и подповърхностните води във водосборните области. В настоящото изследване е приложен модел, който е заимстван от Kwak & Kim (2021). В него са включени хидродинамичният модел на дифузионна вълна (на нулева инерция) за описание на повърхностния отток и моделът на Boussinesq (със закона на Darcy и допусканията на Dupuit-Forchheimer) за описание на подповърхностния отток. Описанието на взаимовръзката между двата вида движение на водите е в зависимост от различни фактори. Такива например са физическите условия във водосборния басейн, но също и наличните изследвания, наблюдения и данни за процесите в територията.

Методология

Уравнението на дифузионна вълна (на нулева инерция) е следното:

$$\frac{\partial h_{sf}}{\partial t} + \frac{\partial f_{sf_x}}{\partial x} + \frac{\partial f_{sf_y}}{\partial y} = i_{sf_{sc}} - i_{sf_{sk}} \quad (1)$$

където членовете f_{sf_x} и f_{sf_y} зависят от h_{sf} :

$$f_{sf_x} = - \frac{\frac{\partial H_{sf}}{\partial x}}{\sqrt[4]{\left(\frac{\partial H_{sf}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial H_{sf}}{\partial y}\right)^2}} \frac{h_{sf}^{\frac{5}{3}}}{n_M} \quad (2)$$

$$f_{sf_y} = - \frac{\frac{\partial H_{sf}}{\partial y}}{\sqrt[4]{\left(\frac{\partial H_{sf}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial H_{sf}}{\partial y}\right)^2}} \frac{h_{sf}^{\frac{5}{3}}}{n_M}$$

Уравнението на Boussinesq е следното:

$$p \frac{\partial h_{ssf}}{\partial t} + \frac{\partial f_{ssf_x}}{\partial x} + \frac{\partial f_{ssf_y}}{\partial y} = i_{ssf_{sc}} - i_{ssf_{sk}} \quad (3)$$

където членовете f_{ssf_x} и f_{ssf_y} зависят от h_{ssf} :

$$f_{ssf_x} = -Kh_{ssf} \frac{\partial H_{ssf}}{\partial x}; \quad f_{ssf_y} = -Kh_{ssf} \frac{\partial H_{ssf}}{\partial y} \quad (4)$$

В изразите (1)-(4) h_{sf} и h_{ssf} са височините на двата оттока [m]; f_{sf_x} , f_{sf_y} , f_{ssf_x} и f_{ssf_y} са потоците (дебитите за единица дължина) [m^2/s]; $H_{sf} = z + h_{sf}$, $H_{ssf} = z + h_{ssf}$; $i_{sf_{sc}}$, $i_{sf_{sk}}$, $i_{ssf_{sc}}$ и $i_{ssf_{sk}}$ са интензивностите на източниците на подхранване за двата оттока, това са и членовете, чрез които се осъществява взаимовръзката между двете среди на движение на водата [m/s]; z е надморската височина на земната повърхност [m]; n_M е коефициентът на грапавост на Manning [$s/m^{1/3}$]; p е порестостта [–]; K е коефициентът на филтрация [m/s].

При численото решаване на тези нелинейни модели е необходимо да се прилагат стабилизиращи техники. Като пример за стабилизация при прилагането на метода на крайните елементи е комбинацията от Streamline-upwind Petrov-Galerkin (SUPG) и Spurious-oscillations-at-layers-diminishing (SOLD) методите (Chai & Ouyang, 2020; Donea & Huerta, 2003). Приложената апроксимация води до следния вид, който е валиден за всеки от двата модела на формиране и движение на оттока:

$$\begin{aligned} & \left(w, \frac{\partial h}{\partial t} \right)_D - \left(\nabla w, \vec{f}(h, \nabla h) \right)_D + \left(w, \vec{f}(h, \nabla h) \right)_{\partial D_{out}} \\ & + \sum_{el} (sp_{SUPG}(h, \nabla h) \vec{g}(h, \nabla h) \cdot \nabla w, R(h, \nabla h))_{Del} \\ & + \sum_{el} (sp_{SOLD}(h, \nabla h) \vec{g}^\perp(h, \nabla h) \cdot \nabla w, \vec{g}^\perp(h, \nabla h) \cdot \nabla h)_{Del} \\ & = (w, i_{sc} - i_{sk})_D \end{aligned} \quad (5)$$

В (5) w е тестовата функция, h е отточната височина, $\vec{f}$ е потокът, $\vec{g}$ е нелинейната скорост, $\vec{g}^\perp = (-g_y, g_x)$ е ортогоналната скорост, R е т.нар. остатъчен член.

Изводи и бъдеща работа

Следващи стъпки в изследването са прилагане на числения модел за реални водосборни басейни.

Литература

- Chai, Y. and Ouyang, J. (2020). *Comput. Math. Appl.*, **79**/5.
 Donea, J. and Huerta, A. (2003). *Finite element methods for flow problems*. John Wiley & Sons.
 Kwak, C. J. and Kim, J. S. (2021). *Water*, **13**/21.

Stabilized finite element method for a coupled surface-subsurface model of watershed basin

I. Popstoyanov*

Institute of Oceanology “Prof. Fridtjof Nansen”, Bulgarian Academy of Sciences

Keywords: *coupled surface-subsurface flow, zero-inertia/diffusion-wave model, Boussinesq model, stabilized finite element method*

*email: iliapopstoyanov@abv.bg

Introduction

There is a wide variety of coupled surface-subsurface flow hydrological models. Their development is based on different abstractions, simplifications and representations of surface and subsurface water formation and movement in catchment areas. In the present study, a model adopted from Kwak & Kim (2021) is applied. The model includes the diffusion-wave/zero-inertia hydrodynamic model of the surface flow and the Boussinesq model of the subsurface flow, using Darcy law and Dupuit-Forchheimer assumptions. The representation of the surface-subsurface flow interactions depends on various factors, such as the physical conditions of the watershed, as well as the available studies, observations and data on the processes within the area.

Methodology

The diffusion-wave/zero-inertia equation is:

$$\frac{\partial h_{sf}}{\partial t} + \frac{\partial f_{sf_x}}{\partial x} + \frac{\partial f_{sf_y}}{\partial y} = i_{sf_{sc}} - i_{sf_{sk}} \quad (1)$$

where the terms f_{sf_x} and f_{sf_y} depend on h_{sf} :

$$f_{sf_x} = -\frac{\frac{\partial H_{sf}}{\partial x}}{\sqrt[4]{\left(\frac{\partial H_{sf}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial H_{sf}}{\partial y}\right)^2}} \frac{h_{sf}^{\frac{5}{3}}}{n_M} \quad (2)$$

$$f_{sf_y} = -\frac{\frac{\partial H_{sf}}{\partial y}}{\sqrt[4]{\left(\frac{\partial H_{sf}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial H_{sf}}{\partial y}\right)^2}} \frac{h_{sf}^{\frac{5}{3}}}{n_M}$$

The Boussinesq equation is:

$$p \frac{\partial h_{ssf}}{\partial t} + \frac{\partial f_{ssf_x}}{\partial x} + \frac{\partial f_{ssf_y}}{\partial y} = i_{ssf_{sc}} - i_{ssf_{sk}} \quad (3)$$

where the terms f_{ssf_x} and f_{ssf_y} depend on h_{ssf} :

$$f_{ssf_x} = -Kh_{ssf} \frac{\partial H_{ssf}}{\partial x}; f_{ssf_y} = -Kh_{ssf} \frac{\partial H_{ssf}}{\partial y} \quad (4)$$

In expressions (1)-(4) h_{sf} and h_{ssf} are the two flow heights [m]; $f_{sf_x}, f_{sf_y}, f_{ssf_x}$ and f_{ssf_y} are the fluxes (unit discharges) [m^2/s]; $H_{sf} = z + h_{sf}$, $H_{ssf} = z + h_{ssf}$; $i_{sf_{sc}}, i_{sf_{sk}}, i_{ssf_{sc}}$ and $i_{ssf_{sk}}$ are the sources intensities of the two flows, these are also the terms which represent the interaction between the two flow media [m/s]; z is the land surface elevation above the sea level [m]; n_M is the Manning roughness coefficient [$s/m^{1/3}$]; p is the porosity [-]; K is the hydraulic conductivity [m/s].

Stabilization techniques are necessary when numerically solving these nonlinear models. One example of such stabilization in the finite element method context is the combination of Streamline-upwind Petrov-Galerkin (SUPG) and Spurious-oscillations-at-layers-diminishing (SOLD) methods (Chai & Ouyang, 2020; Donea & Huerta, 2003). The applied approximation results in the following form which is valid for each of the two water movement models:

$$\begin{aligned} & \left(w, \frac{\partial h}{\partial t} \right)_D - \left(\nabla w, \vec{f}(h, \nabla h) \right)_D + \left(w, \vec{f}(h, \nabla h) \right)_{\partial D_{out}} \\ & + \sum_{el} (sp_{SUPG}(h, \nabla h) \vec{g}(h, \nabla h) \cdot \nabla w, R(h, \nabla h))_{D_{el}} \\ & + \sum_{el} (sp_{SOLD}(h, \nabla h) \vec{g}^\perp(h, \nabla h) \cdot \nabla w, \vec{g}^\perp(h, \nabla h) \cdot \nabla h)_{D_{el}} \\ & = (w, i_{sc} - i_{sk})_D \end{aligned} \quad (5)$$

In (5) w is the test function, h is the flow height, $\vec{f}$ is the flux, $\vec{g}$ is the nonlinear velocity, $\vec{g}^\perp = (-g_y, g_x)$ is the orthogonal velocity, R is the residual.

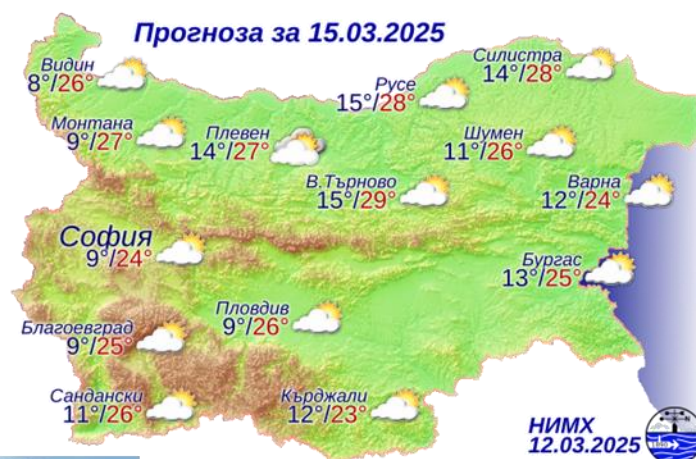
Conclusions and future work

Next step in the research process is the application of the numerical model for real watershed basins.

References

- Chai, Y. and Ouyang, J. (2020). *Comput. Math. Appl.*, **79/5**.
Donea, J. and Huerta, A. (2003). *Finite element methods for flow problems*. John Wiley & Sons.
Kwak, C. J. and Kim, J. S. (2021). *Water*, **13/21**.

Прогноза за времето и предупреждения за екстремни метеорологични явления



Прогноза за опасни метеорологични явления за 13.03.2025



Weather forecasting and extreme weather warnings

Изготвяне на прогноза за времето за о. Ливингстън с помощта на информационната прогностична система на Европейския център за средносрочни прогнози (IFS-ECMWF)

А. Стойчева*, Б. Маркова, А. Кулишев

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: прогноза за времето, Ливингстън

*email: anastassia.stoycheva@meteo.bg

Въведение

Предизвикателства към оперативното прогнозиране на времето могат да дойдат от различни посоки. Ще представим първи опити в НИМХ за изготвяне на прогноза за времето за остров Ливингстън, където е разположена Българската антарктическа база (БАБ) „Св. Климент Охридски“. IFS-ECMWF е използвана за поставяне на начало на анализ и прогноза на атмосферните условия на Антарктида (фиг. 1).

През 1998 г. в Хобарт, Австралия, се провежда Първият международен симпозиум по оперативното прогнозиране на времето в Антарктика (Turner et al., 2000). Изготвеният международен наръчник за прогнозиране на времето в района (Turner and Pendlebury, 2000) е изчерпателно изследване, съдържащо специфични насоки за прогнозиране на времето там. Числените модели за прогноза в южните полярни райони се нуждаят от подобрене, а усилията са в ръцете на ограничена потребителска общност (Chtirkova et al., 2020).

Методология

С известните за циркулацията в Южното полукълбо особености и доброто познаване на типовете продукти на IFS-ECMWF е направен опит за проследяване на прогностичната информация за температура на 2 m, вятър на 10 m – посока и скорост, пориви, облачност, тип валеж (фиг. 2, ляво), хоризонтална видимост (фиг. 2, дясно), в период от 38 последователни дни – от 17.01.2025 г. до 24.02.2025 г.

Резултати и изводи

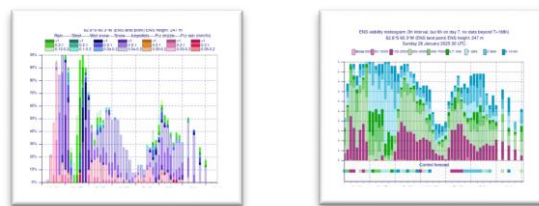
Избрани са подходящи метеорологични полета (фиг. 1) и характеристики, в помощ на уточняване на очакваното развитие на времето в района на БАБ (62.64°S and 60.36°W).



Фигура 1. Продукти от IFS-ECMWF за района на Антарктида, приземно поле на налягане (MSLP) и вятър на изобарна повърхнина 200 hPa на 27.01.2025 12 UTC (ляво) и обобщена карта на екстремен прогностичен индекс (EFI) и MSLP към 28.01.2025 00 UTC (за 24 ч) (дясно)

В периода на наблюдение на поведението на основните барични образувания са прогнозиран следните условия: 7 дни без валеж; температури без

особен дневен ход, най-често с разлика между 1 и 3 °C, много рядко до 6–7 °C; облачност най-често 10/10, в единични дни 5–7/10, 23 дни с мъгла; валежи предимно от сняг, но в 42% от дните – повишена вероятност за леден дъжд.



Фигура 2. Ансамблова прогноза за тип валеж (ляво) и хоризонтална видимост (дясно), 26.01.–01.02.2025 г., ECMWF

Първите опити за изготвяне на прогноза с използване на прогностична продукция от IFS-ECMWF водят до следните **изводи**: 1. Прогностичната продукция може да бъде използвана за целите на изготвяната прогноза. 2. Необходим е по-продължителен период за провеждане на целенасочена верификация. 3. Привличане на обективни наблюдения – приземни и дистанционни, които да позволят произвеждането на оперативна прогноза за времето. Близките **цели**, свързани с организиране на метеорологично обслужване, са: 1. Подготвяне на базова методика за изготвяне на специализирани прогнози. 2. Оформяне на протокол за производство на прогноза, подходяща за бързо разпространение.

Благодарности: Изследването е осъществено със съдействието на гл. ас. д-р Гегана Георгиева, която работи на място в рамките на проект №70-25-12/15.01.2024, финансиран от Националната програма за полярни изследвания, и е активен наблюдател на времето в описания период.

Литература

- Chtirkova, B., Peneva, E., Georgieva, G. (2020). Numerical weather prediction for the Bulgarian Antarctic Base area and sensitivity to the SST variable. In *IC of EnvirRISks*, pp. 339–355, Springer IP.
- Turner, J., Pendlebury, S., Eds. (2000). *The International Antarctic Weather Forecasting Handbook*. Vol. 1.1, 691 pp.
- Turner, J., Pendlebury, S., Cowled, L., Jaca, K., Jones, M., Targett, P. (2000). Report on the First International Symposium on Operational Weather Forecasting in Antarctica. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **81**, 75–94.

Preparing a weather forecast for Livingstone Island using the Information Forecast System of the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (IFS-ECMWF)

A. Stoycheva*, B. Markova, A. Kulishev

Department of Forecasts and Information Service, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *weather forecast, Livingstone*

*email: anastassia.stoycheva@meteo.bg

Introduction

Accurate weather forecasting can be challenging due to its unpredictable nature even in well-studied areas. What could we expect from a challenge like this – making a weather forecast for an unknown area like Livingstone Island? Here, we will present the first steps at NIMH to prepare a weather forecast for Livingstone Island, where the Bulgarian Antarctic base “St. Kliment Ohridski” is located. IFS-ECMWF is used to begin analyzing the atmospheric conditions over Antarctica (Fig. 1), in an area with different characteristics of the underlying surface from more familiar ones to us, and a different type of atmospheric circulation.

In 1998, the First International Symposium on Operational Weather Forecasting in Antarctica was held in Hobart, Australia (Turner et al., 2000). The prepared International Handbook for Weather Forecasting in the South Pole Region (Turner&Pendlebury, 2000) is a comprehensive study containing specific guidelines for weather forecasting there. The numerical weather prediction models in southern high latitude regions still need improvement as the user community is limited (Chtirkova et al., 2020).

Methodology

With the well-known characteristics of the Southern Hemisphere circulation and good knowledge of the types of IFS-ECMWF products, we made an attempt to follow the weather pattern and forecast information for temperature at 2 m, wind at 10 m – direction and speed, gusts, cloudiness – high, medium and low, type of precipitation (Fig. 2, left), reduced horizontal visibility (Fig. 2, right). The period of issuing forecast is 38 consecutive days – from 17.01.2025 to 24.02.2025.

Results and conclusions

Appropriate meteorological fields (Fig. 1) and characteristics are selected to help specify the expected weather development in the area of the Bulgarian base on Livingstone Island (62.64° S and 60.36° W), related to the work of scientists outside.

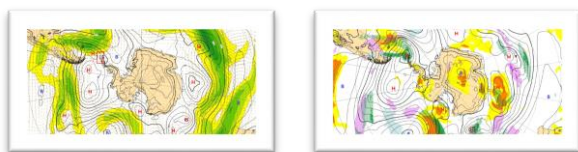


Figure 1. Example of IFS-ECMWF products for Antarctica area: MSLP and 200 hPa wind on 27.01.2025 12 UTC (left) and Multi-parameter EFI and MSLP on 28.01.2025 00 UTC (last 24 h) (right)

During the 38-day period of interest in the behavior of the main synoptic pattern, the following are summarised: 7 days – no precipitation; temperatures – with the diurnal behavior most often with a difference between 1 to 3 °C, very rarely up to 6–7 °C; cloudiness – most often 10/10, on single days 5–7/10, 23 days – with foggy weather; precipitation – mainly from snow, but on 42% of the days – increased probability of freezing rain.

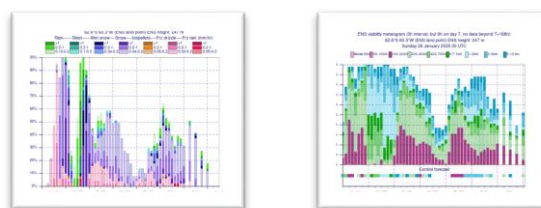


Figure 2. Ensemble Precipitation type (left) and Ensemble Visibility (right), 26.01.–01.02.2025, Model run 26.01.2025 00 UTC, ECMWF

The first attempts to prepare a forecast using the IFS-ECMWF production lead to the following initial **conclusions**: 1. The forecast production can be used for the purposes of the forecast being prepared. 2. A longer period is needed to conduct verification. 3. Use of objective observations – ground-based and remote, to allow the production of an operational weather forecast. The near future **goals** and plans related to organizing the operational forecasts process are: 1. Preparing a basic methodology for preparing specialized forecasts. 2. Developing a protocol for producing a forecast for rapid dissemination.

Acknowledgements: The study was carried out with the assistance of Asst. Prof. Gergana Georgieva, PhD, who conducted geophysical research of Livingstone within the framework the project No. 70-25-12/15.01.2024, funded by the National Polar Research Program, and was an active weather observer during the described period.

References

- Chtirkova, B., Peneva, E., Georgieva, G. (2020). Numerical weather prediction for the Bulgarian Antarctic Base area and sensitivity to the SST variable. In *IC of EnvirRISKS*, 339–355, Springer IP.
- Turner, J., and S. Pendlebury, Eds. (2000). *The International Antarctic Weather Forecasting Handbook*. Vol. 1.1, 691 p.
- Turner, J., Pendlebury, S., Cowled, L., Jaca, K., Jones, M., Targett, P. (2000). Report on the First International Symposium on Operational Weather Forecasting in Antarctica. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 81, 75–94.

Суперклетъчна буря, развила се на 13.06.2024 г. – термодинамични условия, радарни характеристики, еволюция и структура

Ц. Димитрова, С. Георгиев, Н. Кадийска*

Изпълнителна агенция „Борба с градушките“

Ключови думи: суперклетка, радарни характеристики, термодинамични условия

*email: nkadiyska@weathermod-bg.eu

Въведение

През 2024 г. на територията на България в периода април – юни са регистрирани няколко суперклетъчни процеса. Суперклетката, регистрирана на 13.06.2024 г., е с най-дълъг живот и преминава от запад на изток през цялата страна, като е регистрирана градушка с размери над 2 cm, нанасяща големи поражения.

Методология

За проследяване на развитието на суперклетката е използвана радарна информация от 3 радарни станции на всеки 4 минути. Изследвани са максималната радарна отражаемост (Zmax) и интегрираното водно съдържание (VIL). Проследена е еволюцията на суперклетката.

Анализирани са термодинамичните условия на атмосферата.

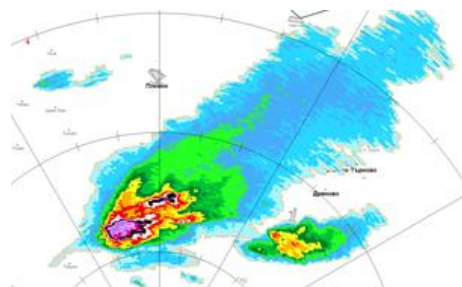
Резултати и изводи

Суперклетката се заражда в 12:40 LT в крайните западни райони на страната, като на радарите е регистрирана максимална радарна отражаемост 16.8 dBZ на височина 5.8 km. Съществува повече от 7 часа, като изминава разстояние над 350 km.

Движението на суперклетката е в пряка зависимост от посоката и скоростта на нейната еволюция. Първоначално спазва водещия поток от SW. В 14:50 е регистрирана за първи път V-образна форма на радиехото, след което клетката започва отклонение в дясно от водещия поток. След 15:30 се движи от запад на изток, а на по-късен етап – от северозапад. По време на живота на суперклетката V-образна форма на радарното ехо е регистрирано няколко пъти, след което се наблюдава значително отклонение в движението ѝ до 60–65 градуса от водещия поток. В началото подхранването на клетката е от юг, като в следващ етап става от югозапад-запад.

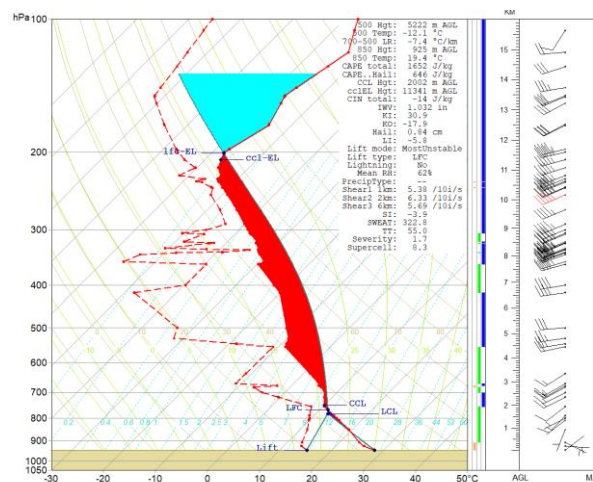
Повече от 2 часа максималната радарна отражаемост е над 65 dBZ, като в отделни периоди е над 70 dBZ.

Наблюдават се TBSS и Slide lobe – фалшиви радарни отражаемости, свързани с наличието на градови зърна с размери над 2 cm.



Фигура 1. Радарна картина на развитие на суперклетката на 13.06.2024 г. в 17:21 LT с регистрирана V-образна форма на радиехото

Извършен е анализ чрез софтуер RAOB на реален аерологичен сондаж, направен в 15:00 LT в ЦМС – НИМХ (София). Изследван е срезът на вятъра за различни слоеве от атмосферата, както и индекси на неустойчивост. Получените високи стойности на CAPE и на среза на вятъра на ниво 0–6 km, както и самата форма на ходографа показват изключително благоприятни условия за развитие на мощна конвекция, включително суперклетки, едрозърнеста градушка, опасни ветрове и торнадо.



Фигура 2. Аерологична диаграма на 13.06.2024 г. в 15:00 LT

Литература

Georgiev, S., Barakova, D. Wind Shear as a predictor of severe and non-severe hail in Bulgaria – Preliminary Results for 2018–2023 period, 4th European Hail Workshop, 2024, Karlsruhe, Germany.

Supercell storm developed on June 13, 2024 – thermodynamic conditions, radar characteristics, evolution and structure

Ts. Dimitrova, S. Georgiev, N. Kadiyska*

Hail Suppression Agency

Key words: *supercell, radar characteristics, thermodynamic conditions*

*email: nkadiyska@weathermod-bg.eu

Introduction

In 2024, several supercells were registered in Bulgaria during the period of April – June. The long-lived isolated supercell was registered on June 13, 2024. It moved from west to east across the entire country. Hail larger than 2 cm was registered, causing significant damage.

Methodology

Radar data, collected every 4 minutes, from 3 radar stations was used to analyze the development of the supercell. Maximum radar reflectivity (Zmax) and vertically integrated liquid (VIL) were examined. The evolution of the supercell was tracked.

The thermodynamic conditions of the atmosphere were also analyzed.

Results and conclusions

The supercell developed at 12:40 LT in the westernmost region of the country, where a maximum radar reflectivity of 16.8 dBZ was registered at an altitude of 5.8 km. It lived for more than 7 hours, moving across over 350 km.

The movement of the supercell was directly dependent on the direction and speed of its evolution. Initially, the thunderstorm moved with the mean wind flow from the SW. At 14:50 LT, for the first time, a V-shape radar echo was displayed, after which the cell started deviating to the right from the mean wind flow. After 15:30 LT, the movement was from west to east, and later from the NW. During the supercell lifetime, the V-shaped radar echo was observed several times, followed by significant deviations in its movement, up to 60–65 degrees from the mean wind flow. Initially, the feeder cells were to south and later they switched to the southwest-west.

For over 2 hours, the maximum radar reflectivity was above 65 dBZ, with periods exceeding 70 dBZ.

TBSS and Slide lobe – an artifact on a weather radar display indicative of large hailstones larger than 2 cm, were observed.

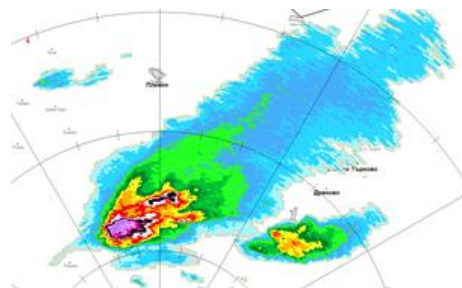


Figure 1. Radar image showing the development of the supercell on June 13, 2024, at 17:21 LT, with a V-shaped radar echo

An aerological sounding, taken at 15:00 LT in NIMH, Sofia, was analyzed using RAOB software. The wind shear in different atmospheric layers and instability indices were examined. The high values of CAPE and wind shear at the 0–6 km level, along with the shape of the hodograph, indicated extremely favorable conditions for the development of deep convection, including supercells, large hail, dangerous winds, and tornadoes.

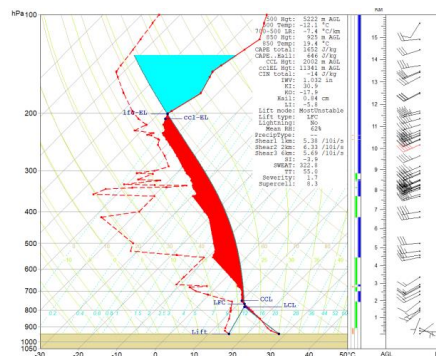


Figure 2. Aerological diagram from June 13, 2024, at 15:00 LT

References

Georgiev, S., Barakova, D. Wind Shear as a predictor of severe and non-severe hail in Bulgaria – Preliminary Results for 2018–2023 period, 4th European Hail Workshop, 2024, Karlsruhe, Germany.

Определяне на местоположението на фидерните облаци в системата на конвективна буря въз основа на радарни наблюдения

Е. Лившиц¹, Ц. Димитрова^{2*}, В. Пенчева^{2,3}, Д. Бончев³

¹Независим изследовател, Франкфурт на Майн, Германия

²Изпълнителна агенция „Борба с градушките“

³Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Ключови думи: *фидерни облаци, конвективна буря, радарни наблюдения*

*email: tsdimitrova@weathermod-bg.eu

Въведение

Движението на конвективните бури е в пряка зависимост от посоката и скоростта на тяхната еволюция. Радарни, самолетни и спътникови изследвания са установили, че това се дължи на възвличането на облачен ресурс под формата на фидерни (подхранващи) клетки (FC). Една от концепциите, които се прилагат при извършване на дейности за противоградова защита, е свързана с ранното изваляване на фидерните облаци. По тази причина определянето на местоположението на фидерните облаци в системата на конвективната буря е приоритетна задача при провеждането на противоградови дейности.

Методология

Развитието на конвективните бури може да се визуализира като непрекъснат процес на възникване, растеж, разсейване, сливане или разделяне. Чрез поставяне на центъра на Лагранжева координатна система (LCS) в центъра на конвективната клетка се проследява вътрешната динамика на конвективните бури и полета на конвективните бури като цяло (Лившиц, 2023; Лившиц и др., 2024).

За определяне на местоположението на FC се използват:

- Вектор на водещия поток ($\vec{V}_c$) – вятър на ниво 600 hPa
- Вектор на движение на бурята ($\vec{V}_s$)
- Вектор на еволюция на бурята ($\vec{V}_e$) – вектор, обозначаващ посоката и скоростта на сливане на основната конвективна клетка в бурята с подхранващите клетки, $\vec{V}_e = \vec{V}_s - \vec{V}_c$

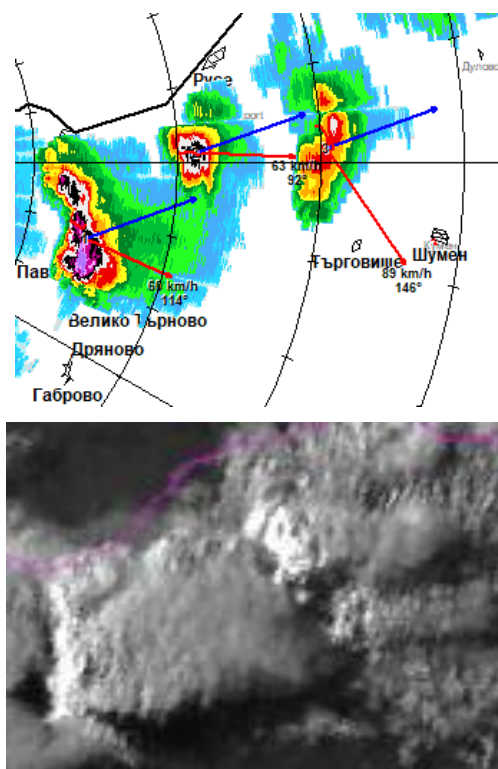
За проверка на определеното място на възникване на FC е използвана спътникова информация HRV, предоставена по договор от НИМХ (Livshits & Petrov, 2024).

Резултати и изводи

Разгледани са развили се мощни конвективни процеси през 2024 г. на 3 и 12.VI. Процесите са многоклетъчни, като на 12.VI се развива и суперклетка.

Въз основа на радарна информация и чрез векторен анализ е определено местоположението на фидерните облаци при различни по мощност

бури, което се потвърждава от спътникните изображения.



Фигура 1. Радарна и спътникова информация от 12.06.2024 в 18:30 LT (синя стрелка – вектор на водещ поток, червена стрелка – вектор на движение на бурята)

Литература

- Лившиц, Е. М. (2023). Динамика и кинематика конвективных штормов на элементах мезо- β -масштабных конвективных структур. М.: Грин Принт. 324 с. ил. ISBN 978-5-907719-20-0.
- Лившиц, Е. М., Спрыгин, А. А., Петров, В. И. (2024). Исследование конвективных феноменов с помощью радиолокационных и спутниковых наблюдений. В: Сборник Докладов Всероссийской открытой конференции, Нальчик, 07–11 октября 2024 г. Принт Центр, 79–85.
- Livshits, E. M., Petrov, V. I. (2024). Convective Phenomenes in the Context of Meso- β -scale Convective Structures. *Journal of Atmospheric Science Research*, 7(3), 1–38. DOI: <https://doi.org/10.30564/iasr.v7i3.6278>.

Determining the location of feeder clouds in a convective storm system based on radar observations

E. Livshits¹, Ts. Dimitrova², V. Pencheva^{2,3*}, D. Bonchev³

¹Independent Researcher, Frankfurt am Main, Germany

²Executive Agency “Hail Suppression”

³Faculty of Physics, Sofia University “St. Kliment Ohridski”

Keywords: *feeder clouds, convective storm, radar observations*

*email: vpenceva@weathermod-bg.eu

Introduction

The movement of convective storms is directly dependent on the direction and speed of their evolution. Radar, aircraft, and satellite studies have established that this is due to the inflow of cloud resources in the form of feeder cells (FC). One of the hail suppression concepts is the early rainout of feeder clouds. Therefore, determining the location of feeder clouds within the convective storm system is a priority task for hail suppression operations.

Methodology

The development of convective storms can be visualized as a continuous process of formation, growth, dissipation, merging, or separation. By placing the center of a Lagrangian coordinate system (LCS) at the center of the convective cell, the internal dynamics of convective storms and their overall convective field can be tracked (Livshits, 2023; Livshits et al., 2024).

To determine the location of FC, the following are used:

- Mean wind vector ($\vec{V}_c$) – wind at 600 hPa level
- Storm motion vector ($\vec{V}_s$)
- Evolution vector ($\vec{V}_e$) – indicates the merging direction and speed of the main convective cell with the feeder cells, $\vec{V}_e = \vec{V}_s - \vec{V}_c$

For verification of the identified location of FC formation, HRV satellite data provided by NIMH was used under contract (Livshits & Petrov, 2024).

Results and conclusions

Powerful convective storms that formed on June 3 and June 12, 2024, were analyzed. The storm types were multicellular, with a supercell forming on June 12.

Based on radar information and vector analysis, the location of feeder clouds in storms with different strength has been determined and it is confirmed by satellite images.

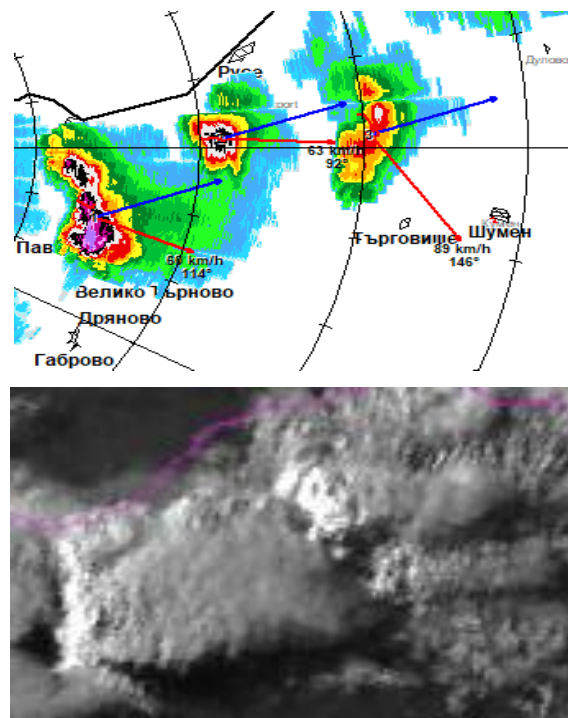


Figure 1. Radar and satellite data on June 12, 2024 at 18:30 LT (blue arrow – mean wind vector, red arrow – storm motion vector)

References

- Livshits, E. M. (2023). Dynamics and Kinematics of Convective Storms in Elements of Meso- β -scale Convective Structures. M: Green Print. ISBN 978-5-907719-20-0.
- Livshits, E. M., Sprygin, A. A., Petrov, V. I. (2024). Study of Convective Phenomena Using Radar and Satellite Observations. Proceedings of the All-Russian Open Conference, Nalchik, October 7–11, 2024. Print Center, pp. 79–85.
- Livshits, E. M., Petrov, V. I. (2024). Convective Phenomena in the Context of Meso- β -scale Convective Structures. *Journal of Atmospheric Science Research*, 7(3), 1–38. DOI: <https://doi.org/10.30564/iasr.v7i3.6278>.

Горещите вълни в България през юли и август 2023 г.

Р. Илиева^{1*}, Б. Косташки²¹Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология²ДП „Ръководство на въздушното движение“Ключови думи: *горещи вълни, опасни метеорологични явления**email: ralena.ilieva@meteo.bg

Въведение

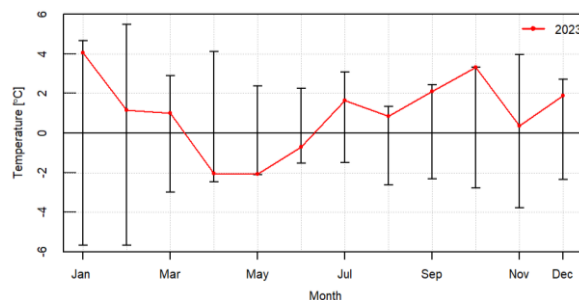
Според СМО горещите вълни са период на необичайно горещо време, с максимални дневни температури, надвишаващи климатичните норми с 5 °C в продължение на поне 5 последователни дни през топлия период на годината. Продължителните горещи вълни са опасно явление, което влияе както на екосистемата на Земята, така и на обществото и причинява множество икономически и човешки загуби.

Методология

В настоящата работа е направен анализ на горещите вълни в България през юли и август на 2023 г. За тази цел са използвани средномесечните стойности на температурата и аномалията на наземното водно количество (TWSA), както и месечната сума на валежите за гр. София в периода 2003–2023 г. Пресметнати и анализирани са средномесечните аномалии на температурата, валежа и TWSA, както и индексите за сух и влажен режим (SPI и DSI). Направен е статистически анализ на дългосрочната компонента на разглежданите параметри.

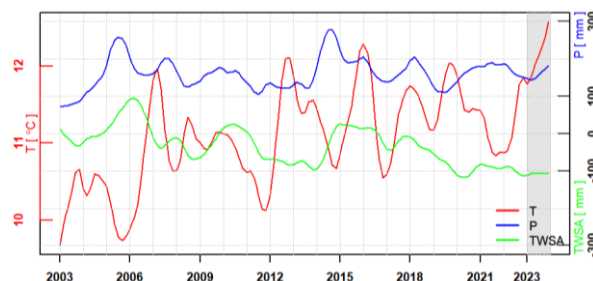
Резултати и изводи

От направения анализ на аномалиите за 2023 г. на температурите се установи, че от юни до края на годината температурите са над месечната норма, като за месеците юли и август, когато са двете горещи вълни, те са съответно с 1.6 °C над нормата за юли и с 0.9 °C над нормата за август. Отрицателни аномалии на валежите се наблюдават от юли до октомври. Отрицателните аномалии на валежите през юли и август допринасят за високите температури и усилването на ефекта от горещите вълни. Освен с отрицателни аномалии на валежите, горещите вълни през юли и август се характеризират и с отрицателни аномалии на TWSA. От направения анализ на индексите за сух и влажен режим се установи, че по време на горещите вълни и двата индекса, SPI и DSI, са под нулата, със стойности между -0.70 и -1.10, индикиращи за необичайна до умерена суша, а през месец юли почти достигат до най-високите отрицателни стойности за целия разглеждан период 2003–2023 г.



Фигура 1. Амплитуда на средномесечните аномалии на температурата за гр. София за периода 2003–2023 г. Аномалията за 2023 г. е показана в червено.

От анализа на дългосрочната компонента на температурата се установи, че 2023 г. се характеризира с нарастващ тренд на температурата, като в края на декември 2023 г. заема най-висока стойност от разглеждания период, а именно 12.6 °C. В резултат 2023 г. е най-топлата година за разглеждания период 2003–2023 г., а според НИМХ е и най-топлата година от 1930 г. насам.



Фигура 2. Дългосрочна компонента на температурата (червено), валежа (синьо) и TWSA (зелено) за гр. София за периода 2003–2023 г. Със сиво е заштрихована 2023 г.

Благодарности: Изследването е осъществено с помощта на доц. Гертана Герова от Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“.

Литература

- Годишен хидрометеорологичен бюлетин за 2023 г. София, Април 2024 г., ISSN 2738-781X, <https://bulletins.cfd.meteo.bg>
- Mircheva, B., Tsekov, M., Meyer, U., Gueroval, G. (2017). Anomalies of hydrological cycle components during the 2007 heat wave in Bulgaria. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 165, 1–9.

The heat waves in Bulgaria in July and August 2023

R. Ilieva^{1*}, B. Kostashki²

¹Department of Forecasts and Information Services, National Institute of Meteorology and Hydrology

²Bulgarian Air Traffic Services Authority

Keywords: *heat waves, severe weather*

*email: ralena.ilieva@meteo.bg

Introduction

According to the WMO, heat waves are periods of unusually hot weather, with maximum daily temperatures exceeding climate norms by 5 °C for at least five consecutive days during the year's warm season. Prolonged heat waves are a hazardous phenomenon affecting Earth's ecosystem and society, causing significant economic and human losses.

Methodology

This study analyzes heat waves in Bulgaria during July and August 2023. To achieve this, monthly average temperature values, terrestrial water storage anomaly (TWSA), and total monthly precipitation for Sofia over the period 2003–2023 were utilized. The study calculates and examines monthly anomalies of temperature, precipitation, and TWSA, along with indices for dry and wet conditions (SPI and DSI). Additionally, a statistical analysis of the long-term component of the examined parameters was conducted.

Results and conclusions

The analysis of temperature anomalies for 2023 indicates that temperatures remained above the monthly norm from June until the end of the year. In July and August, when two heat waves occurred, temperatures exceeded the norm by 1.6 °C and 0.9 °C, respectively. Negative precipitation anomalies were observed from July to October, with those in July and August contributing to elevated temperatures and intensifying the effects of the heat waves. In addition to negative precipitation anomalies, the heat waves in July and August were also characterized by negative TWSA. The analysis of dry and wet conditions indices revealed that during the heat waves, both SPI and DSI were below zero, with values ranging from -0.70 to -1.10, indicating conditions from unusual to moderate drought. In July, these indices nearly reached the most negative values recorded for the entire study period (2003–2023).

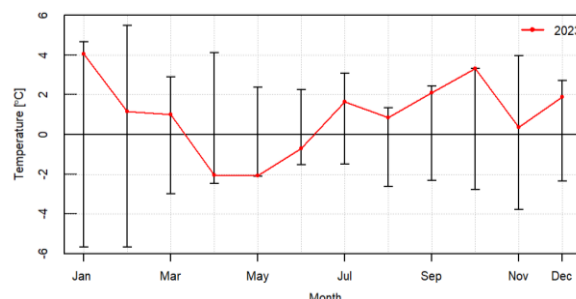


Figure 1. Amplitude of the monthly temperature anomalies for Sofia during the period 2003–2023.

The anomaly for 2023 is highlighted in red

The analysis of the long-term temperature component indicates that 2023 was characterized by an increasing temperature trend, with the end of December 2023 reaching the highest recorded value for the study period – 12.6 °C. As a result, 2023 is the warmest year within the analyzed period (2003–2023) and, according to NIMH, the warmest year since 1930.

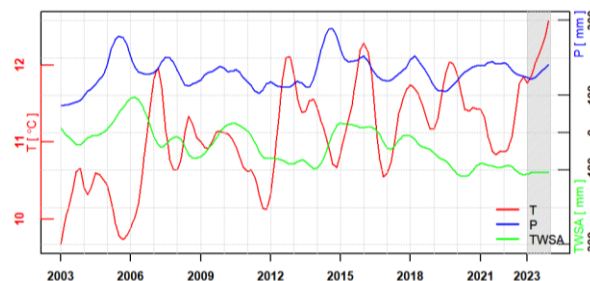


Figure 2. Long-term component of temperature (red), precipitation (blue), and TWSA (green) for Sofia during the period 2003–2023. The year 2023 is shaded in gray

Acknowledgements: This study was conducted with the assistance of Associate Professor Dr. Gergana Geroва from the Faculty of Physics at Sofia University “St. Kliment Ohridski”.

References

- Annual hydrometeorological bulletin for 2023. NIMH, Sofia, April 2024, ISSN 2738-781X, <https://bulletins.cfd.meteo.bg>
- Mircheva, B., Tsekov, M., Meyer, U., Guerova, G. (2017). Anomalies of hydrological cycle components during the 2007 heat wave in Bulgaria. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 165, 1–9.

Средносрочна оценка на $T_{\min}$ и $T_{\max}$ на числени модели и на синоптиците в НИМХ

Х. Христов*

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *средносрочна оценка, числени модели**email: hristo.hristov@meteo.bg

Въведение

Изготвена е оценка на резултатите от числени модели, използвани в оперативната практика в НИМХ, и прогнозата на синоптиците в оперативното звено „Метеорологични прогнози“ за минимална и максимална температура за 72 часа напред в 18 точки в България през периода 2018–2020 г. Изследваните резултати са от числени модели ALADIN-BG, IFS-ECMWF (Integrated Forecasting System – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) и GFS (Global Forecast System – NOAA).

Показано е намаляване на точността (сбъдваемостта) с всеки следващ ден както при синоптиците, така и при числените модели. Показани са систематичните грешки (МЕ) в отделните точки на изследване, в полза на бъдещи прогнози. Накрая е разгледан процент на сходство, показващ сходството между различните прогнози, издавани за една и съща дата.

Методология

Грешките, които са използвани за изследването, са: MAE (средна абсолютна грешка), ME (средна грешка), PC (процент на сбъдваемост) и PFC (Percent Forecast Convergence). Грешките MAE, ME и PC са отдавна известни и използвани. Процентът на сходство (PFC) се изчислява по формулата:

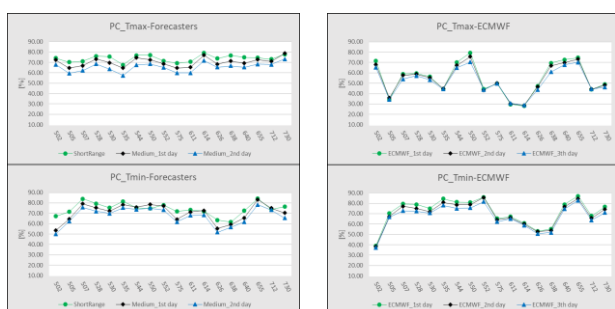
$$PFC = \sum_{i=1}^n \begin{cases} \text{good, ако } (F_i - F_{i-1}) \leq 2^\circ\text{C} \\ \text{bad, ако } (F_i - F_{i-1}) > 2^\circ\text{C} \end{cases} 100\%$$

където F_i е прогнозата за ден i , а F_{i-1} е прогнозата от предходния ден.

Оценката е направена в 18 точки, съвпадащи с точки от синоптичната мрежа на България.

Резултати и изводи

На фигура 1 е показан процент на сбъдваемост на прогнозите на синоптиците и ECMWF при $T_{\min}$ и $T_{\max}$. Вижда се сбъдваемостта в отделните точки и нейното намаляване от първия към третия ден.



Фигура 1. PC на синоптиците и модела ECMWF за $T_{\min}$ и $T_{\max}$ в отделните точки

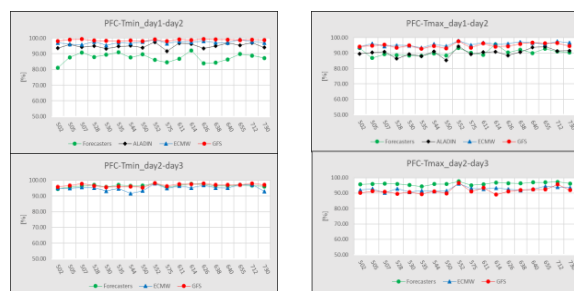
На фигура 2 е представена МЕ на прогнозата от синоптиците и от числените модели в отделните точки при $T_{\min}$ и $T_{\max}$. Виждат се големи стойности на МЕ при $T_{\min}$ в точка 502 (Видин), която при всички модели и за трите дни е около 2.5°C .



Фигура 2. МЕ на прогнозата от синоптиците и от числените модели за $T_{\min}$ и $T_{\max}$ в отделните точки

При средносрочните прогнози на синоптиците (за трети и втори ден) МЕ намалява до около 1.5°C , а при 24-часови прогнози намалението е до 0.5°C .

При процента на сходство (фиг. 3) се вижда висок процент – в прогнозите от числените модели е над 95%, само при $T_{\max}$ за ден 2 и 3 – малко по-нисък.



Фигура 3. PFC на прогнозите от синоптиците и от числените модели за $T_{\min}$ и $T_{\max}$ в отделните точки

При прогнозите от ден 2 и ден 3 от синоптиците PFC е видимо по-висок от този при ден 1 – ден 2. Причината е, че прогнозите от ден 2 и ден 3 много често се издават от един и същ синоптик, докато при ден 1 и ден 2 са винаги от различни експерти – краткосрочния и средносрочния синоптик.

Резултатите от средната (систематичната) грешка ще са много полезни за бъдещото коригиране на МЕ в работата на синоптиците и съответно подобряване на точността на издаваните от тях прогнози. Показано е високото съгласуване, последователност на прогнозите, издавани за една и съща дата.

Medium-range assessment of Tmin and Tmax by numerical weather models and forecasters in NIMH

H. Hristov*

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *medium-range assessment, forecast*

*email: hristo.hristov@meteo.bg

Introduction

An assessment has been conducted on the results of numerical models used in the operational practice at NIMH and the forecast of weather forecasters for minimum and maximum temperatures up to 72 hours ahead at 18 locations in Bulgaria during the period 2018–2020. The studied results come from the numerical models ALADIN-BG, IFS-ECMWF (Integrated Forecasting System – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), and GFS (Global Forecast System – NOAA).

A decrease in accuracy (percent correct) with each subsequent day has been demonstrated, both for meteorologists and numerical models. Systematic errors (ME) at the individual study points are presented to support future forecasts. Finally, a similarity percentage is examined, indicating the degree of agreement between different forecasts issued for the same date.

Methodology

The errors used in the study are: *MAE* (Mean Absolute Error), *ME* (Mean Error), *PC* (Percent Correct), and *PFC* (Percent Forecast Convergence). The errors *MAE*, *ME*, and *PC* are well-known and widely used. The percentage of similarity (*PFC*) is calculated by the formula:

$$PFC = \sum_{i=1}^n \begin{cases} \text{good, ако } (F_i - F_{i-1}) \leq 2^\circ\text{C} \\ \text{bad, ако } (F_i - F_{i-1}) > 2^\circ\text{C} \end{cases} 100\%$$

where F_i is the forecast for day i , and F_{i-1} is the forecast from the previous day.

Results and conclusions

Figure 1 shows the percentage of forecast accuracy for Tmin and Tmax by forecasters and ECMWF. The accuracy at individual locations is displayed, along with its decline from the first to the third day.

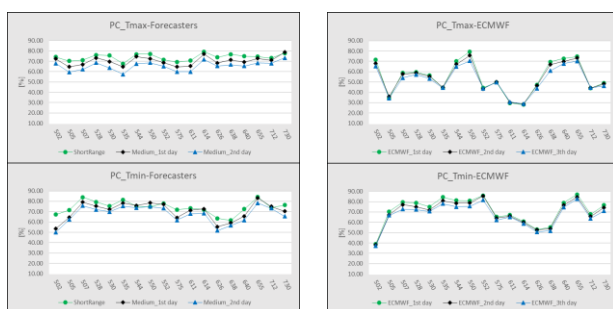


Figure 1. PC of the forecasters and the ECMWF model for Tmin and Tmax at the individual points

Figure 2 presents the ME of the forecast by forecasters and numerical models at individual locations for Tmin and Tmax. High ME values can be observed for Tmin at point 502 (Vidin), where for all models and across all three days, the error is approximately 2.5 °C.



Figure 2. ME of the forecast by forecasters and numerical models for Tmin and Tmax at individual locations

In medium-range forecasts by forecasters (for the 3rd and 2nd days), ME decreases to about 1.5 °C, while for 24-hour forecasts the reduction reaches 0.5 °C.

The forecast convergence (consistency) (Fig. 3) shows the high percentage, which in numerical models is over 95%, only in Tmax for day 2, 3 – slightly lower.

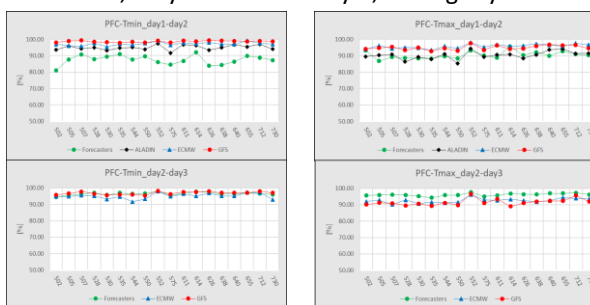


Figure 3. PFC of the forecast by forecasters and numerical models for Tmin and Tmax at individual locations

In the forecasts for days 2 and 3 by forecasters, PFC is noticeably higher than for days 1 to 2. The reason is that forecasts for days 2 and 3 are often issued by the same forecaster, whereas forecasts for days 1 and 2 are always prepared by different experts – the short-term and medium-range meteorologists.

The results of the mean (systematic) error will be highly useful for future ME corrections in meteorologists' work, ultimately improving the accuracy of their forecasts. A high level of agreement and consistency in forecasts issued for the same date has been demonstrated.

Честота на мълниите над Българското черноморско крайбрежие по райони за периода 2005–2015 г. според системата ZEUS за регистриране на мълнии

Д. Колева^{1*}, С. Петрова²

¹Филиал Варна, Национален институт по метеорология и хидрология

²Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Ключови думи: честота на мълниите, гръмотевични облаци, Българско черноморско крайбрежие

*email: dkoleva@meteo.bg

Въведение

Честотата на мълниите варира в зависимост от подложната повърхност, като годишната им честота над континентите е винаги по-висока, отколкото над океаните (Christian et al., 2003; Cecil et al., 2014). Въпреки това детайлни регионални изследвания показват, че в определени случаи и при специфични условия – като орографията на района, сезона и денонощния часови интервал – честотата на мълниите над морските зони може да надвиши тази над сушата (Petrova et al., 2024).

С развитието на мрежите за регистрация на мълниите в научната литература все по-често се говори за „климатология на гръмотевичните облаци“, което определя необходимостта от регионални изследвания. Настоящото изследване има за цел да определи разпределението на мълниите над съответните райони на Българското черноморско крайбрежие, условно наречени „Шабла“, „Варна“, „Слънчев бряг“ и „Приморско“. Тази задача е особено значима и поради спецификата на района, а именно, че крайбрежната ивица е преходна зона между сушата и морето и се характеризира и с ясно изразена дневна циркулация на вятъра.

Методология

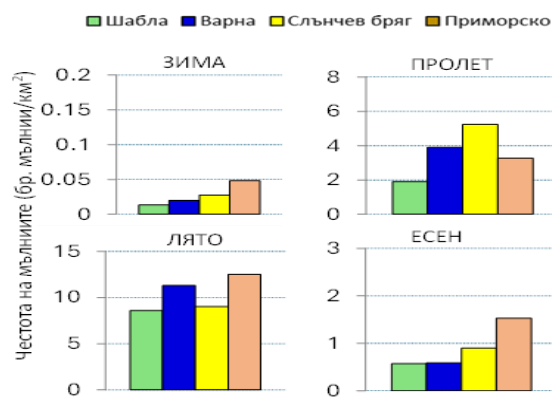
Използвана е информация за мълниите за 10-годишен период, март 2005 – февруари 2015 (предоставена от ZEUS мрежата, с център Националната обсерватория в Атина, Гърция). Ивицата на Българското Черноморие условно е разделена на четири еднакви по площ района: Шабла, Варна, Слънчев бряг и Приморско (табл. 1). Честотата на мълниите (брой мълнии/км²) е намерена, като общият брой мълнии за дадения интервал от време (годишен, сезонен, часови) се разделя на площта на съответната област.

Таблица 1. Географски координати на четирите района, на които условно е разделено Българското черноморско крайбрежие

Условно име на района	Координати на център на района с размери (0,5°x0,5°)	
Шабла	28.50° E	43.50° N
Варна	28.00° E	43.25° N
Слънчев бряг	27.75° E	42.75° N
Приморско	27.75° E	42.25° N

Резултати и изводи

Според годишната честота на мълниите за периода (март 2005 – февруари 2015) резултатите показват, че най-много мълнии са регистрирани в район „Приморско“, който се явява най-южната област от крайбрежието, следван от район „Варна“ и „Слънчев бряг“. С най-малка гръмотевична активност се откроява районът на „Шабла“ – най-северната област от Българското черноморско крайбрежие.



Фигура 1. Сезонна честота на мълниите (март 2005 – февруари 2015 г.) на „Шабла“, „Варна“, „Сл. бряг“ и „Приморско“

През зимата, лятото и есента най-много мълнии са регистрирани над най-южната част на Българското черноморско крайбрежие („Приморско“), като през летния сезон честотата на мълниите над район „Варна“ се доближава до тази над „Приморско“ (фиг. 1). Прави впечатление, че единствено през пролетта графиката показва различна тенденция, като водещ район по отношение на честотата на мълниите е „Слънчев бряг“, следван от „Варна“, „Приморско“ и накрая „Шабла“. Областта с най-ниска гръмотевична активност през всички сезони си остава район „Шабла“. Месечното разпределение на мълниите по райони разкрива максимуми в различни месеци: над „Слънчев бряг“ – през май, над „Приморско“ – през август, над „Шабла“ и „Варна“ – през юли.

Литература

- Cecil, D., Buechler, D., Blakeslee, R. (2014). *Atmos. Res.*, 136, 404–414.
- Christian, H., et al. (2003). *J. Geophys. Res.*, 108, 4005. <https://doi.org/10.1029/2002JD002347>.
- Petrova, S., Mitzeva, R., Kotroni, V., Peneva, E. (2024). *Atmos.*, 15(10), 1233. <https://doi.org/10.3390/atmos15101233>.

Lightning frequency over the Bulgarian Black Sea Coast by region for the period 2005–2015 according to the ZEUS lightning detection system

D. Koleva^{1*}, S. Petrova²

¹Branch Varna, National Institute of Meteorology and Hydrology

²Faculty of Physics, Sofia University “St. Kliment Ohridski”

Keywords: *lightning frequency, thunderstorm, Bulgarian Black Sea Coast*

*email: dkoleva@meteo.bg

Introduction

The frequency of lightning varies depending on the underlying surface, and the annual lightning frequency is higher over continents than over oceans (Christian et al., 2003; Cecil et al., 2014). However, detailed regional studies show that under certain conditions – such as the area's orography, season and time of day – the frequency of lightning over maritime areas can be higher than over land (Petrova et al., 2024).

With the progress of lightning detection networks, the scientific literature increasingly discusses the so-called “climatology of thunderstorms”. This highlights the need for regional studies. The objective of the study is to determine the distribution of lightning over the Bulgarian Black Sea coastal regions, conditionally named “Shabla”, “Varna”, “Sunny Beach”, and “Primorsko”. This objective is particularly significant due to the specific characteristics of the region, as the coastal zone is a transitional area between land and sea and is marked by a distinct diurnal wind circulation. It is characterized by a specific air circulation with a diurnal and nighttime cycle.

Methodology

Lightning data for a 10-year period (March 2005 – February 2015) are used (provided by the ZEUS network, based at the National Observatory in Athens, Greece). The Bulgarian Black Sea Coast was conditionally divided into four equal-area regions: Shabla, Varna, Sunny Beach, and Primorsko (Table 1). The lightning frequency (number of flashes/km²) is calculated by dividing the total number of lightning for a given time interval (annual, seasonal, hourly) by the area of the respective region.

Table 1. Geographical coordinates of the four areas conditionally dividing the Bulgarian Black Sea Coast

Name of the region	Coordinates of the center of the region with dimensions (0.5°×0.5°)	
Shabla	28.50° E	43.50° N
Varna	28.00° E	43.25° N
Sunny Beach	27.75° E	42.75° N
Primorsko	27.75° E	42.25° N

Results and conclusions

The annual lightning frequency for the period (March 2005 – February 2015) shows that the highest

lightning activity was recorded over “Primorsko”, the southernmost area of the coastal, followed by the “Varna” and “Sunny Beach” regions. The “Shabla” region, the northernmost area of the Bulgarian coastal, exhibited the lowest lightning frequency.

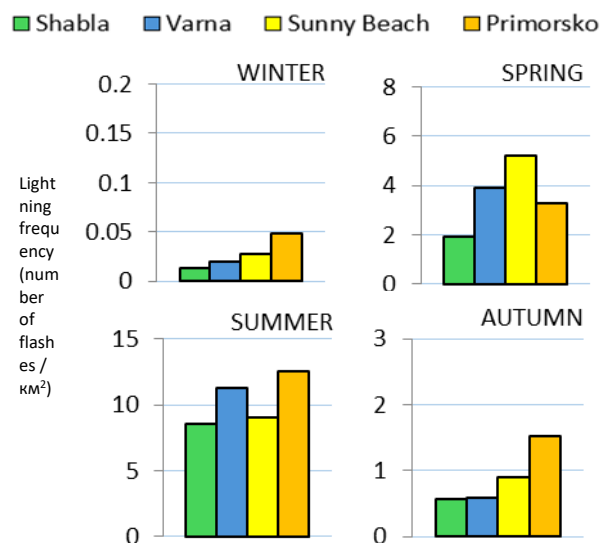


Figure 1. Seasonal lightning frequency (March 2005 – February 2015) in “Shabla”, “Varna”, “Sunny Beach”, and “Primorsko”

During the winter, summer, and autumn, the highest lightning activity was recorded over the southernmost part of the Bulgarian coast (“Primorsko”). In the summer, the lightning frequency over the “Varna” region closely approached that of “Primorsko” (Fig. 1). Notably, only in spring the trend differed, with “Sunny Beach” leading in lightning frequency, followed by “Varna”, “Primorsko”, and finally “Shabla”. Across all seasons, “Shabla” remained the region with the lowest thunderstorms. The monthly distribution of lightning by region revealed peaks in different months: in May over “Sunny Beach”, in August over “Primorsko” and in July over both “Shabla” and “Varna”.

References

- Cecil, D., Buechler, D., Blakeslee, R. (2014). *Atmos. Res.*, 136, 404–414.
- Christian, H., et al. (2003). *J. Geophys. Res.*, 108, 4005. <https://doi.org/10.1029/2002JD002347>.
- Petrova, S., Mitzeva, R., Kotroni, V., Peneva, E. (2024). *Atmos.*, 15(10), 1233. <https://doi.org/10.3390/atmos15101233>.

Опасни метеорологични явления в България през 2024 година

К. Стоев*, Б. Маркова, Р. Илиева, М. Попова

Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: опасни метеорологични явления, METEOALARM

*email: krasimir.stoev@meteo.bg

Въведение

Опасните метеорологични явления (ОМЯ) са екстремна проява на времето и климата. Прогнозирането на ОМЯ е важна задача пред краткосрочната прогноза за времето. В България Националният институт по метеорология и хидрология (НИМХ) е единственото оторизирано звено, което изготвя и изпраща специализирани прогнози към организации и държавни служби, отговарящи за защитата на населението при настъпване на ОМЯ. От 2001 г. НИМХ издава прогнози за ОМЯ (Stoycheva et al., 2013), а от края на 2009 г. тази дейност е част от европейската система METEOALARM (Popova et al., 2013). Прогнозите за ОМЯ за следващите 48 часа в 28-те административни области, а от септември 2022 г. и за 265-те общини в България се публикуват и обновяват непрекъснато на страницата на НИМХ (<https://weather.bg/obshtini/>). При издаването на предупреждения за ОМЯ оперативните специалисти в НИМХ разполагат с информация от числени модели за прогноза на времето (глобални и регионални), както и с редица иновативни продукти, разработвани от Европейския център за средносрочни прогнози (ECMWF), например прогностичен индекс за екстремно време (Extreme Forecast Index, EFI). EFI обобщава информацията от ансамблови числени прогнози и дава индикация за райони с потенциално опасни явления. Едновременно използване на EFI и на детерминистичните прогнози на регионалния числен модел ALADIN-BG позволява прецизиране и по-детайлно информироване за местоположението и интензивността на очакваните ОМЯ. Въпреки усъвършенстването на съвременните методи за прогноза на времето прогнозирането на ОМЯ остава предизвикателство при изготвяне на оперативната прогноза.

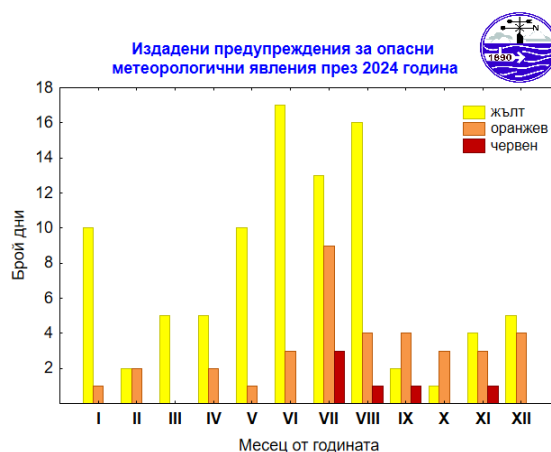
Методология

Използвани са данни от архива на НИМХ за издадени предупреждения за ОМЯ през 2024 г.

Резултати и изводи

През 2024 г. НИМХ издава предупреждения за ОМЯ по европейската система METEOALARM в 132 дни от годината (фиг. 1). За сравнение, през 2023 г. предупреждения имаше в 139 дни, през

2022 г. – в 99 дни. В 90 дни през 2024 г. са издадени предупреждения от първа степен (жълт код). В 36 дни предупрежденията са от втора степен (оранжев код), а в 6 дни от годината са издадени предупреждения от най-висока степен (червен код). Най-малко предупреждения са издадени през месеците февруари и октомври – в 4 дни. Най-много предупреждения са издадени през месец юли – 25 дни, като в 3 дни (16, 17 и 18.VII) предупреждението е от най-висока степен за горещо време. Предупреждения от най-висока степен на опасност са издадени в още 3 дни от годината: на 31.VIII и 1.IX за значителни валежи по Черноморието и на 22.XI за силен и поривист южен вятър – фьон, за областите Враца и Монтана.



Фигура 1. Издадени предупреждения през 2024 г.

Литература

- Popova, M., Stoycheva, A., Stoev, K., Hristov, H., Kirilova, A., Diakova, A., Etropolska, I. (2013). METEOALARM – warning system for expected dangerous meteorological phenomena in Bulgaria, in Proceedings of the Second National Congress of Physical Sciences, Sofia. Section: Physics of the Earth, Atmosphere and Space, vol. ISBN 978-954-580-333-8, Heron Press Ltd.
- Stoycheva, A., Popova, M., Kirilova, A., Stoev, K., Etropolska, I., Georgiev, H. (2013). Forecast of dangerous meteorological phenomena in NIMH-BAS, in Proceedings of the Second National Congress of Physical Sciences, Sofia. Section: Physics of the Earth, Atmosphere and Space, vol. ISBN 978-954-580-333-8, Heron Press Ltd.

Severe weather in Bulgaria in 2024

K. Stoev*, B. Markova, R. Ilieva, M. Popova

Department of Forecasts and Information Service, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *severe weather, METEOALARM**email: krasimir.stoev@meteo.bg**Introduction**

The severe weather is an extreme manifestation of the weather and the climate. Forecasting severe weather is an important task for the short range forecast. NIMH is the only authorized unit in Bulgaria to prepare and send special forecasts to organizations and government offices responsible for the civil protection when dangerous meteorological phenomena occur. NIMH issues forecasts for severe and extremely severe weather since 2001 (Stoycheva et al., 2013), and since the end of 2009 this activity is part of the european system METEOALARM (Popova et al., 2013). Severe weather forecasts for the next 48 hours in the 28 administrative districts, and since September 2022 for the 265 municipalities in Bulgaria as well, are published and continuously refreshed, and are available on the NIMH webpage (<https://weather.bg/obshtini>). Warnings are made by experts and based on numerical models information (global and regional) and on number of innovative products, developed in the ECMWF, such as Extreme Forecast Index (EFI). EFI summarizes the information from the ensemble numerical forecasts and indicates areas with potentially severe weather. Using at the same time both EFI and the deterministic forecasts of the regional numerical model ALADIN-BG allows more correct and detailed information about the location and the intensity of the severe weather expected. Despite the improvement and the refinement of the modern forecasting methods, forecasting of severe weather remains a challenge when making the operational forecast.

Methodology

Data used for issued severe weather warnings during the year 2024 are derived from the NIMH archive.

Results and conclusions

During the year 2024 NIMH issued severe weather warnings, according to the european System METEOALARM, in 132 days (Fig. 1). To compare, during the year 2023 there are 139 days with warnings, in 2022 – 99 days. In 2024, there are 90 days with first degree warnings (yellow code), 36 days with second degree warnings (orange code) and 6 days are with the highest degree of warnings (red code). Least warnings are issued in February

and in October – 4 days. Most warnings are issued in July – 25 days, and in 3 of them (16th, 17th and 18th of July) these are highest degree warnings for hot weather. The other three days with red code warnings are the 31st of August and the 1st of September for heavy rain for the Black Sea Coast and the 22nd of September for strong and gusty southerly wind – foehn, for Vratsa and Montana districts.

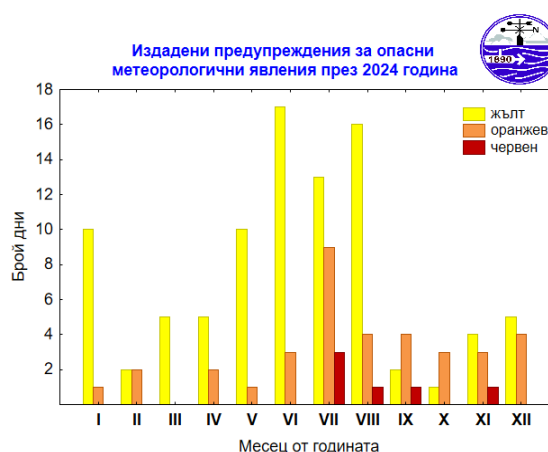


Figure 1. Severe weather warnings issued in 2024

References

- Popova, M., Stoycheva, A., Stoev, K., Hristov, H., Kirilova, A., Diakova, A., Etropolska, I. (2013). METEOALARM – warning system for expected dangerous meteorological phenomena in Bulgaria, in Proceedings of the Second National Congress of Physical Sciences, Sofia. Section: Physics of the Earth, Atmosphere and Space, vol. ISBN 978-954-580-333-8, Heron Press Ltd.
- Stoycheva, A., Popova, M., Kirilova, A., Stoev, K., Etropolska, I., Georgiev, H. (2013). Forecast of dangerous meteorological phenomena in NIMH-BAS, in Proceedings of the Second National Congress of Physical Sciences, Sofia. Section: Physics of the Earth, Atmosphere and Space, vol. ISBN 978-954-580-333-8, Heron Press Ltd.

Агрометеорологични условия – предизвикателства за агротехнологиите



**Agrometeorological
Conditions:
Challenges for
Agrotechnology**

Нисковъглеродни практики в селското и горското стопанство за смекчаване на причините за климатичните промени до 2030 година

Ж. Йорданов^{1*}, В. Казанджиев²

¹Национална асоциация „Зелена Земя“, с. Микрево, обл. Благоевград

²Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: климатични промени, агроекологични практики, кръгова икономика

*email: jordanovbg@gmail.com

Въведение

Разгледани са целите за осъществяване на интегрирани икономически ефективни и социално приемливи агроекологични практики за реализиране на основните приоритети в сектор земеделие в програмния период 2021–2027 г. Прилагането на интегрирани въглеродни практики допринася за намаляване на количеството парникови газове и постигане на целите на Европейския съюз (ЕС) в областта на климата до 2030 г. и на Регламент на ЕС за премахване на въглеродни емисии и сертифициране на въглеродно земеделие.

Методология

Прилагане на ефективни и екологично ефикасни нисковъглеродни практики за ресурсно оползотворяване на биоразградими отпадъци от селското и горското стопанство чрез карбонизиращи технически системи за производство на **biochar** за влагане в почвите за задържане и съхранение на извлечения от атмосферата CO₂ и за генериране на нисковъглеродна енергия. За постигане на посочената система от мерки е необходимо въвеждането на **BioCCS** (биологично измиване и дълготрайно задържане на въглерод в почвите).

Резултати и изводи

Разгледаните основни направления за прилагане на интегрирани нисковъглеродни практики ще доведат до съществени ползи в различни сектори на икономиката:

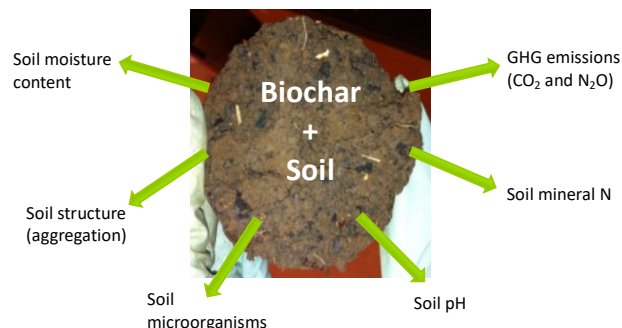
- оползотворяване на биоразградимите селскостопански отпадъци за рекарбонизиране на почвите;
- почистване на отпадни води за директно използване в селскостопански производства;
- производство на декарбонизирана енергия от селскостопански отпадъци;
- изграждане на структури за издаване на валидни въглеродни сертификати;
- разширяване на обсега на научните изследвания в световен мащаб и въвеждане на **BioCCS** практики в различни сектори на икономиката.

Според изследвания, проведени от Van Roijen, Miller & Davis (2025), прилагането на **biochar** в строителните материали ще доведе до извличане и задържане на над 16 милиарда тона CO₂ годишно за смекчаване на изменението на климата.

Един тон **biochar** изолира въглерод, който би генерирал 3.6 тона въглероден диоксид, ако бъде оставен да се разгради от естествени процеси.

Общата формула на жизнения цикъл отпадна биомаса – **biochar**, показва, че 1 тон биомаса се трансформира в около 1/3 тон **biochar** и 1 MWh топлинна енергия.

На фигура 1 е показано приложението на биологичен въглен (**biochar**) в почвите и ефектът от него.



Фигура 1. Ефект от прилагане на биологичен въглен в почвите

Резултати от прилагането на нисковъглеродни практики в земеделието за отглеждане на царевица и в горското стопанство при залесяване с въглероден джоб са представени на фигура 2.



Фигура 2. Прилагане на **BioCCS** практики в производството на водолюбиви земеделски култури, като царевицата, и при залесяване в лесовъзстановителни проекти с икономически ефективни дървесни видове

Литература

- Съвет на ЕС, съобщение за печата, 19.11.2024.
 EU. A new circular economy action plan, COM/2020/98 final.
 EU. Climate change – restoring sustainable carbon cycles, COM/2021/800.
 Van Roijen, E., Miller, S., Davis, S. (2025). Building materials could store more than 16 billion tonnes of CO₂ annually,
<https://doi.org/10.1126/science.adq8594>

Feasible low-carbon practices in agriculture and forestry to mitigate the causes of climate change up to 2030 year

Zh. Yordanov^{1*}, V. Kazandjiev²

¹National Association “Green Earth”, Mikrevo village, Blagoevgrad region

²Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *climate change, agroecological practices, circular economy*

*email: iordanovbg@gmail.com

Introduction

The objectives for implementing integrated economically efficient and socially acceptable agro-ecological practices to implement the main priorities in the agricultural sector in the programming period 2021–2027. The application of integrated carbon practices contributes to reducing the amount of greenhouse gases and achieving the European Union (EU) climate goals by 2030 and the EU Decarbonisation and Carbon Agriculture Certification Regulation.

Methodology

Implementation of effective and environmentally efficient low-carbon practices for resource utilization of biodegradable waste from agriculture and forestry through carbonization technical systems for the production of **biochar** for its incorporation into soils and for the retention and storage of CO₂ extracted from the atmosphere, and for the generation of low-carbon energy. To achieve the above system of measures, it is necessary to implement **BioCCS** (biological leaching and long-term retention of carbon in soils).

Results and conclusions

The considered main directions for the implementation of integrated low-carbon practices will lead to significant benefits in various sectors of the economy:

- Utilization of biodegradable agricultural waste for soil recarbonization;
- Wastewater treatment for direct use in agricultural production;
- Production of decarbonized energy from agricultural waste;
- Construction of structures for issuing valid carbon certificates;
- Expand the scope of scientific research worldwide and introduce **BioCCS** practices in various sectors of the economy.

According to studies conducted by Van Roijen, Miller & Davis (2025), the application of **biochar** in building materials will lead to the extraction and retention of over 16 billion tons of CO₂ per year for climate change mitigation.

One ton of **biochar** sequesters carbon that would otherwise generate 3.6 tons of carbon dioxide if left to decompose by natural processes.

The general formula for the biomass waste – **biochar** life cycle shows that 1 ton of biomass is transformed into about 1/3 ton of **biochar** and 1 MWh of thermal energy.

Figure 1 shows the application and the effect of this application of biological carbon (**biochar**).

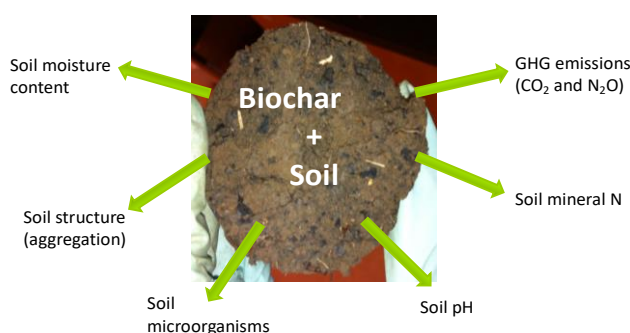


Figure 1. Effects of applying **biochar** to soil

Results of the application of low-carbon practices in corn farming and forestry in afforestation with a carbon pocket and by introducing low-carbon **BioCCS** technologies are presented in Figure 2.



Figure 2. Application of **BioCCS** practices in the production of water-loving agricultural crops, such as maize, and in afforestation in reforestation projects with economically efficient wood species

References

- Council of the EU, press release, 11/19/2024.
EU. A new circular economy action plan, COM/2020/98 final.
EU. Climate change – restoring sustainable carbon cycles, COM/2021/800.
Van Roijen, E., Miller, S., Davis, S. (2025). Building materials could store more than 16 billion tonnes of CO₂ annually, <https://doi.org/10.1126/science.adq8594>

Влияние на валежите през вегетацията върху продуктивността на царевица в района на Кнежа

Н. Петровска¹, В. Георгиева², Е. Василев^{1*}

¹Институт по царевицата – Кнежа, Селскостопанска академия

²Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *царевица, добив, валежи, евапотранспирация, баланс на атмосферната влага*

*email: vasilev_642@abv.bg

Въведение

Районът на Кнежа е традиционен производител на царевица за зърно при неполивни условия. Добивите варират в зависимост от хидротермичните условия. Локалните и регионалните промени в климатичните (Wang et al., 2018) и агроклиматичните условия (Charalampopoulos, 2021; Vâtca et al., 2021) показват повишаване на температурата на въздуха и абиотичния стрес през вегетационния сезон и липса на ясна тенденция на изменение при валежите, но с установена промяна в годишното разпределение.

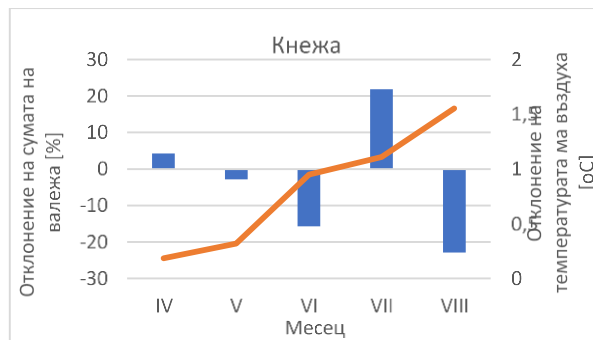
Целта на настоящото изследване е да се установи влиянието на три агрометеорологични индекса, характеризиращи условията на овлажнение, върху добивите от царевица за зърно от група 500 по ФАО.

Методология

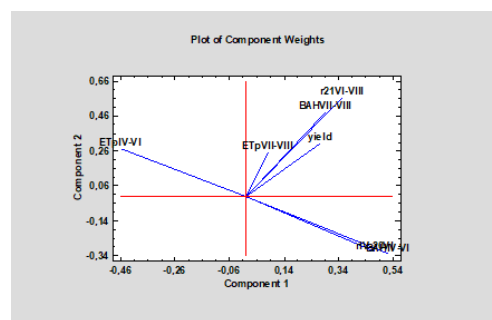
Направен е преглед на добивите на зърно от хибриди царевица от група на зрялост ФАО 500, отглеждани при еднаква технология в Кнежа. Агрометеорологичните условия за периода 1991–2020 г. са характеризирани чрез сумите на валежите, потенциалната евапотранспирация (ЕТр) и баланса на атмосферно овлажнение през периода на листообразуване и генеративния стадий, който при хибридите от група 500 по ФАО започва през последното десетдневие на юни.

Резултати и изводи

През последния 30-годишен период вегетационният период на царевицата – април-август, в района на Кнежа се характеризира с повишение на средните месечни температури на въздуха с повече от 1 °C от юни до август и значимо намаление на сумите на валежите през юни и август, съответно с 15 и 22% спрямо нормата, и увеличение през юли с 22% (фиг. 1). За оценка на влиянието на трите агрометеорологични индекса е приложен принципно компонентен анализ (фиг. 2.)



Фигура 1. Отклонения на средната месечна температура на въздуха и месечните суми на валежите през периода 1991–2020 г. спрямо периода 1961–1990 г.



Фигура 2. Оценка на главните компоненти

Анализът показва, че най-голямо влияние върху добивите от царевица за зърно от група 500 по ФАО имат сумата на валежа и баланса на атмосферно овлажнение през периода на генеративния стадий.

Литература

- Charalampopoulos, I. (2021). Agrometeorological Conditions and Agroclimatic Trends for the Maize and Wheat Crops in the Balkan Region. *Atmosphere*, 12, 671. <https://doi.org/10.3390/atmos12060671>.
- Vâtca, S. D., Stoian, V. A., Man, T. C., Horvath, C., Vidican, R., Gâdea, S., Vâtca, A., Rotaru, A., Vârban, R., Cristina, M., Stoian, V. (2021). Agrometeorological Requirements of Maize Crop Phenology for Sustainable Cropping – A Historical Review for Romania. *Sustainability*, 13, 7719.
- Wang, Y., Tao, H., Tian, B., Sheng, D., Xu, C., Zhou, H., Huang, Sh., Wang, Pu. (2018). Flowering dynamics, pollen, and pistil contribute to grain yield in response to high temperature during maize flowering. *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 158, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.11.007>.

Effect of growing season rainfall on maize productivity in the Knezha region

N. Petrovska¹, V. Georgieva², E. Vasilev^{1*}

¹Maize Research Institute – Knezha, Agricultural Academy

²Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *maize, yield, precipitation, evapotranspiration, atmospheric moisture balance*

*email: vasilev_642@abv.bg

Introduction

The Knezha region is a traditional producer of maize for grain under no irrigation conditions. Yields varied according to hydrothermal conditions. Both, local and regional changes in climatic (Wang et al., 2018) and agro-climatic conditions (Charalampopoulos, 2021; Vâtca et al., 2021) showed an increase in air temperature and abiotic stress during the growing season. There was any clear tendency of change in precipitation, but with an established change in annual distribution.

The objective of this study was to determine the effect of three agrometeorological indices characterizing wetting conditions on grain yields of maize FAO group 500.

Methodology

The paper reviews grain yields of maize hybrids of FAO 500 maturity group grown under the same technology in the Maize Research Institute – Knezha. Agrometeorological conditions for the period 1991–2020 were characterized by rainfall amount, potential evapotranspiration (ET_p) and balance of atmospheric humidity (BAO) during the leaf formation and generative stage, which started in the last ten days of June for the hybrids FAO 500 maturity group.

Results and conclusions

Over the last 30 years, the maize growing season – April–August, in the Knezha region has been characterized by an increase in average monthly air temperatures by more than 1 °C from June to August, a significant decrease in precipitation amounts in June and August, by 15 and 22% respectively, compared to the norm, and an increase in July by 22% (Fig. 1). Principal component analysis was applied to assess the impact of the three agrometeorological indices.

The analysis showed that the sum of rainfall and balance of atmospheric humidity during the generative stage has the greatest effect on grain yields of maize FAO group 500.

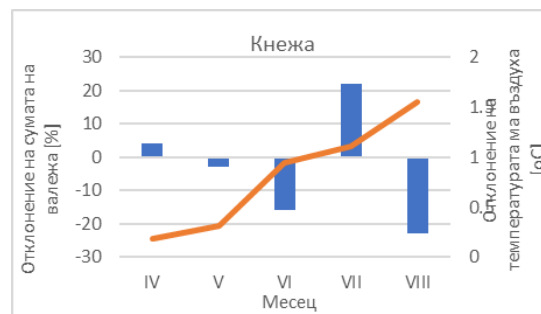


Figure 1. Deviations of monthly mean air temperature and monthly precipitation amounts during the period 1991–2020 compared to the period 1961–1990

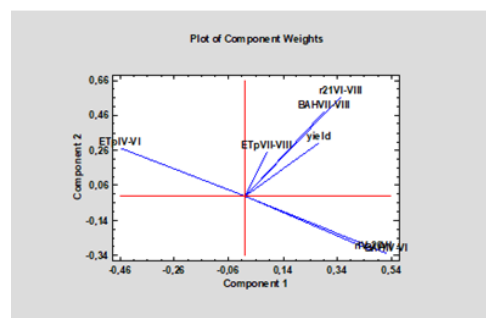


Figure 2. Evaluation of the main components

References

- Charalampopoulos, I. (2021). Agrometeorological Conditions and Agroclimatic Trends for the Maize and Wheat Crops in the Balkan Region. *Atmosphere*, 12, 671. <https://doi.org/10.3390/atmos12060671>.
- Vâtca, S. D., Stoian, V. A., Man, T. C., Horvath, C., Vidican, R., Gâdea, S., Vâtca, A., Rotaru, A., Vârban, R., Cristina, M., Stoian, V. (2021). Agrometeorological Requirements of Maize Crop Phenology for Sustainable Cropping – A Historical Review for Romania. *Sustainability*, 13, 7719.
- Wang, Y., Tao, H., Tian, B., Sheng, D., Xu, C., Zhou, H., Huang, Sh., Wang, Pu. (2018). Flowering dynamics, pollen, and pistil contribute to grain yield in response to high temperature during maize flowering. *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 158, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.11.007>.

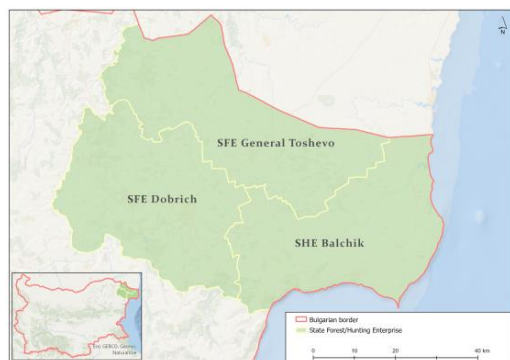
Здравословно състояние на полезащитните горски пояси в Североизточна БългарияГ. Георгиев^{1*}, М. Георгиева¹, Й. Додев¹, С. Белилов¹, В. Иванов¹, М. Кечев¹, П. Мирчев¹, Л. Георгиева²¹Институт за гората, Българска академия на науките²Геолого-географски факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“Ключови думи: *полезащитни горски пояси, съхнене, вредители, патогени**email: ggeorgiev.fri@gmail.com**Въведение**

През 50-те години на миналия век в Североизточна България е създадена система от полезащитни горски пояси (ПГП) върху 10695,5 ха за поддържане на почвената влага и защита от водна и ветрова ерозия, подобряване на микроклимата и повишаване на плодородието на земеделските земи. За залесяване са използвани различни дървесни видове (*Acer pseudoplatanus* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Fraxinus excelsior* L., *F. angustifolia* Vahl, *F. americana* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Quercus robur* L., *Q. cerris* L., *Q. rubra* L., *Ulmus minor* Mill. и др.).

От 2020 г. се наблюдават интензивни процеси на влошаване на състоянието и съхнене на дърветата в ПГП в Добруджа (Dodev et al., 2023). Целта на изследването е да се оцени здравословното състояние на дървесните видове в представителна извадка на ПГП в района.

Методология

Обект на проучване са три стопанства: Държавно ловно стопанство (ДЛС) Балчик, Държавно горско стопанство (ДГС) Генерал Тошево и ДГС Добрич с обща площ 7668,2 ха, което съставлява приблизително 72% от общата горска площ на ПГП в Добруджа (фиг. 1).



Фигура 1. Район на проучването

През 2023 г. е оценено здравословното състояние на 190 полезащитни горски пояса: 67 в ДЛС Балчик, 70 в ДГС Генерал Тошево и 53 в ДГС Добрич, с общ брой 8360 изследвани дървета.

Определянето на степента на обезлистване на короните и описанието на повредите по стъблата, клоните, листата и корените са извършени по методиката на ICP Forest (Eichhorn et al., 2020).

Резултати и изводи

С най-влошено здравословно състояние се характеризират полезащитните горски пояси с главен дървесен вид полски бряст (*Ulmus minor*), където 32,5–66,5% от дърветата са загинали, а останалите са силно обезлистени и увредени. Масовото съхнене е причинено от трахеомикозния гъбен патоген *Ohioetoma novo-ulmi* Brasier, чиито преносители са *Scolytus scolytus* и други ксилофаги.

Влошаване на здравословното състояние и съхнене в различна степен се наблюдава и при други дървесни видове: *Quercus rubra*, *Quercus frainetto*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus americana*, *Robinia pseudoacacia* и др.

Съхненето на *Quercus rubra* е причинено от ендифитния гъбен патоген *Biscogniauxia mediterranea* (De Notaris) Kuntze, който е установен за първи път по гостоприемника в Европа (Georgieva et al., 2024a).

Съхненето на ПГП от *Fraxinus* spp. е причинено от яйцеснасяне на пеещи цикади (Georgieva et al., 2024b). Степента на нападение е по-силна при *Fraxinus excelsior* и *F. americana*, отколкото при *F. angustifolia*.

В най-добро общо състояние са ПГП от *Gleditsia triacanthos*, които изпълняват отлично функциите си. Няма никаква обективна причина те да бъдат изсичани при възраст над 50 години, каквито са разпоредбите на нормативната уредба.

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект „Влошаване на здравословното състояние на полезащитни горски пояси в Североизточна България и възможности за подобряване и реконструкция“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“, № КП-06-Н-66/9 от 13.12.2022 г.

Литература

- Dodev, Y., Georgiev, G., Georgieva, M., Ivanov, V., Belilov, S., Madzhov, S., Georgieva, L. (2023). *Silva Balcanica*, 24(3), 17–26.
- Eichhorn, J. et al. (2020). Part IV: Visual assessment of crown condition and damaging agents. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany.
- Georgieva, M., Georgiev, G., Ivanov, V., Hristova, M. (2024a). *Historia naturalis bulgarica*, 46(10), 265–271.
- Georgieva, M. et al. (2024b), *Historia naturalis bulgarica*, 46(1), 11–19.

Health status of the field protective forest belts in Northeastern BulgariaG. Georgiev^{1*}, M. Georgieva², Y. Dodev¹, S. Belilov¹, V. Ivanov¹, M. Kechev¹, P. Mirchev¹, L. Georgieva²¹Forest Research Institute, Bulgarian Academy of Sciences²Faculty of Geology and Geography, Sofia University “St. Kliment Ohridski”Keywords: *field protective forest belts, drying, pests, pathogens**email: ggeorgiev.fri@gmail.com**Introduction**

In the 1950s, a system of field protective forest belts (FPFBs) was created in Northeastern Bulgaria on 10695.5 ha to maintain soil moisture, reduce wind speed and protect soil against wind erosion, improve the microclimate, and increase the fertility of agricultural lands. Various tree species were used for afforestation (*Acer pseudoplatanus* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Fraxinus excelsior* L., *F. angustifolia* Vahl, *F. americana* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Quercus robur* L., *Q. cerris* L., *Q. rubra* L., *Ulmus minor* Mill., etc.).

Intensive processes of deterioration and drying of trees in the FPFBs in Dobrudzha have been observed since 2020 (Dodev et al., 2023). The aim of the study is to assess the health status of different tree species in a representative FPFBs in the region.

Methodology

The study was carried out in three enterprises: State Hunting Enterprise (SHE) Balchik, State Forest Enterprise (SFE) General Toshevo and SFE Dobrich with a total area of 7668.2 ha, which is approximately 72% of the total forest area of the FPFBs in Dobrudzha (Fig. 1).

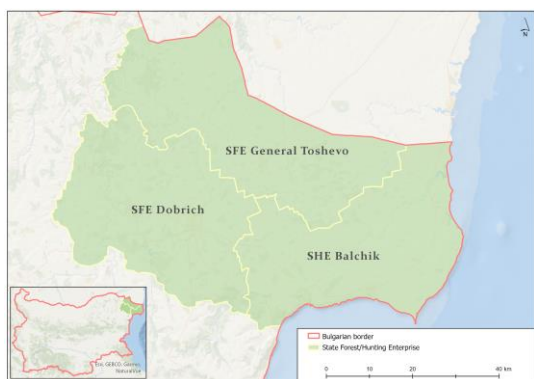


Figure 1. Study area

In 2023, the health status of 190 FPFBs was assessed: 67 in SHE Balchik, 70 in SFE General Toshevo and 53 in SFE Dobrich, with a total number of 8360 trees examined.

The determination of the degree of crown defoliation, description of damage to stems, branches, leaves and roots was carried out using the ICP Forest methodology (Eichhorn et al., 2020).

Results and conclusions

In worst health condition was the FPFBs of *Ulmus minor*, where 32.5–66.5% of the trees were died, and the rest were severely defoliated and damaged. The mass dieback was caused by the tracheomycosis fungal pathogen *Ohiostoma novo-ulmi* Brasier, whose vectors are *Scolytus scolytus* and other xylophagous insects.

Deterioration of health and drying were observed in other tree species: *Quercus rubra*, *Quercus frainetto*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus americana*, *Robinia pseudoacacia*, etc.

The drying of *Quercus rubra* was caused by the endophytic fungal pathogen *Biscogniauxia mediterranea* (De Notaris) Kuntze, which was first established on the host in Europe (Georgieva et al., 2024a).

The drying of FPFBs of *Fraxinus* spp. was caused by egg laying of singing cicadas (Georgieva et al., 2024b). The extent of attack was stronger in *Fraxinus excelsior* and *F. americana* than in *F. angustifolia*.

The *Gleditsia triacanthos* field protective forest belts are in the best overall condition and perform their protective functions perfectly. There is no objective reason for them to be cut down when they are over 50 years old, as is required by the regulations.

Acknowledgements: This work was supported by the National Science Fund (Contract No. KP-06-N66/9 of 13.12.2022) under the project “Deterioration of the health status of field protective forest belts in Northeastern Bulgaria and opportunities for improvement and reconstruction”.

References

- Dodev, Y., Georgiev, G., Georgieva, M., Ivanov, V., Belilov, S., Madzhov, S., Georgieva, L. (2023). *Silva Balcanica*, 24(3), 17–26.
- Eichhorn, J. et al. (2020). Part IV: Visual assessment of crown condition and damaging agents. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany.
- Georgieva, M., Georgiev, G., Ivanov, V., Hristova, M. (2024a). *Historia naturalis bulgarica*, 46(10), 265–271.
- Georgieva, M. et al. (2024b), *Historia naturalis bulgarica*, 46(1), 11–19.

Честота на типове повреди от абиотичен стрес при производството на пшеница в района на Добруджа

Г. Михова*, Д. Николова

Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево, Селскостопанска академия

Ключови думи: *зимна пшеница, климатични промени, адаптивен потенциал*

*email: gm_mihova@abv.bg

Въведение

Пшеницата е сред най-разпространените култури в света и има първостепенно значение за изхранване на нарастващото население на планетата. Ареалът ѝ е от приблизително 67° северна до 45° южна ширина, като включва и значителна надморска височина. Въпреки голямото разнообразие от форми, възникнали както под влияние на природни фактори, така и в резултат на целенасочена селекционна дейност, тя е с относително ниска екологична пластичност. Сектор земеделие е между най-засегнатите от промените на климата. Рисковете за постигане на ефективно производство нарастват, а последствията са трудно предвидими. Фактите са смущаващи, прогнозите – песимистични. В световен мащаб се съобщава, че средната температура на земята е с 1.4 °C по-висока. Никой не се съмнява в увеличената честота на екстремни климатични явления. Докладите показват затопляне, като за България то е най-характерно за зимните месеци и рано през пролетта. Наблюдават се тенденции за по-бързо повишаване на минималните температури, отколкото на максималните. Идентифицирани са увеличена честота на биотичен стрес, нарастване на процента на замърсени почви, загуби на биологично разнообразие. Това налага промени в селекционната концепция на всички култури, включително и на пшеницата, нови идеи и аргументирани решения.

Целта на доклада е да се представи честотата на типове повреди от абиотичен стрес при производството на пшеница в района на Добруджа.

Методология

Направен е обзор на рисковите метеорологични условия при производството на зимна обикновена пшеница и частично на ечемик в района на Добруджа. Изследването обхваща 2004–2024 реколтни години. Използвани са данни от метеорологичната клетка, локализирана на територията на ДЗИ – Генерал Тошево. Систематизирана е научна информация на колектива, участвал в разработване на конкретни задачи по съответните програми. Представени са данни от проучвания в рамките на селекционната градина и сортовете опити. Агротехническите мероприятия са съобразени с приетата за културата технология на отглеждане.

Резултати и изводи

Добрите агрономични практики предлагат съвременни иновативни технологии за редуциране на вредните въздействия на средата и многообразие от възможности за подобряване на ефективността на използваните ресурси. Отговорът на растителната селекция е увеличаване на продуктивността като комплексен показател – добив и ниво на структурните му компоненти, устойчивост на болести и неприятели, толерантност към абиотичен стрес, постигане на стабилно ниво на качествените показатели. Крайната цел са устойчиво производство, висока добавена стойност и по-малко вредно въздействие върху природата. През последното десетилетие изискванията на пазара и климатичните промени налагат преосмисляне на селекционните стратегии. Причините са в няколко насоки: все по-чести продължителни летни засушавания, свързани с некачествена предсеитбена подготовка на почвата; топъл есенно-зимен период (практически растенията не изпадат в покой); масово разпространение на неприятели, вектори на вирусни болести; благоприятни условия за презимуване на патогените; често наблюдавано прерастване на посевите; динамични температури и значителни амплитуди в края на есенно-зимния период; повреди от късни пролетни мразове; неблагоприятен воден режим през периода на наливане на зърното. Изпитването на внедрените в практиката нови сортове показва, че те се отличават с баланс между продуктивен потенциал и стабилност при неблагоприятни условия на отглеждане. За района на Добруджа с реализиран висок добив през последните пет години са сортовете „Индже“, „Драгана“, „Чудомира“, „Шибил“, „Корона“, „Божана“, „Боил“, „Рада“ и „Фани“. Голяма част от тях са от групата на средните с повишена сила пшеници, което показва благоприятно съчетание между качество и продуктивност. Пример за успешно нарушена негативна корелация между признаците са сортовете с отлични хлебопекарни качества „Лазарка“, „Мерилин“ и „Пчелина“, които са от групата на силните пшеници.

Frequency and types of damage caused by abiotic stress to wheat production in the region of Dobrudzha

G. Mihova*, D. Nikolova

Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo, Agricultural Academy

Keywords: *winter wheat, climate change, adaptive potential*

*email: gm_mihova@abv.bg

Introductions

Wheat is among the most widespread crops worldwide and is of primary importance as food for the increasing global population. Its areal is from approximately 67° Northern to 45° Southern latitude, including significant altitudes. In spite of the rich variety of forms, which have occurred under the influence of natural factors and as a result from purposeful human activity, this crop has a relatively low ecological plasticity. The agricultural sector is among those most affected by climate change. There are higher risks to efficient production, and the consequences are hard to predict. The facts are disturbing, the prognosis – pessimistic. It is being reported worldwide that the average temperature on Earth increased with 1.4 °C. No one is questioning the higher frequency of the extreme climate phenomena. The reports indicate climate warming; in Bulgaria it is most evident during the winter months and early in spring. Tendencies are observed toward faster increase of the minimum temperatures, as compared to the maximum ones. Increased frequency of biotic stress, higher percent of polluted soils, loss of genetic diversity have all been identified. This requires changes in the breeding concept of all crops, including wheat, new ideas and well-supported solutions.

The aim of this report is to present the frequency and types of damage caused by abiotic stress to wheat production in the region of Dobrudzha, Bulgaria.

Methodology

A review has been made of the risky meteorological conditions in the production of common winter wheat and partially of barley in the region of Dobrudzha. The investigation encompassed harvest years 2004–2024. Data from the meteorological station on the territory of Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo, was used. Research data collected by the team who worked on specific tasks in the respective breeding programs, was summarized. The data presented are from studies carried out in the breeding nursery and in the varietal trials. The agronomy practices were in accordance with the technology of growing applied in this region.

Results and conclusions

The good agronomy practices offer modern innovative technologies for reduction of the harmful effects of the environment and a rich variety of opportunities to improve the efficiency of the used resources. The response of plant breeding is the increase of productivity as a complex parameter – yield and level of its structural components, resistance to diseases and pests, tolerance to abiotic stress, achieving a stable level of the qualitative parameters. The final goal is sustainable production, high added value and lower harmful effect on nature. In the past decade, the market requirements and the climate changes impose the need to reconsider our breeding strategies. The considerations point to several directions: increasingly frequent long summer droughts related to low-quality pre-sowing soil preparation; warm autumn and winter (in practice the plants do not enter dormant stage); mass occurrence of pests, vectors of viral diseases; favorable conditions for overwintering of the pathogens; frequent elongation of the plants in the crop; dynamic temperatures and considerable amplitudes at the end of the autumn and winter period; damages due to late spring frosts; unfavorable water regime during grain filling stage. The testing of the cultivars introduced in practice showed a balance between productivity potential and stability under unfavorable conditions of growing. In the region of Dobrudzha, cultivars “Indzhe”, “Dragana”, “Chudomira”, “Shibil”, “Korona”, “Bozhana”, “Boil”, “Rada” and “Fani” realized high yields during the last five years. A great part of them belong to the group of medium wheats of increased strength, demonstrating a favorable combination of quality with productivity. An example of a successfully broken negative correlation between the traits are the cultivars with excellent baking properties “Lazarka”, “Merilin” and “Pchelina”, which belong to the group of strong wheats.

Защита на земеделски земи от наводнения край река Дунав

С. Красев*

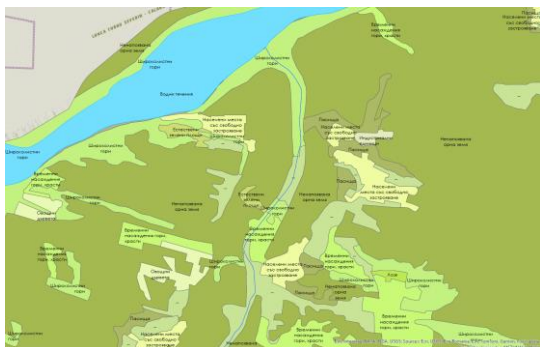
Департамент „Прогнози и информационно обслужване“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *наводнения, земеделски земи**email: stanislav.krsev@meteo.bg**Въведение**

Земеделските земи в крайдунавските райони са особено уязвими от наводнения. Това се дължи на формираните високи вълни по течението на река Дунав и на повърхностния отток, формиращ се от околните скатове. Точната хидрологична оценка е от ключово значение при разбирането на динамиката на оттока, възможността за прогнозиране на наводнения и предприемането на навременни превантивни мерки.

Методология

Целта на настоящата работа е изследване на заплахата от наводнение за земеделски земи в средната част на Дунавската равнина, около устието на река Искър, и обосноваване на мерки за защитата им. Направена е хидрологична оценка, която включва анализ на валежите, моделиране на повърхностния отток и информация за нивата на река Дунав. В ГИС среда е представено разпределението на класовете на земното покритие в района (фиг. 1). С обработка на пространствена информация за земеползването в ГИС среда са определени уязвимите земеделски зони (фиг. 2) (ICPDR, 2013).

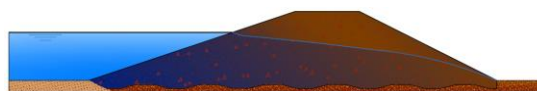


Фигура 1. Карта на земеползването CORINE LC2018

Фигура 2. Заливаеми площи при наводнение с период на повторение $T = 100$ години**Резултати и изводи**

На база на хидрологичния анализ и моделиране могат да се обосноват мерки за защита на земеделските земи в две направления:

- Структурни мерки (Радев, 1981)
 - изграждане на диги с цел предпазване от високите води на река Дунав (фиг. 3)



Фигура 3. Филтрация през дигата

- оразмеряване и изграждане на поясен канал за отвеждане на скатните води (фиг. 4)
- залесяване на скатове с цел намаляване на скоростта на повърхностния отток и предотвратяване на ерозия (фиг. 4)



Фигура 4. Предпазване на скатите

- Неструктурни мерки
 - изграждане на система за ранни предупреждения за наводнения
 - инсталиране на система от автоматични станции и сензори за проследяване на температура, валеж и състояние на почвата в реално време.

Чрез интегриране на структурни и неструктурни мерки за защита, устойчиво земеделие и усъвършенстван мониторинг земеделските земи в близост до река Дунав могат да бъдат защитени както от наводнения, така и от оттичане от околните склонове. Това ще допринесе за ефективно използване на земята и прилагане на програми за стимулиране на устойчиво земеделие.

Литература

Радев, Н. (1981). Отводнителни системи и корекции на реки. София: Техника. 380 с. с черт.

ICPDR (2013). Danube FloodRisk Project: <http://www.icpdr.org/main/activities-projects/danube-floodrisk-project>

Flood protection for agricultural lands along the Danube River

S. Krasev*

Department of Forecasts and Information Service, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *floods, agricultural lands*

*email: stanislav.krasev@meteo.bg

Introduction

The agricultural lands in the regions along the Danube River are especially at risk from flooding. This is due to high waters along the river or from the runoff accumulated from surrounding slopes. The precise hydrological assessment is of key importance in understanding the dynamics of the flow, the possibility of predicting floods and taking prompt preventive measures.

Methodology

The aim of the present work is to study the threat of flooding for agricultural lands in the central part of the Danube Plain, around the outlet of the Iskar River, and to substantiate measures for their protection. A hydrological evaluation has been carried out which consists of analysis of the precipitation, surface runoff modelling and information for the water levels of the Danube River. The distribution of land cover classes in the area is presented in a GIS environment (Fig. 1). With the processing of spatial information on land use in a GIS environment, the vulnerable agricultural zones have been identified (Fig. 2) (ICPDR, 2013).

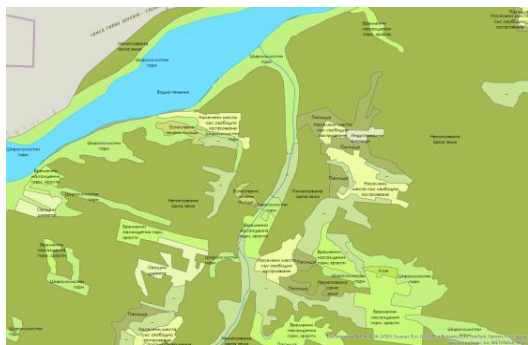


Figure 1. Map of land use CORINE LC2018



Figure 2. Flood-prone areas
with a recurrence interval of $T = 100$ years

Results and conclusions

Two types of measures for the protection of agricultural lands can be justified based on hydrological analysis and modeling:

- Structural measures (Radev, 1981)
 - Construction of defense dikes to protect from the high water levels of the Danube River (Fig. 3)

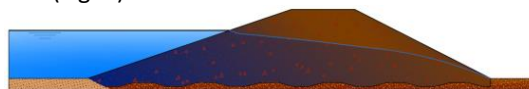


Figure 3. Filtration through the dike

- Design and construction of a drainage channel for diverting slope surface runoff (Fig. 4)
- Aforestation of the slopes to reduce the surface runoff speed and prevent erosion (Fig. 4)



Figure 4. Protection of the slopes

- Non-structural measures
 - Set up an early warning system for floods
 - Setting up a system with automated stations and sensors for monitoring soil conditions, air temperature, and precipitation in real time.

With the integration of structural and non-structural measures for protection, sustainable agriculture and advanced monitoring, the agricultural lands along the Danube River can be protected both from flooding and from runoff from the surrounding slopes. This will support the effective use of land and the implementation of programs for promoting sustainable agriculture.

References

- Radev, N. (1981). Drainage systems and corrections of rivers. Sofia: Technology. 380 p. with a dr.
- ICPDR (2013). Danube FloodRisk Project: <http://www.icpdr.org/main/activities-projects/danube-floodrisk-project>

Закаляване и студоустойчивост на зимна обикновена пшеница в условия на климатични промени

Д. Николова^{1*}, Г. Михова¹, Т. Петрова¹, С. Рачев²

¹Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево, Селскостопанска академия

²ХМО Добрич, Национален институт по метеорология и хидрология – филиал Варна

Ключови думи: зимна пшеница, закаляване, студоустойчивост

*email: didilak@abv.bg

Въведение

Устойчивостта на зимните житни култури към ниски температури се променя по време на зимния период като следствие от сложни взаимодействия между растенията и различните фактори на околната среда (Bergjorda et al., 2008). Тенденцията за повишаване на температурите води до увеличаване на продължителността на безмразния период и скъсяване на периода с температури под 0 °C (Казанджиев и др., 2011). Чести резки застудявания и нестабилност на температурния режим през зимните месеци влошават условията за презимуване на растенията (Sadykov et al., 2021).

Методология

Изследването обхваща периода 2003–2024 г. Опитът включва сортове пшеница от стандартна скала, притежаващи познати нива на студоустойчивост. Растенията са отглеждани във вегетационни съдове при естествени условия на открито. В периода на най-висока студоустойчивост са замразявани в камери. Анализирани са условията за закаляване през есенно-зимните месеци и температурите на замразяване, при които се достига добро диференциране между сортовете. Границите на оцеляване на всеки сорт, определящи температурата на замразяване като добре диференцираща, са посочени в таблица 1.

Таблица 1. Граници на живи растения за сортове стандарти (%)

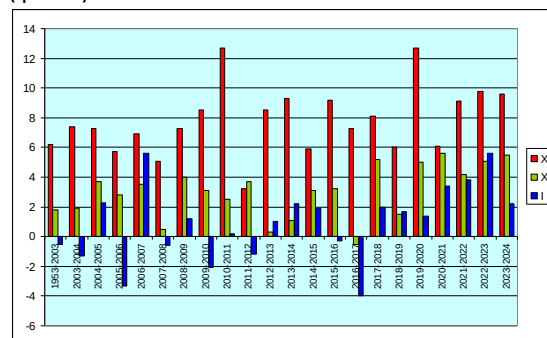
Стандарт	% живи растения
Мироновская 808	75–100
Безостая 1	55–80
№ 301	35–60
Русалка	15–40
San Pastore	0–20

За проследяване на изменението в нивото на устойчивост за всяка година са извършвани 4 изпитвания през 10–15 дни.

Резултати и изводи

За месеците ноември, декември и януари са регистрирани повишени средномесечни температури спрямо средното за многогодишни данни (1953–2003). Най-драстични са отклоненията от 2019 до 2024 г., когато са

отчетени до +3,8 °C повишена средномесечна температура за декември и до +6,1 °C за януари (фиг. 1).



Фигура 1. Средномесечна температура за месеците ноември, декември и януари по години

Най-ниските температури на изпитване (-22 °C), водещи до добро диференциране на сортовете стандарти, са приложени през 2016–2017 г. (табл. 2). За периода 2020–2024 г. са приложени най-високите диференциращи температури от -11 до -16 °C.

Таблица 2. Диференциращи температури (T1, T2, T3, T4), средно, минимум и максимум за 21 г.

	T1	T2	T3	T4	ср. T
Средно	-16,2	-16,7	-16,6	-15,9	-16,3
Мин	-22,0	-22,0	-22,0	-20,0	-20,3
Макс	-11,0	-13,0	-11,0	-11,0	-13,3

В голяма част от анализираниите години се наблюдават динамични условия през зимния период и вариращо ниво на устойчивост. Периодът 2020–2024 г. се характеризира с намален брой на дните с минимални температури под 0 °C и увеличен брой на дните с максимални температури над 10 и над 15 °C. Това обуславя по-слаба степен на закаляване, ниско ниво на устойчивост и нестабилност на признака през зимния сезон.

Литература

- Казанджиев, В., Георгиева, В., Жолева, Д., Ценов, Н., Руменина, Е., Филчев, Л., Димитров, П., Желев, Г. (2011). Изследвания на полски култури, VII-2.
- Bergjorda, A., Bonesmoa, H., Skjelv, A. (2008). *Europ. J. Agronomy*, 28, 321–330.
- Sadykov, E., Bekbanov, B., Kosbergenova, M., Aimuratova, R. (2021). *The Am. J. of Agr. and B. Eng.*, 5, 554, 1–10.

Hardening and frost resistance of winter common wheat in climate change conditions

D. Nikolaova^{1*}, G. Mihova¹, T. Petrova¹, S. Rachev²

¹Dobrudzha Agricultural institute – General Toshevo, Agricultural Academy

²Hydrometeorological Observatory Dobrich, National Institute of Meteorology and Hydrology – Branch Varna

Key words: *winter wheat, hardening, frost resistance*

*email: didilak@abv.bg

Introduction

The resistance of winter cereals to low temperatures changes during the winter period as a consequence of complex interactions between plants and various environmental factors (Bergjorda et al., 2008). The trend for increasing the temperatures leads to a longer frost-free period and decreasing of the period with temperatures below 0 °C (Kazandzhiev et al., 2011). Frequent sudden cold snaps and temperature instability during the winter months worsen the conditions for overwintering of the plants (Sadykov et al., 2021).

Methodology

The investigation covers the period 2003–2024. The study includes varieties from the standard scale with known levels of frost resistance. The plants were grown in vegetation pots under natural outdoor conditions. During the period with the highest frost resistance, they were frozen in chambers. The conditions for hardening during the autumn-winter months and the freezing temperatures at which good differentiation between the varieties is achieved, were analyzed. The survival limits of each variety, determining the freezing temperature as well differentiating, are shown in Table 1.

Table 1. Survival limits for each standard (%)

Standard	% live plants
Mironovskaya 808	75–100
Bezostaya 1	55–80
№ 301	35–60
Rusalka	15–40
San Pastore	0–20

To follow the level of frost resistance variability for each year, 4 tests were performed in every 10–15 days.

Results and conclusions

For the months of November, December and January were registered higher monthly mean temperatures, compared to the average for multi-year data (1953–2003). The most drastic deviations are from 2019 to 2024, when an increased monthly mean temperature to +3.8 °C was recorded for December and to +6.1 °C for January (Fig. 1).

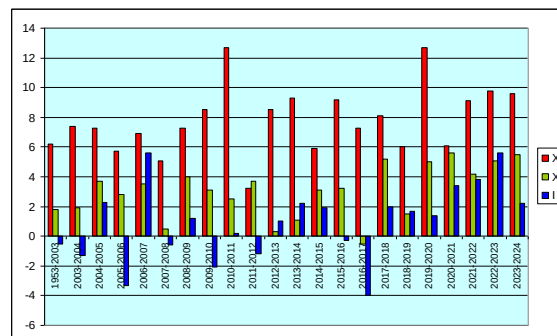


Figure 1. Monthly mean temperature for months of November, December and January, by years

The lowest test temperature (-22 °C) leading to good differentiation of standard varieties were applied in 2016–2017 (Table 2). About the period 2020–2024 were applied the highest differentiating temperatures from -11 to -16 °C.

Table 2. Differentiating temperatures (T1, T2, T3, T4), mean, minimum and maximum for 21 years

	T1	T2	T3	T4	m. T
Mean	-16,2	-16,7	-16,6	-15,9	-16,3
Min	-22,0	-22,0	-22,0	-20,0	-20,3
Max	-11,0	-13,0	-11,0	-11,0	-13,3

In most of the analyzed years dynamic conditions during the winter period and varying level of frost resistance were observed. The period 2020–2024 is characterized by a reduced number of days with minimum temperatures below 0 °C and increased number of days with maximum temperatures above 10 and above 15 °C. This causes a lower degree of hardening, a low level of frost resistance and instability of trait during the winter season.

References

- Bergjorda, A., Bonesmoa, H., Skjelv, A. (2008). *Europ. J. Agronomy*, 28, 321–330.
- Kazandzhiev, V., Georgieva, V., Zholeva, D., Tsenov, N., Rumenina, E., Filchev, L., Dimitrov, P., Zhelev, G. (2011). *Field crop studies*, VII-2.
- Sadykov, E., Bekbanov, B., Kosbergenova, M., Aimuratova, R. (2021). *The Am. J. of Agr. and B. Eng.*, 5, 554, 1–10.

Подобряване на цифровизацията и валоризацията на растителното разнообразие в България и Словакия

Н. Велчева^{1*}, А. Стоянова-Дойчева², Л. Мендел³, Ц. Стоилова¹, С. Петрова¹, П. Малинов², С. Маданска²,
И. Чичова³, Е. Зетохова³, Р. Хауптвогел³, М. Варга³, П. Чилик³

¹Институт по растителни генетични ресурси „Константин Малков“ – Садово, Селскостопанска академия

²Катедра „Компютърни системи“, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

³Национален център по земеделие и храни, Институт по растениевъдство, Пиещани, Словакия

Ключови думи: *растителни генетични ресурси, генбанки, EURISCO, климатични промени*

*email: nikolaya_velcheva@abv.bg

Въведение

Растителното разнообразие е от съществено значение за продоволствената сигурност, устойчивото земеделие и опазването на околната среда. Международните документи, засягащи генетичните ресурси, подчертават необходимостта от тяхното опазване за настоящите и бъдещите поколения, както и гарантират достъп до тяхното разнообразие. През последните десетилетия все повече стари и традиционни сортове са заменени от нови интензивни сортове. Холистичният подход за опазване на биоразнообразието чрез използване на *in situ/on farm* и *ex situ* съхранение е изследователски приоритет (Muluneh, 2021). Сътрудничеството между генбанките е решаващо за осигуряване на глобалното опазване и устойчиво използване на генетичните ресурси в рамките на поддържане на оперативна съвместимост в европейското изследователско пространство. Зелената сделка насърчава екологичните практики, които имат положително въздействие върху опазването на биоресурсите и повишават устойчивостта на агросистемите в условията на климатични промени.

Целта на изследването е да се подобрят дигитализацията и видимостта на генбанките в България и Словакия чрез обмен на опит и установяване на съвместен изследователски план на основа на общата мисия за съхранение и използване на растителното разнообразие. Хипотезата е, че това помага за валоризация чрез подобрен достъп до местния генофонд за посрещане на климатичните предизвикателства и нуждите на фермерите.

Методология

Чрез споделяне на добри практики в областта на документацията, събиране на нови образци чрез експедиции и обмен на семена чрез Споразумение за трансфер се разширява разнообразието в националните колекции, следвайки приоритетите на Стратегията за биоразнообразието 2030 на ЕС. Интердисциплинарният подход интегрира аграрните науки и интелигентните технологии, което улеснява модернизацията на информационните системи и практическото им използване. Цифровизацията подобрява качеството на управлението на данни чрез каталогизиране на

местните генетични ресурси в съответствие с FAO/Bioversity (2017) и Протокола от Нагоя, който подчертава значението на достъпа до генбанките.

Резултати и изводи

Разработени са бази данни и уеб инструменти за отворен достъп до генофонда и справедливо споделяне на ползите от използването му съгласно Международния договор за растителни генетични ресурси за прехрана и земеделие. Колекциите на българската и на словашката генбанка са публикувани със свободен достъп в Европейския каталог EURISCO. Те са дублирани в глобалното семехранилище в Свалбард. Проучването има въздействие извън академичните среди, тъй като допринася за устойчивото и разнообразно производство на храни чрез валоризация на традиционни сортове, улеснява повторното им въвеждане в домашните градини и стопанства. Дивите родственици се опазват в планинските райони в съответствие с националните програми в България и Словакия. Постигнатите резултати доказват хипотезата и намират приложение в цялостния подход за опазване на природата, повишаване на устойчивостта на културите в динамичните условия на околната среда и гарантират производството на чиста и висококачествена храна.

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект DIGIVALPGR „Дигитализация и валоризация на местните растителни генетични ресурси в България и Словакия в рамките на поддържане на съответствие и оперативна съвместимост в европейското пространство“ на ФНИ, Договор КП-06-Словакия/9/13.08.2024, и на Словашката агенция за научни изследвания и развитие, Договор SK-BG-23-0005/17.09.2024.

Литература

- FAO/Bioversity (2017). Multi-Crop Passport Descriptors. Rome, Italy. Available online: https://www.ecpgr.cgiar.org/fileadmin/templates/ecpgr.org/upload/EURISCO/EURISCO_MCPD2_descriptors_updated_November_2017.pdf
- Muluneh, M. G. (2021). Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective – a review article. *Agriculture & Food Security*, 10(1), 1-25: <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00318-5>

Improve digitalization and valorization of plant diversity in Bulgaria and Slovakia

N. Velcheva^{1*}, A. Stoyanova-Doycheva², L. Mendel³, T. Stoilova¹, S. Petrova¹, P. Malinov², S. Madanska², I. Čičová³,
E. Zetochová³, R. Hauptvogel³, M. Varga³, P. Cilík³

¹Institute of Plant Genetic Resources “Konstantin Malkov” – Sadovo, Agricultural Academy

²Department of Computer Systems, Plovdiv University “Paisii Hilendarski”

³National Agricultural and Food Centre, Research Institute of Plant Production, Piešťany, Slovak Republic

Keywords: *plant genetic resources, genebanks, EURISCO, climate change*

*email: nikolaya_velcheva@abv.bg

Introduction

Plant diversity is essential for food security, sustainable agriculture, and environmental protection. Almost all the relevant documents on genetic resources, adopted by international bodies, underline the need of crop conservation, not only for this generation, but most of all, for the future of humanity, and guarantee open access to its diversity. In recent decades, more and more old and traditional landraces have been replaced by new and modern varieties. Under these circumstances, a holistic approach to biodiversity conservation by using two strategies: *in situ/on farm* and *ex situ* preservation represents a research priority (Muluneh, 2021). International collaboration between genebanks has become crucial in ensuring the global conservation and sustainable use of genetic resources to maintain compatibility and interoperability in the European area. The Green Deal promotes ecological practices that positively impact the protection of bioresources and support agricultural systems in the climate change.

The applied purpose of the study is to improve digitalization and visibility in the National genebanks of Bulgaria and Slovakia due qualitative exchange of experience and establishing joint research plan based on their long-standing mission of storage and use of plant diversity. The hypothesis is that it helps valorization through better access to the local plant gene pool for meeting climate challenges and farmers' needs.

Methodology

By sharing good practices in the field of genebank documentation, collecting valuable data and new accessions through expeditions and germplasm exchange using Standard Material Transfer Agreement, the study increases the diversity of the National collections following the priorities of EU Biodiversity Strategy 2030. The interdisciplinary approach integrates agricultural sciences and intelligent technologies, that facilitate the modernization of information systems and supports the practical use of the achievements. In the era of digitalization, this improves the quality of data management and sharing new knowledge through local plant genetic resources cataloguing in accordance with FAO/Bioversity (2017) and addressing the Nagoya Protocol, which emphasizes the importance of public awareness to the conserved collections in the genebank.

Results and conclusions

Results include the development of optimised databases and web-based tools for public open access to the gene pool and equitable sharing of benefits from the use of genetic resources under the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. The Bulgarian and Slovakian genebank collections are published with free open access in the European catalogue EURISCO (<http://eurisco.ecpgr.org>). They are presented with valuable seed duplicates amount in the Svalbard Global Seed Vault. The study has an impact beyond academia, as it contributes to sustainable and diverse food production through valorization of traditional, regional and old varieties facilitating their reintroduction into home gardens and farms. It corresponds to landraces and crop wild relatives preservation through inventoring the diversity and exploring the environmental conditions in rural and mountain areas in line with the National conservation programs of Bulgaria and Slovakia. The achieved solutions prove the hypothesis and find their application in the overall process of preserving biodiversity and nature, increasing the resilience of crops in dynamic environmental conditions, and guaranteeing the production of clean and high-quality food.

Acknowledgements: The study is supported by project DIGIVALPGR “Digitalization and valorization of local plant genetic resources in Bulgaria and Slovakia in the framework of maintaining compatibility and interoperability in the European area” of National Science Fund, Contract KP-06-Slovakia/9/13.08.2024, and Slovak Research and Development Agency, Contract SK-BG-23-0005/17.09.2024.

References

- FAO/Bioversity (2017). Multi-Crop Passport Descriptors. Rome, Italy. Available online: https://www.ecpgr.cgiar.org/fileadmin/templates/ecpgr.org/upload/EURISCO/EURISCO_MCPD2_descriptors_updated_November_2017.pdf
- Muluneh, M. G. (2021). Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective – a review article. *Agriculture & Food Security*, 10(1), 1-25. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00318-5>

Определяне на изискванията за охлаждане през периода на дълбок покой за отглеждане на череша (*Prunus avium* L.) в България

П. Малашева*, В. Георгиева, В. Казанджиев

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: череша, период на покой, студови единици, изисквания за охлаждане

*email: Petia.Sredkova@meteo.bg

Въведение

През периода на дълбок зимен покой овощните видове изискват специфично за вида и сорта време с температури под биологичния минимум (Chilling requirements, CR). Потребността от студ се изразява със сумата от часовете на зимните температури със стойност от 1 до 7 °C.

Методология

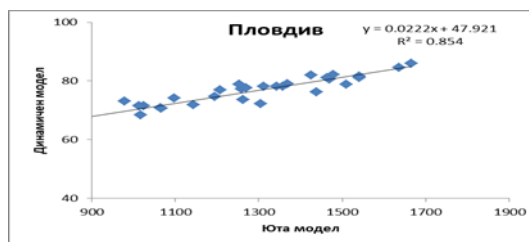
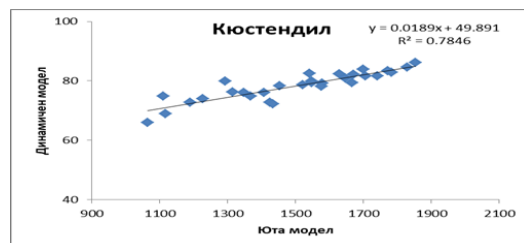
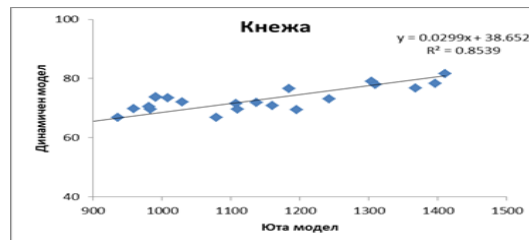
Метеорологичните и фенологичните данни за това изследване са взети от агрометеорологичния архив на Националния институт по хидрология и метеорология (НИМХ), базата данни на НИМХ и базата от данни ERA5-Land. Използвани са средни дневни и часови стойности на температурата за периода от 1991 до 2021 г. За измерване и оценка на акумулираните CR при череша са използвани два модела: *Utah model* (Юта модел) и *Dynamic model* (Динамичен модел). При Юта модел методът се изразява в количествено акумулиране на студови единици (CU), даващи на всеки час стойност с различен температурен диапазон. Динамичният модел е работен за райони, характеризиращи се с топъл климат. Прекратяването на дълбокия покой протича в две стъпки, като първата е обратима, а втората – необратима. CR се изчисляват като порции студ.

Резултати и изводи

За измерване и оценка на акумулираните CR по време на дълбокия покой и изискванията към ниски положителни температури са сравнени двата модела – Юта и Динамичният, при някои сортове череша в районите на Кнежа, Русе, Суворово, Пловдив и Кюстендил за периода 1991–2021 г.

Таблица 1. Изисквания към ниски температури при череша през периода на дълбок покой, изчислени чрез Юта и Динамичен модел

Станция	Юта модел	Динамичен модел
Кнежа	1014,8	68,3
Пловдив	1283,4	76,5
Кюстендил	1502,2	78,3



Фигура 1. Измерени стойности на чили единиците с Юта модел и Динамичен модел

Сравнението на двата модела за изчисляване на изискванията за охлаждане при череша показва, че Юта моделът има по-високи стойности на CU, докато при Динамичния модел стойностите са по-ниски. В нашите климатични условия Юта моделът е препоръчителен, защото е разработен за райони с умерен климат. В този модел изискванията за охлаждане на черешите варират между 1065–1830 за района на Кюстендил, между 796–1665 за района на Пловдив и между 749 до 1368 за Кнежа.

Литература

Marra, F., Bassi, G., Gaeta, L., Giovannini, D., Palasciano, M., Sirri, S., Caruso, T. (2017). Use of phenoclimatic models to estimate the chill and heat requirements of four sweet cherry cultivars in Italy. *Acta Hort.*, Italy, vol. 1162, pp. 57–64.

Determination of the chilling requirements during the endodormancy for growing sweet cherry (*Prunus avium* L.) in Bulgaria

P. Malasheva*, V. Georgieva, V. Kazandzhiev

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *cherry, endormancy, chilly unit, chilling requirements*

*email: Petia.Sredkova@meteo.bg

Introduction

During the endodormancy period fruit species require specific time with temperatures below the biological minimum (chilling requirements, CR). The need for cold is expressed as the sum of the hours of winter temperatures with a value of 1 to 7 °C.

Methodology

Meteorological and phenological data for this study were taken from the agrometeorological archive of the National Institute of Hydrology and Meteorology (NIMH), the NIMH database and the ERA5-Land database. Average daily and hourly temperature values for the period 1991–2021 were used. Two models were used to measure and estimate the accumulated (CR) in cherry: the Utah model and the Dynamic model. Utah model is expressed in quantitative accumulation of units (CU), giving each hour a value with a different temperature range. Dynamic model working for regions, characterized by a warm climate. The termination of deep dormancy occurs in two steps, the first is reversible and the second is irreversible. CRs are calculated as chilly portions (CP).

Results and conclusions

To measure and evaluate the accumulated CRs during endodormancy and the requirements for low positive temperatures were compared two models – Utah model and Dynamic model, for some cherry varieties in the regions of Knezha, Ruse, Suvorovo, Plovdiv and Kyustendil for the period 1991–2021.

Table 1. Low temperature requirements for cherry during the deep dormancy period, calculated using Utah and Dynamic Model

Station	Utah model	Dynamic model
Knezha	1014,8	68,3
Plovdiv	1283,4	76,5
Kyustendil	1502,2	78,3

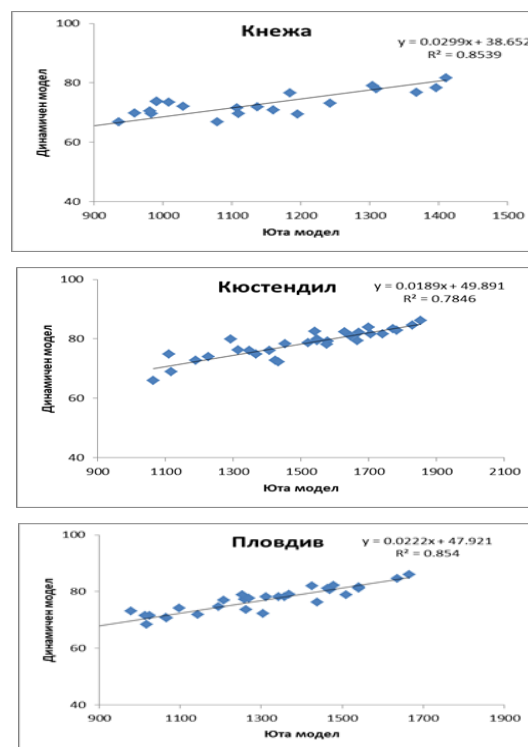


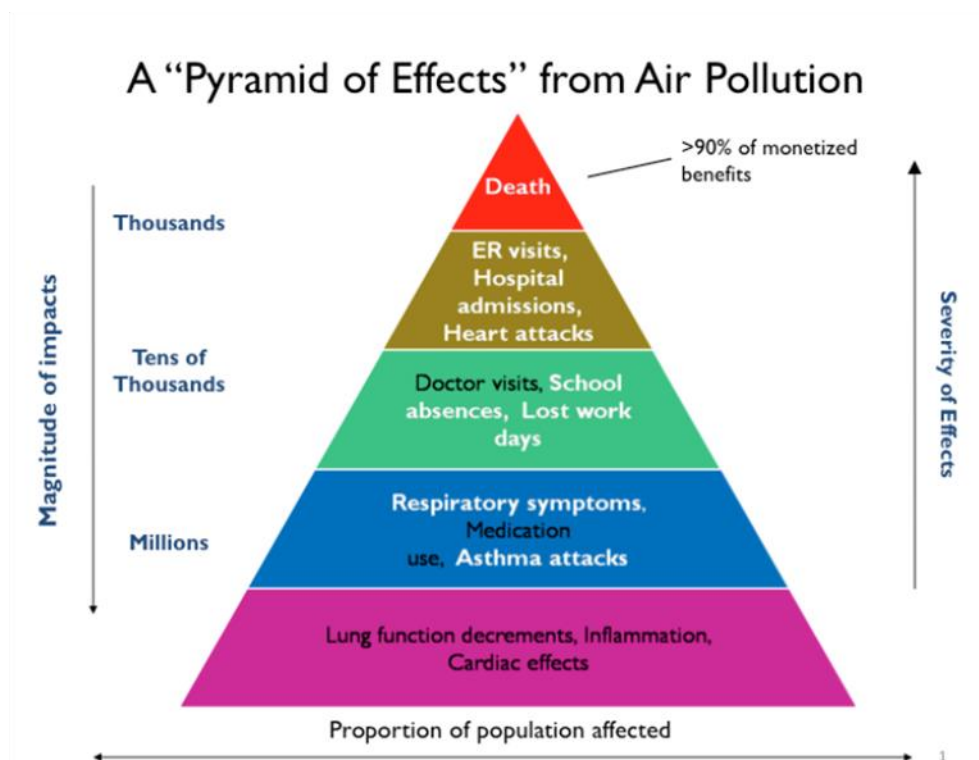
Figure 1. Measured values of chili units with Utah model and Dynamic model

The comparison of the two models for calculating the cooling requirements for cherries shows that the Utah model has higher CU values, while the Dynamic model has lower values. In our climatic conditions, the Utah model is recommended because it was developed for regions with a temperate climate. In this model, the cooling requirements for cherries vary between 1065–1830 for the Kyustendil region, between 796–1665 for the Plovdiv region and between 749 to 1368 for Knezha.

References

Marra, F., Bassi, G., Gaeta, L., Giovannini, D., Palasciano, M., Sirri, S., Caruso, T. (2017). Use of phenoclimatic models to estimate the chill and heat requirements of four sweet cherry cultivars in Italy. *Acta Hort.*, Italy, vol. 1162, pp. 57–64.

Замърсяване на въздуха, екология и човешко здраве



<https://www.clarity.io/blog/deep-dive-health-impacts-of-air-pollution>

Air pollution, ecology and human health

Влияние на битовото горене върху качеството на въздуха в малки населени места – подходът на CONSPIRO

Б. Велева¹, Е. Христова^{1*}, Е. Георгиева¹, Р. Mares^{2,5}, М. Fedorenko², М. Sanetnik², М. Zorn³, Р. Pipan³,
А. Siegmund⁴, S. Fisher⁴, J. Novorka²

¹Национален институт по метеорология и хидрология – София, България

²Институт за екологични изследвания, Факултет по природни науки, Карлов университет – Прага, Чехия

³Изследователски център на Словенската академия на науките и изкуствата – Словения

⁴Педагогически университет – Хайделберг, Германия

⁵SCIENCE IN Centre, z.u. – Чехия

Ключови думи: замърсяване на въздуха, ФПЧ_{2.5}, битово горене

*email: elena.hristova@meteo.bg

Въведение

Общ проблем за всички европейски страни в днешно време е влошаването на качеството на въздуха в малките населени места, причинено от изгарянето на твърдо гориво за битово отопление, особено през студения сезон (Novorka et al., 2015). Повишени концентрации на PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁, CO, SO₂, NO_x и O₃ обикновено се причиняват от изгаряне на некачествено гориво (отпадъци, химически обработена дървесина) и от лошо изгаряне като цяло (остаряла технология, неправилна работа с отоплителните уреди). Обществото не осъзнава сериозността на проблема, донякъде и поради липсата на данни извън официалната мрежа за мониторинг. Ето защо консорциум от 5 партньора си сътрудничи в проекта SMF CONSPIRO – Дишаме заедно за по-чист въздух. Стратегическите цели са да се засили сътрудничеството и да се хармонизират подходите за справяне с проблемите на замърсяването на въздуха от местни източници на горене в участващите страни. Основните цели са: 1) Създаване на широкообхватно наблюдение на качеството на въздуха с използване на евтини сензори, 2) Стартиране и водене на систематичен национален дебат по проблема.

Методология и някои резултати

Мониторингът на замърсителите на въздуха в малките населени места съчетава наземни измервания с вертикално и хоризонтално профилиране в атмосферния граничен слой (АГС). През зимата на 2025 г. са проведени няколко полеви кампании в Чехия, Словения и България с разработената методология. В България през периода 20–22 февруари 2025 г. измервания са направени в с. Железница, в полите на Витоша. През тези дни преобладава студено и ясно време, със снежна покривка почти в цялата страна. Измервания на PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀ и броя на субмикронните аерозолни частици са извършени с т.нар. low-cost sensor както на земята, така и във въздуха с помощта на дрон и с полустандартни сензори, поставени в раница по време на обиколките по маршрут в селото. При мобилните измервания са получени резултати за

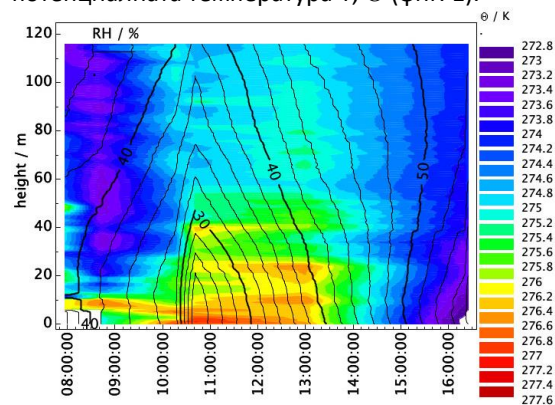
разпределението на аерозолите по размери (0.3–10 µm), O₃, CO₂, концентрация на броя на частиците (20–1000 nm), T, RH и GPS. С дрон са получени вертикални профили на T и RH до височина 120 m от АГС.

Много високите стойности на PM_{2.5} в Чехия и Словения са свързани винаги с облаци дим от комини от битово горене на твърди горива (табл. 1).

Таблица 1. Стойности на PM_{2.5}, измерени в различните селища

Селище/Страна	Средно µgm ⁻³	Мах. µgm ⁻³
Книнице/Чехия	30	1200
Бохинска Бистрица/Словения	42	5600
Железница/България	6	341

В Железница не е наблюдаван гъст дим в уличния каньон, по-високи концентрации на PM_{2.5} са регистрирани през късния следобед, когато се формира инверсия в профилите на температурата и потенциалната температура T, Θ (фиг. 1).



Фигура 1. Вариации във вертикалните профили на Θ и RH, Железница, 21.02.2025 г.

Благодарности: Работата е по проект, финансиран по програма Интерперг Дунавски регион – Seed Money Facility (SMF) DRP0401520.

Литература

Novorka et al. (2015). *Atmos. Environ.*, 113, 98–107.

Residential combustion impact on air quality in small settlements – CONSPIRO approach

B. Veleva¹, E. Hristova^{1*}, E. Georgieva¹, P. Mares^{2,5}, M. Fedorenko², M. Sanetnik², M. Zorn³, P. Pipan³,
A. Siegmund⁴, S. Fisher⁴, J. Hovorka²

¹National Institute of Meteorology and Hydrology – Sofia, Bulgaria

²Institute for Environmental Studies, Faculty of Science, Charles University – Prague, Czechia

³Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts – Slovenia

⁴Heidelberg University of Education – Germany

⁵SCIENCE IN Centre, z.u., Czechia

Keywords: *air pollution, PM_{2.5}, residential combustion*

*email: elena.hristova@meteo.bg

Introduction

A common problem to all European countries at nowadays is a worsening of air quality in small settlements caused by solid fuel combustion for domestic heating, in particular during the cold season (Hovorka et al., 2015). Elevated concentrations for PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁, CO, SO₂, NO_x and O₃ are usually caused by the incineration of ineligible fuel (waste, chemically treated wood) and by poor combustion in general (obsolete domestic heating technology, poor operation). The society is generally not aware of the severity of the problem, partly because of lack of the data outside official monitoring network. Therefore, the consortium of 5 partners collaborate in SMF CONSPIRO – Breathing Together for Cleaner Air project. Strategic goals are to reinforce the cooperation and to harmonize approaches to address air pollution problems from local combustion sources across the countries involved. The main objectives are: 1. Set-up of large scale air quality monitoring with use of low-cost sensors for online data sharing and providing an alert system for local inhabitants and 2. Launching and leading a systematic nation-wide debate on causes, consequences and mitigation of air pollution from local sources.

Methodology and some results

The monitoring for air pollutants in small settlements combines ground-based measurements with airborne vertical and horizontal profiling of the atmospheric boundary layer (ABL). In winter of 2025 several field campaigns were done in Czechia, Slovenia and Bulgaria using the methodology developed. In Bulgaria, the field measurements were performed in Zheleznitsa, on the skirts of Vitosha Mountains on the 20–22nd Feb. 2025. During these days cold, clear weather dominated the territory of Bulgaria, already covered with snow. Measurements for PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀ and sub-micron aerosol particle numbers were conducted by low-cost sensor both on the ground and airborne using a drone and by semi-standard sensors positioned in a backpack during a perambulation in the village. During the mobile measurements, aerosol number size distributions (0.3–10 µm), O₃, CO₂, particle number concentrations (20–1000 nm), T, RH and GPS were acquired at the

frequency of 1Hz as well T, RH in the vertical profile up to height of 120 m of the ABL by a drone.

Very high PM_{2.5} values were always associated with plumes from chimneys of residential solid fuel combustion in Czechia and Slovenia (Tab. 1).

Table 1. PM_{2.5} detected in different villages

Settlement/Country	Mean µg m ⁻³	Max. µg m ⁻³
Kninice/Czechia	30	1200
Bohinjska Bistrica/Slovenia	42	5600
Zheleznitsa/Bulgaria	6	341

While in a mountain village Zheleznitsa, Bulgaria, a dense smoke was not presented in a street canyon and higher PM_{2.5} values were recorded in late afternoon, when inverse temperature vertical profile for potential T, Θ was formed (Fig. 1).

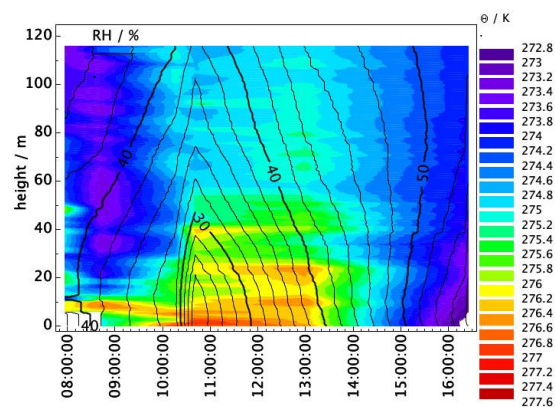


Figure 1. Diurnal variation of vertical profiles of ABL for Θ and RH, Zheleznitsa, 21.02.2025

Acknowledgements: This work is part of a project financed by the Interreg Danube Region program – Seed Money Facility (SMF) DRP0401520.

References

Hovorka et al. (2015). *Atmos. Environ.*, 113, 98–107.

Динамика на замърсяването с прахови частици в транспортна микросреда в Бургас

Д. Петрова*, Н. Тодоров

Факултет по природни науки, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“
Ключови думи: *обществен транспорт, микросреда, прахови частици*
*email: denitzapetrova1@gmail.com

Въведение

Замърсяването на въздуха е глобален проблем, който оказва негативно въздействие върху здравето на хората, икономиката и околната среда. Един от основните замърсители на въздуха са праховите частици. Фините прахови частици (ФПЧ) представляват сериозна заплаха за човешкото здраве, като техният размер и състав определят степента на въздействие върху организма. По-едри частици се задържат в горните дихателни пътища, докато по-фините (под 2.5 μm) навлизат дълбоко в дихателната система, причинявайки увреждания на белодробната тъкан. Продължителното излагане на високи концентрации на ФПЧ може да увеличи риска от респираторни, кардиологични и други заболявания, особено при деца, възрастни и хора с хронични заболявания.

Основните антропогенни източници на прахови частици са изгаряне на горива, индустриални процеси и транспорт. В големите и гъсто населени градове транспортът играе ключова роля за замърсяването на въздуха. В транспортните микросистеми замърсяването е няколко пъти по-високо от замърсяването, отчитано на открито.

За хората е важно да знаят какво е състоянието на въздуха, който дишат, докато пътуват с автобус, макар и за относително кратко време.

В Бургас досега не са провеждани измервания за качеството на въздуха в транспортна микросреда.

Методология

Целта на настоящата работа е да се проучи динамиката на замърсяването с прахови частици с размери от 0.3 до 10 μm в най-натоварените линии от градския транспорт в Бургас.

Измерванията са проведени в автобусите, обслужващи бързата линия между жк „Меден рудник“ и жк „Петко Славейков“, с дължина около 15 км и време за изминаване с автобус около 30 мин. В продължение на 20 дни през месец април 2024 г. са направени над 1000 замервания на брой частици в часовите интервали от 7:30 до 9:00 и от 17:00 до 19:00. Едновременно с това са измерени температура и влажност и са отчетени някои допълнителни параметри, влияещи на броя на праховите частици – тип на двигателя (електрически или метан), наличие на климатична система, отворени прозорци и брой пътници.

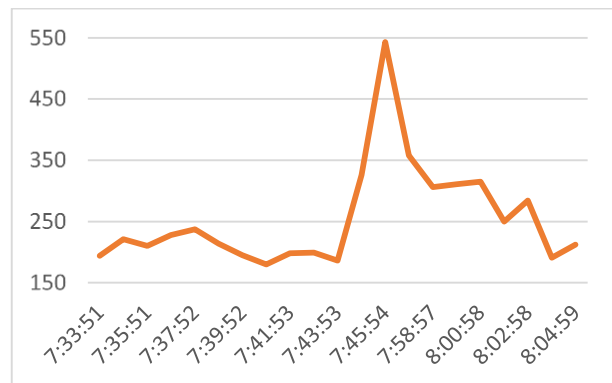
Измерванията са направени с брояч на прахови частици Trotec PC220 – високопрецизен уред,

съответстващ на стандарта ISO 21501-4, който измерва броя на праховите частици с размери 0.3, 0.5, 1, 2.5, 5 и 10 μm . Апаратът работи непрестанно, като прави по едно замерване на всяка минута – 5 секунди прочистване на въздухопроводите, 21 секунди замерване, през което преминава 0.9921 литра въздух, и 34 секунди пауза.

Резултати и изводи

Получените данни са обработени посредством табличен софтуер и са изведени зависимости, които са наложени на карта и подкрепени с допълнителна информация, получена по време на замерването.

Установено е, че замърсяването с прахови частици е най-високо при излизане от жк „Меден рудник“, по бул. „Захари Стоянов“ и бул. „Тодор Александров“ – район, който е характерен със задръствания в пиковите сутрешни и следобедни часове. Бройните концентрации намаляват с приближаване към центъра (фиг. 1). Резултатите от проведения мониторинг показват, че с изключение на района, в който се образува задръстване, измерените бройни концентрации на праховите частици са сравнително ниски.



Фигура 1. Бройни концентрации на прахови частици с размер 10 μm по линия Б2 (Меден рудник – Център)

Литература

- Екобюлетин 23, 3–9 юни 2024 г., Община Бургас, burgas.bg
- Мониторинг на въздуха, шума и радиологичен мониторинг, ИАОС, government.bg
- European Environment Agency (2020). Air quality in Europe – 2020 report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- World Health Organization (2021). Air quality guidelines: Global update 2021. Geneva: WHO.

Dynamics of particulate matter pollution in the transport microenvironment in Burgas

D. Petrova*, N. Todorov

Faculty of Natural Sciences, "Prof. Dr. Asen Zlatarov" University

Keywords: *public transport, microenvironment, particulate matter**email: denitzapetrova1@gmail.com**Introduction**

Air pollution is a global issue that negatively impacts human health, the economy, and the environment. One of the primary air pollutants is particulate matter. Fine particulate matter poses a serious threat to human health, with its size and composition determining the extent of its impact on the body. Larger particles remain in the upper respiratory tract, whereas finer particles (below $2.5\ \mu\text{m}$) penetrate deep into the respiratory system, causing damage to lung tissue. Prolonged exposure to high concentrations of PM can increase the risk of respiratory, cardiovascular and other diseases, particularly in children, the elderly and individuals with chronic conditions.

Main anthropogenic sources of particulate matter include fuel combustion, industrial processes and transportation. In large and densely populated cities, transportation plays a key role in air pollution. In transport microenvironments, pollution levels are several times higher than those recorded in open environments.

It is crucial for people to be aware of the air quality they are exposed to, while traveling by bus, even for a relatively short duration.

No previous research has been conducted in Burgas regarding air quality in the transport microenvironment.

Methodology

The aim of this study is to investigate the dynamics of particulate matter pollution, focusing on particle sizes ranging from 0.3 to $10\ \mu\text{m}$, within the busiest public transport routes in Burgas.

Measurements were conducted on buses servicing the rapid transit line between the Meden Rudnik and Petko Slaveykov residential complexes, covering a distance of approximately 15 km, with a travel time of about 30 minutes. Over a period of 20 days in April 2024, more than 1,000 measurements of particle concentrations were taken during peak commuting hours 7:30 to 9:00 AM and 5:00 to 7:00 PM. Simultaneously, temperature and humidity were recorded, along with additional parameters influencing particle concentration, such as engine type (electric or methane-powered), air conditioning, open windows, and passenger count. Measurements were carried out using Trotec PC220 particle counter – a high-precision instrument compliant with ISO 21501-4, capable of measuring particle concentrations for sizes 0.3 , 0.5 , 1 , 2.5 , 5 , and $10\ \mu\text{m}$. The device operates continuously,

performing one measurement per minute, consisting of 5 seconds of air duct cleaning, 21 seconds of measurement (processing 0.9921 liters of air), and a 34-second pause.

Results and conclusions

The collected data were processed using spreadsheet software, correlations were mapped, and supplementary contextual information was incorporated based on observations during data collection.

It has been established that particulate count was highest when exiting the Meden Rudnik complex, particularly along Zahari Stoyanov Blvd. and Todor Aleksandrov Blvd. – areas characterized by traffic congestion during peak morning and afternoon hours. Particle concentrations gradually decreased as the route approached the city center (Figure 1). Monitoring results indicated that, except for congestion-prone areas, the recorded particle number concentrations were relatively low.

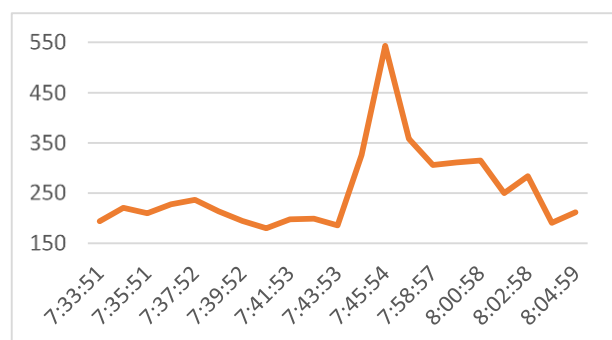


Figure 1. Number concentrations of $10\ \mu\text{m}$ particles along Route B2 (Meden Rudnik – City Center)

References

- Air, Noise and Radiological Monitoring, Executive Environment Agency, government.bg
- Eco Bulletin 23, June 3–9, 2024, Municipality of Burgas, burgas.bg
- European Environment Agency (2020). Air quality in Europe – 2020 report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- World Health Organization (2021). Air quality guidelines: Global update 2021. Geneva: WHO.

Влияние на аерозолите върху наелектризирането на морски и континентални гръмотевични облаци

С. Петрова*, Р. Мицева

Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Ключови думи: *облачни кондензационни ядра, гръмотевични облаци, наелектризиране, аерозоли*

*email: asavita@phys.uni-sofia.bg

Въведение

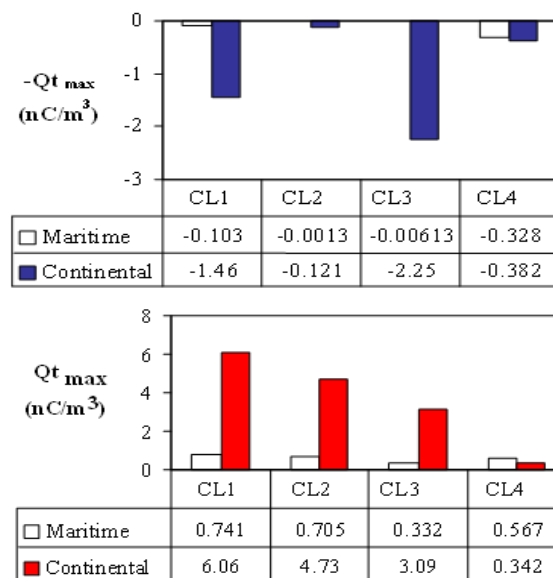
Годишната честота на мълниите над континентите е значително по-голяма, отколкото над океаните (Cristian et al., 2003; Cecil et al., 2014). Една от хипотезите, чрез които се опитва да се обясни този факт, е аерозолната. Тя се позовава на разликата в концентрацията на аерозолите в ролята им на облачни кондензационни ядра (ОКЯ) в морска и в континентална въздушна маса (ВМ). Облаците, образували се в континентална ВМ, имат повече на брой и с по-малки размери ОКЯ спрямо облаците в морска ВМ. Въпросът е дали тази разлика може да играе ключова роля в наелектризирането на морските и континенталните облаци, така че да обясни по-голямата честота на мълниите над суша. Косвено това засяга и темата, по какъв начин увеличаването на концентрацията на аерозолите (в ролята им на ОКЯ) в атмосферата може да повлияе върху наелектризирането на облаците.

Методология

Симулирани са 4 различни по мощност облака с 1.5-мерен модел на конвективен облак (Mitzeva et al., 2006). Моделирането на неиндуктивното наелектризиране на ледени частици е въз основа на резултати от лабораторни експерименти (Brooks et al., 1997). За да се изследва влиянието на ОКЯ върху наелектризирането е използвана параметризация на Kessler (1969). Тя се основава на факта, че една от основните разлики между облаци, образували се в континентални и в морски ВМ, е по-малкото на брой и по-големи ОКЯ в морската ВМ, поради което валежните капки се образуват по-рано, отколкото в континентален тип облаци.

Резултати и изводи

Числените симулации показват (фиг. 1), че при три от облачните случаи (CL1, CL2, CL3) максималната плътност на отрицателния и на положителния заряд във възходящия поток на континентален тип облаци е значително по-голяма, отколкото в морските. Това е в подкрепа на аерозолната хипотеза, която е насочена да обясни по-голямата честота на мълниите над суша спрямо тези над водна повърхност. Получената по-малка плътност на заряда в морски тип облаци е поради по-ранното и на по-ниски нива образуване на валежните капки в тях, дължащо се на разликата в ОКЯ. Това води до по-ранен валеж от по-ниски нива на морския тип облаци, което е подпомогнато и от факта, че и вертикалната скорост в ранен етап от



Фигура 1. Максимална плътност на $Q_{T\max}$ (nC/m^3) на отрицателния заряд (горен панел) и на положителния (долен панел) при 4-те облака (CL1, CL2, CL3 и CL4) с различни ОКЯ, типични за морска ВМ (бели колони) и континентална ВМ (цветни колони)

развитието им на по-ниски нива не е много голяма и валежните капки я преодоляват по-лесно и изпадат. В резултат количеството вода в областта със смесена фаза на морските облаци намалява, поради което се образуват по-малко ледени кристали и градови зърна, които са основните носители на заряд в облака. Оказва се, че в облак CL4 възходящата скорост на по-ниски нива е сравнително висока и поради това разликата в ОКЯ е повлияла в обратна посока: образуване на по-голям положителен заряд в морски тип облаци (фиг. 1, долен панел). Резултатът илюстрира и влиянието на облачната динамика при формиране на заряда в гръмотевичните облаци.

Литература

- Brooks, R., Saunders, C., Mitzeva, R., Peck, S. (1997). *Atmos. Res.*, 43, 277–295.
 Cecil, D., Buechler, D., Blakeslee, R. (2014). *Atmos. Res.*, 136, 404–414.
 Christian et al. (2003). *J. Geophys. Res.*, 108, 4005. <https://doi.org/10.1029/2002JD002347>.
 Kessler, E. (1969). *Meteor. Monogr.*, Springer, 10, 32.
 Mitzeva, R., Latham, J., Petrova, S. (2006). *Atmos. Res.*, 82, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2005.01.006>

Effect of aerosols on the electrification of maritime and continental thunderstorms

S. Petrova*, R. Mitzeva

Faculty of Physics, Sofia University “St. Kliment Ohridski”

Keywords: *cloud condensation nuclei, thunderstorm charging, aerosols**email: asavita@phys.uni-sofia.bg

Introduction

The annual frequency of lightning over continents is significantly higher than over oceans (Cristian et al., 2003; Cecil et al., 2014). One hypothesis that attempts to explain this phenomenon is the aerosol hypothesis. It is based on the difference in the concentration of aerosols acting as cloud condensation nuclei (CCN) in maritime and continental air masses (AM). Clouds formed in continental AM have more numerous and smaller CCN compared to those in maritime AM. The question is whether this difference plays a key role in the electrification of maritime and continental clouds, thereby explaining the higher lightning frequency over land. Indirectly, this also relates to the topic of how an increase in aerosol concentration (as CCN) in the atmosphere might influence cloud electrification.

Methodology

Four clouds of different intensities were simulated using a 1.5-dimensional convective cloud model (Mitzeva et al., 2006). The modelling of non-inductive charging of ice particles is based on results from laboratory experiments (Brooks et al., 1997). To investigate the influence of CCN on electrification, the Kessler (1969) parameterization was used. It is based on the fact that one of the main differences between clouds formed in continental and maritime AM is the lower number and larger size of CCN in maritime AM, which leads to the earlier formation of raindrops compared to continental clouds.

Results and conclusions

Numerical simulations (Fig. 1) show that in three of the cloud cases (CL1, CL2, CL3), the maximum charge density of both negative and positive charge in the updraft of continental clouds is significantly higher than in maritime clouds. This supports the aerosol hypothesis, which aims to explain the higher lightning frequency over land compared to that over the sea. The lower charge density obtained in maritime clouds is due to the earlier formation of rain drops at lower levels, caused by the difference in CCN. This leads to earlier precipitation from lower levels in maritime clouds, further facilitated by the fact that the vertical velocity at early development stages at lower levels is not very high, allowing raindrops to overcome it more easily and fall out. As a result, the amount of water in the mixed-phase region of maritime clouds decreases, leading to fewer ice crystals and graupel particles, which are the main charge carriers in clouds. In cloud CL4, however, the updraft velocity at lower levels is relatively high, which causes the

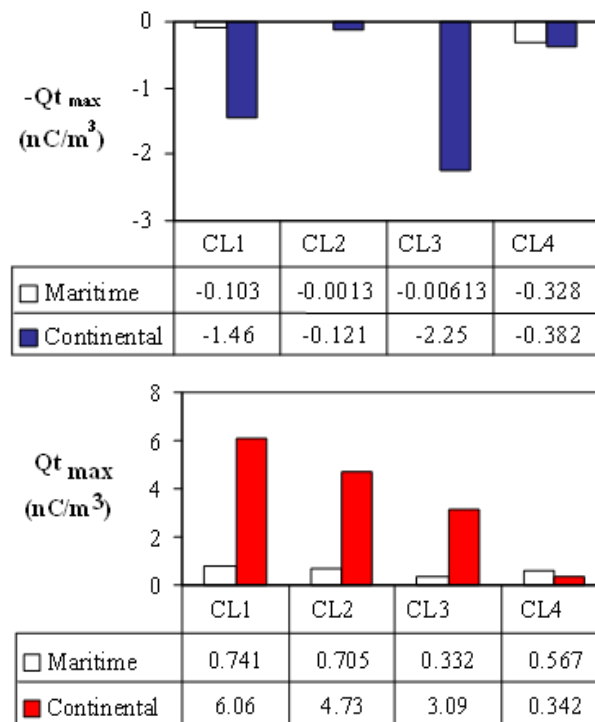


Figure 1. Maximum density of $Q_{t\max}$ (nC/m^3) of the negative charge (upper panel) and positive charge (lower panel) for the four clouds (CL1, CL2, CL3, and CL4), with different CCN typical for maritime air mass (white columns) and continental air mass (coloured columns)

difference in CCN to have the opposite effect—generating a greater positive charge in maritime clouds (Fig. 1, lower panel). This result also illustrates the impact of cloud dynamics on charge formation in thunderstorms.

References

- Brooks, R., Saunders, C., Mitzeva, R., Peck, S. (1997). *Atmos. Res.*, 43, 277–295.
- Cecil, D., Buechler, D., Blakeslee, R. (2014). *Atmos. Res.*, 136, 404–414.
- Christian et al. (2003). *J. Geophys. Res.*, 108, 4005. <https://doi.org/10.1029/2002JD002347>.
- Kessler, E. (1969). *Meteor. Monogr.*, Springer, 10, 32.
- Mitzeva, R., Latham, J., Petrova, S. (2006). *Atmos. Res.*, 82, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2005.01.006>.

Климат на замърсяването в градска среда и връзката му със социалнозначими заболявания

С. Георгиев^{1*}, Р. Димитрова¹, А. Дзамбов²

¹Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

²Научноизследователски институт на Медицински университет – Пловдив

Ключови думи: *градски климат, замърсяване, обществено здраве*

*email: georgiev.sto@gmail.com

Въведение

Настоящото изследване разглежда влиянието на „климата на замърсяването“ в градска среда върху социалнозначими заболявания, отчитайки възрастовите и половите различия. Под „климат на замърсяването“ се имат предвид осреднените концентрации на атмосферните замърсители в дадена област за дълъг период от време, формирани от взаимодействието между човешки дейности и природни фактори. В условията на засилена урбанизация и интензивна човешка дейност замърсяването на въздуха се утвърждава като основен фактор, свързан с редица хронични заболявания. Целта на настоящото изследване е да бъдат изяснени специфичните закономерности в пространственото разпределение на основните замърсители и да се разкрие връзката (ако има такава) с избрани заболявания, като се отчете възраст и пол на пациентите, за да се установят специфичните уязвимости на различните групи от населението.

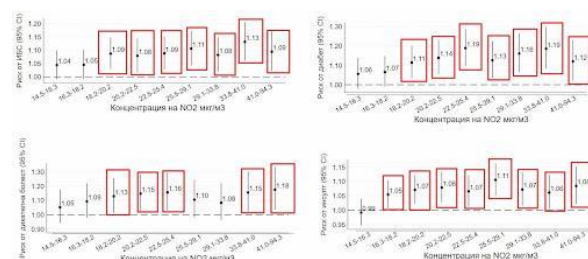
Методология

„Климатът на замърсяването“ е получен за трите най-големи града в страната – София, Пловдив и Варна, като са използвани числени симулации с регионални модели за период от 10 години (2009–2018). Weather Research and Forecasting model (WRF) описва термохидродинамичните процеси в атмосферата, Community Multiscale Air Quality (CMAQ) – транспорта и дисперсията на замърсители (газове и частици) във въздуха с отчитане на сложни химични реакции. Отделни модули от Sparse Matrix Operator Kernel Emissions (SMOKE) и специално разработен софтуер за България са използвани за пре-процесинг на емисиите. За да бъдат проследени краткосрочните ефекти от замърсяването върху избрани заболявания, са анализирани данни за хоспитализациите в същите градове. Представената работа (Georgiev et al., 2023) надгражда предишни изследвания (Dzhambov et al., 2023), фокусирани само върху София, и позволява по-пълна оценка на влиянието на замърсения въздух в национален мащаб. Статистическите модели отчитат ефектите до седем дни след излагането, давайки възможност за по-прецизно идентифициране на уязвимите групи и на ключовите рискови фактори в отделните градски райони.

Резултати и изводи

Полученото пространствено разпределение на основните замърсители, осреднено за 10-годишен период, показва недвусмислено зависимост от микроклимата в избраните градове. Анализът на резултатите дава съществена и необходима информация за разработването на мерки и политики, насочени към подобряване на градската среда в зависимост от локалните географски, мезо-метеорологични, икономически и социални условия.

Направеният анализ на времевите серии за избрани класове заболявания показва тенденция за нарастване на броя на заболяелите и в трите града за хипертонична и за мозъчносъдова болест, остри инфекции на горните дихателни пътища, дихателна недостатъчност и др. Представен е един пример с резултати за град Пловдив, които показват, че при NO₂ се наблюдава ясен линеен тренд на повишение, като рискът достига до 18% в най-високите нива на концентрацията за респираторните заболявания, 13% за исхемична болест на сърцето (ИБС), 11% за инсулт и 19% при диабет.



Фигура 1. Риск от прием на пациенти в болница във връзка с повишаване концентрацията с 10 µg/m³ на NO₂ с отложен ефект до седмица

Литература

- Dzhambov, A., Dikova, K., Georgieva, T., Mukhtarov, P., Dimitrova, R. (2023). *Studies in Systems, Decision and Control*, 191–202.
- Georgiev, S., Dzhambov, A., Dimitrova, R. (2023). *Lecture Notes in Networks and Systems* 883, 70–84.

Urban pollution climate and its relation to socially significant diseasesS. Georgiev^{1*}, R. Dimitrova¹, A. Dzhambov²¹Faculty of Physics, Sofia University “St. Kliment Ohridski”²Research Institute of Medical University – PlovdivKeywords: *urban climate, pollution, public health*email: georgiev.sto@gmail.com**Introduction**

This study examines the impact of the “pollution climate” in urban environments on socially significant diseases, accounting for age and gender differences. “Pollution climate” refers to the averaged concentrations of air pollutants in an area over a long period of time, shaped by the interaction between human activities and natural factors. In a context of increased urbanisation and intense human activity, air pollution is emerging as a major factor associated with a range of chronic diseases. The aim of the present study is to identify specific patterns in the spatial distribution of major pollutants and to reveal the relationship (if any) with selected diseases, taking into account age and sex of patients to determine the specific vulnerabilities of different population groups.

Methodology

The “pollution climate” is obtained for the three largest cities in the country – Sofia, Plovdiv and Varna, using numerical simulations with regional models for a period of 10 years (2009–2018). Weather Research and Forecasting model (WRF) describes the thermo-hydrodynamic processes in the atmosphere, Community Multiscale Air Quality (CMAQ) – the transport and dispersion of pollutants (gases and particles) in the air with accounting for complex chemical reactions. Separate modules from Sparse Matrix Operator Kernel Emissions (SMOKE) and specially developed software for Bulgaria are used for emission pre-processing. Data on hospitalizations in the same cities were analysed to track the short-term effects of pollution on selected diseases. The work presented (Georgiev et al., 2023) builds on previous studies (Dzhambov et al., 2023) focused only on Sofia and allows a more complete assessment of the impact of polluted air on a national scale. Statistical models account for effects up to seven days after exposure, enabling more precise identification of vulnerable groups and of key risk factors in individual urban areas.

Results and conclusions

Obtained spatial distribution of major pollutants averaged over a 10-year period shows a clear dependence on microclimate in the selected cities. The analysis of the results provides essential and necessary information for the development of measures and policies aimed at improving the urban environment depending on the local geographical, meso-meteorological, economic and social conditions.

The time series analysis done for selected classes of diseases shows an increasing trend in the number of cases in all the three cities for hypertonic and cerebrovascular diseases, acute upper respiratory tract infections, respiratory failure, etc. One example is presented with results for the city of Plovdiv showing that there is a clear linear upward trend in NO₂, with the risk reaching 18% at the highest concentration levels for respiratory disease, 13% for ischaemic heart disease (IHD), 11% for stroke and 19% for diabetes.

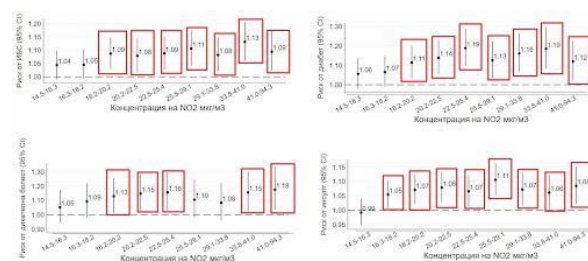


Figure 1. Risk of hospital admission in association with a 10 µg/m³ increase in NO₂ concentration with delayed effect up to a week

References

- Dzhambov, A., Dikova, K., Georgieva, T., Mukhtarov, P., Dimitrova, R. (2023). *Studies in Systems, Decision and Control*, 191–202.
- Georgiev, S., Dzhambov, A., Dimitrova, R. (2023). *Lecture Notes in Networks and Systems* 883, 70–84.

Подобрения в моделиране качеството на въздуха в градска среда в локален мащаб

М. Велизарова*, Р. Димитрова

Физически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“

Ключови думи: качество на атмосферния въздух, моделиране в локални мащаби, мулти-моделна система за качество на атмосферния въздух, нова инвентаризация на емисиите от транспорта

*email: margretv@phys.uni-sofia.bg

Въведение

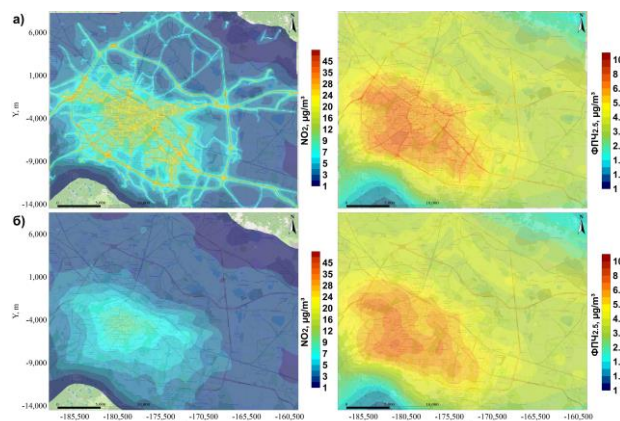
Емисиите от пътния транспорт оказват голямо влияние върху замърсяването на въздуха в градска среда и върху човешкото здраве. Моторните превозни средства емитират голямо разнообразие от замърсители, като емисиите от тях могат да се разделят на две групи – горивни и не-горивни емисии. NO_2 и $\text{ФПЧ}_{2.5}$ са два от основните замърсители, свързани с горивните емисии, и България е на първо място в Европейския съюз (ЕС) по брой загубени години живот на 100 000 души поради излагането на концентрации на NO_2 , по-високи от препоръчаните от СЗО нива ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), и на четвърто място за $\text{ФПЧ}_{2.5}$ ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) през 2021 г. (ЕЕА, 2021). Делът на не-горивните емисии от пътния транспорт в ЕС нараства, като стойностите са 75% и 59% за ФПЧ_{10} и $\text{ФПЧ}_{2.5}$ съответно през 2022 г. и се очаква този дял да стане още по-значим (ЕЕА, 2022).

Методология

Въз основа на предходно изследване (Dimitrova and Velizarova, 2021) стана ясно, че е необходимо по-добро представяне на градската морфология, терена и фоновите концентрации, по-детайлно описание на метеорологичните условия и на емисиите, свързани с транспорта, които внасят най-голямата несигурност при моделиране на замърсяване на въздуха. Поради това ние въведохме в експлоатация и адаптирахме към условията в България мулти-моделната система MAQS (Multi-Model Air Quality System). Тази система съчетава предимствата от сложните химични механизми, включени в регионалните числени модели, с предимствата от явното описание на източниците в локалния модел Air Quality Management & Assessment System (ADMS-Urban). Детайлната инвентаризация на емисиите за гр. София е съставена с помощта на Comprehensive Emissions Inventory Toolkit (EMIT), като са приложени най-добрите практики и усъвършенствани техники върху оскъдни и непълни набори от данни, възползвайки се от ансамблово машинно обучение с използване на голям брой свързани характеристики. За да подобрим още повече резултатите от модела, приложихме различни вече публикувани и новоразработени методи за по-малка област, използвайки локални наблюдения за NO_2 и ФПЧ , с цел да изведем нови функции и зависимости, които по-добре да представят българските пътни условия и подвижен състав. В бъдещата ни работа планираме да внедрим тези методи за цялата територия на гр. София.

Резултати

Карти със средногодишните стойности на концентрацията на основните замърсители от транспорта за гр. София са представени на фиг. 1. Увеличението в максималните стойности на концентрацията е приблизително 3 пъти за NO_2 при резултатите от MAQS спрямо тези от CMAQ, като най-високи стойности се наблюдават при кръстовищата между булевардите с натоварен трафик. Разликите в максималните стойности на концентрацията на $\text{ФПЧ}_{2.5}$ са незначителни, но се наблюдава подобрение в пространственото разпределение на концентрацията, като увеличението е в близост до основните пътища и при кръстовищата.



Фигура 1. Средногодишни концентрации на основни замърсители от транспорта – NO_2 и $\text{ФПЧ}_{2.5}$, получени с моделите (а) MAQS с резолюция 100 m и (б) CMAQ с резолюция 1 km

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект National Recovery and Resilience Plan of the Republic of Bulgaria, No BG-RRP-2.004-0008-C01, финансиран от EU-NextGenerationEU.

Литература

- Dimitrova, R., Velizarova, M. (2021). *Atmosphere*, **12**, 423, <https://doi.org/10.3390/atmos12040423>.
- European Environment Agency (EEA). Available online: <https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution> (accessed on 24 February 2025).
- European Environment Agency (EEA). Available online: <http://eea.europa.eu/en/analysis/indicators/emissions-of-air-pollutants-from> (accessed on 24 February 2025).

Improvements in local-scale urban air quality modelling

M. Velizarova*, R. Dimitrova

Faculty of Physics, Sofia University "St. Kliment Ohridski"

Keywords: *air quality, local-scale modelling, Multi-Model Air Quality System, new traffic emission inventory*

*email: margretv@phys.uni-sofia.bg

Introduction

Traffic-related emissions have a great impact on urban air pollution and human health. Motor vehicles emissions could be divided into two groups – exhaust and non-exhaust emissions. NO₂ and PM_{2.5} are two of the main pollutants attributable to the exhaust emissions and Bulgaria was in the first place in the European Union (EU) when considering years of life lost per 100,000 inhabitants attributable to exposure to NO₂ above the World Health Organizations' (WHO) air quality guideline level (10 µg/m³), and in fourth place for exposure to PM_{2.5} (5 µg/m³) in 2021 (EEA, 2021). The non-exhaust emissions from road transport in the EU are increasing and constituted 75% and 59% of PM₁₀ and PM_{2.5} and are expected to become even more relevant (EEA, 2022).

Methodology

Based on previous study (Dimitrova and Velizarova, 2021), it became apparent that we need better representation of urban morphology, terrain and background concentrations, more detailed description of the meteorological conditions and the traffic-related emissions, which incorporate the highest uncertainty in terms of air pollution modelling. Therefore, we implemented and adapted to Bulgarian conditions the Multi-Model Air Quality System (MAQS). This system combines the advantages of complex chemical mechanisms from regional numerical modelling with a better representation of the concentration field of harmful substances from explicitly-defined sources from the local model Air Quality Management & Assessment System (ADMS-Urban). The detailed emission inventory for Sofia city was compiled with the Comprehensive Emissions Inventory Toolkit (EMIT) by applying the best practices and sophisticated techniques on sparse incomplete datasets, taking advantage of ensemble machine learning using a large number of related features. Also, in order to improve even further the model results we applied various already published and newly developed methods for a smaller domain, using the local observations of NO₂ and PM to derive functions and relations that better represent Bulgarian road and traffic conditions. In future work we are planning to incorporate those methods for the entire city of Sofia.

Results

Maps with annual mean concentration of the main transport-related pollutants in the city of Sofia are shown in Fig. 1. The increase in maximum values is approximately 3 times for NO₂ when using MAQS compared to CMAQ results, with the highest concentration values being most often at intersections between boulevards with heavy traffic. The differences in maximum PM_{2.5} values are not substantial, but spatial distribution improved significantly, showing an increase in concentrations near main roads and intersections.

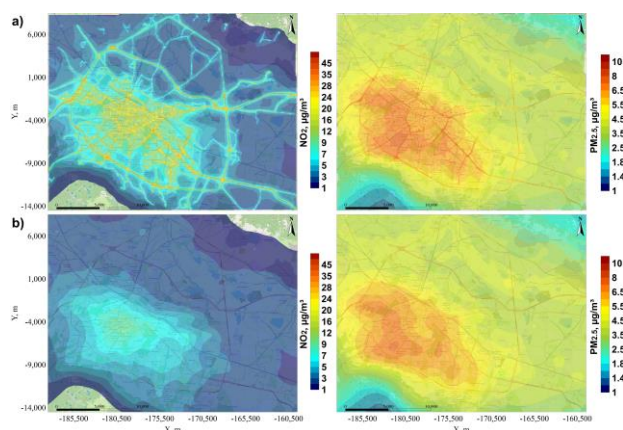


Figure 1. Annual mean concentration for the main transport-related pollutants – NO₂ and PM_{2.5}, obtained by using models (a) MAQS with a resolution of 100 m and (b) CMAQ with a resolution of 1 km

Acknowledgements: This work was supported by the EU-NextGenerationEU, through the National Recovery and Resilience Plan of the Republic of Bulgaria, under grant No BG-RRP-2.004-0008-C01.

References

- Dimitrova, R., Velizarova, M. (2021). *Atmosphere*, **12**, 423, <https://doi.org/10.3390/atmos12040423>.
European Environment Agency (EEA). Available online: <https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution> (accessed on 24 February 2025).
European Environment Agency (EEA). Available online: <http://eea.europa.eu/en/analysis/indicators/emissions-of-air-pollutants-from> (accessed on 24 February 2025).

Алтернативни методи за оценка на здравния риск при експозиция на ултрафини прахови частици

К. Василева^{1*}, С. Арсова¹, О. Сандов², М. Цонева¹, И. Найденова², Т. Панев¹, Ц. Георгиева¹

¹Отдел „Приложна геномика и ГМО“, Национален център по общественото здраве и анализи

²Технически колеж, Технически университет

Ключови думи: ултрафини прахови частици, здравен риск, алтернативни и *in vitro* методи

*email: kr.vasileva@ncpha.government.bg

Въведение

В последните години, в светлината на принципите на токсикологията на XXI век, алтернативните методи, включително с използване на клетъчни култури и молекулярни анализи, се разглеждат като алтернатива на традиционните *in vivo* тестове върху животни, предлагайки етични и икономически предимства.

New alternative methodologies (NAMs), или методологиите за нов подход, са всеки *in vitro*, *in chemico* или *in silico* (изчислителен) метод, който се използва самостоятелно или в комбинация с други, което позволява подобрена оценка на безопасността на дадено химично вещество, чрез по-подходящи модели и без използване на опитни животни.

Фините прахови частици (PM_{2.5}) могат да причинят увреждане на мозъка и заболявания. Ултрафините частици (УПЧ) с аеродинамичен диаметър, по-малък или равен на 100 nm, са нарастващ интерес. Резултати от научни изследвания доказват канцерогенни и невротоксични ефекти на PM_{2.5} и УПЧ. Основният механизъм на токсичност върху нервната система обаче все още не е напълно изучен поради разнообразието от модели на изследване, различни крайни точки и т.н.

Методология

Настоящото изследване се фокусира върху апробиране на констелация от *in vitro* методи за оценка на здравен риск при експозиция на УПЧ, генерирани от изгаряне на различна биомаса. Използвани са проби, генерирани чрез изгаряне в моделни условия на биомаса от различни източници. Клетки от клетъчна линия A549 от белодробна тъкан са експонирани на УПЧ и са изследвани за цитотоксичност с МТТ тест и оксидативен стрес с генна експерсия на HMOX-1 ген.

Резултати и изводи

Оптимизирането на методологията и използването на подходящи алтернативни методи дава възможност за научнообоснована оценка на безопасността и риска на токсични вещества в моделна среда.

Друг подход от групата на новите алтернативни методи е „път на неблагоприятния изход“ (Adverse Outcome Pathway, AOP). Това е подход, базиран на пътя, който може да систематизира механизичните знания, за да подпомогне оценката на риска за здравето.

Хармонизирането на *in vitro* методите и интегрирането им в регулаторната рамка за оценка на риска ще позволи по-добра защита на общественото здраве и околната среда чрез навременно откриване и оценка на замърсители от заобикалящата среда.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национален проект „АЕРОЗОЛИ, получени при конверсията на биомаса, и техни органични екстракти – цитотоксичен и оксидативен отговор на моделни системи от белодробни клетки“, Договор №КП-06-H44-5/13 от 14.07.2021 г., Фонд „Научни изследвания“.

Литература

- Naydenova, I., Radoykova, T., Petrova, T., Sandov, O., Valchev, I. (2023). *Molecules*, 28, 4842.
- Qin, S. J., Zeng, Q. G., Zeng, H. X., Li, S. P., Andersson, J., Zhao, B., Oudin, A., Kanninen, K. M., Jalava, P., Jin, N. X., Yang, M., Lin, L. Z., Liu, R. Q., Dong, G. H., Zeng, X. W. (2024). Neurotoxicity of fine and ultrafine particulate matter: A comprehensive review using a toxicity pathway-oriented adverse outcome pathway framework. *Sci Total Environ.*, Oct. 15, 947:174450. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.174450. Epub 2024 Jul 3. PMID: 38969138.
- World Health Organization, Global Health Observatory (GHO) data, Ambient air pollution: https://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/en/#:~:text=Worldwide%2C%20ambient%20air%20pollution%20is,26%25%20of%20respiratory%20infection%20deaths

Alternative methods for health risk assessment exposure to ultrafine dust particles

K. Vasileva^{1*}, S. Arsova¹, O. Sandov², M. Tsoneva¹, I. Naydenova², T. Panev¹, Ts. Georgieva¹

¹Department of Applied Genomics and GMOs, National Center for Public Health and Analyses

²Technical College, Technical University

Keywords: *ultrafine particles, health risk, alternative and in vitro methods*

*email: kr.vasileva@ncpha.government.bg

Introduction

In recent years, in light of the principles of 21st century toxicology, alternative methods, including those using cell cultures and molecular assays, have been considered as alternatives to traditional *in vivo* animal testing, offering ethical and economic advantages.

New alternative methodologies (NAMs) are any *in vitro*, *in chemical* or *in silico* (computational) method that, used alone or in combination with others, allows for improved assessment of the safety of a chemical substance, through more appropriate models and without the use of experimental animals.

Fine particulate matter (PM_{2.5}) can cause brain damage and disease. Ultrafine particles (UFP) with an aerodynamic diameter of less than or equal to 100 nm are of growing interest. Scientific research results have demonstrated carcinogenic and neurotoxic effects of PM_{2.5} and UFP. However, the underlying mechanism of toxicity on the nervous system is still not fully understood due to the variety of study models, different endpoints, etc.

Methodology

The present study focuses on a constellation of *in vitro* methods for assessing health risk from exposure to UFPs generated from the combustion of different biomass. Samples generated by combustion under model conditions of biomass from different sources were used. A549 lung tissue cell line cells were exposed to UFPs and were examined for cytotoxicity with the MTT assay and oxidative stress with gene expression of the HMOX-1 gene.

Results and conclusions

Optimization of the methodology and the use of appropriate alternative methods allows for scientifically based assessment of the safety and risk of toxic substances in a model environment.

Another approach from the group of new alternative methods is the “Adverse Outcome Pathway (AOP)”. This is a pathway-based approach that can systematize mechanistic knowledge to aid health risk assessment.

Harmonization of *in vitro* methods and their integration into the regulatory framework for risk assessment will allow for better protection of public health and the environment through timely detection and assessment of environmental contaminants.

Acknowledgements: This study was conducted in connection with the implementation of the National project “AEROSOLS obtained during the conversion of biomass and their organic extracts – cytotoxic and oxidative response of model lung cell systems”, Contract No.KP-06-N44-5/13 of 14.07.2021, Scientific Research Fund (SRF).

Referereces

- Naydenova, I., Radoykova, T., Petrova, T., Sandov, O., Valchev, I. (2023). *Molecules*, 28, 4842.
- Qin, S. J., Zeng, Q. G., Zeng, H. X., Li, S. P., Andersson, J., Zhao, B., Oudin, A., Kanninen, K. M., Jalava, P., Jin, N. X., Yang, M., Lin, L. Z., Liu, R. Q., Dong, G. H., Zeng, X. W. (2024). Neurotoxicity of fine and ultrafine particulate matter: A comprehensive review using a toxicity pathway-oriented adverse outcome pathway framework. *Sci Total Environ.*, Oct. 15, 947:174450. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.174450. Epub 2024 Jul 3. PMID: 38969138.
- World Health Organization, Global Health Observatory (GHO) data, Ambient air pollution: https://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/en/#:~:text=Worldwide%2C%20ambient%20air%20pollution%20is,26%25%20of%20respiratory%20infection%20deaths

Потенциална взаимовръзка между фините прахови частици и аерофилните микроорганизми

Б. Григорова-Пешева^{1*}, Г. Кадинов²

¹Факултет „Горско стопанство“, Лесотехнически университет

²Факултет „Екология и опазване на екосистемите“, Лесотехнически университет

Ключови думи: *фини прахови частици, аерофилни микроорганизми, биоаерозоли*

*b.pesheva@ltu.bg

Въведение

Качеството на въздуха се влияе както от биологични, така и физични фактори. Към биологичните фактори се отнасят биоаерозоли, както и аерофилни микроорганизми. Важно е да се направи разлика между двата термина, предвид факта, че биоаерозолите представляват частици не само от микробиологичен произход, суспендирани във въздуха (Chen et al., 2020). От физичните фактори най-важно значение за качеството на въздуха има количеството на фините прахови частици (ФПЧ). Физичните и биологичните фактори за качеството на въздуха са взаимосвързани, тъй като фините прахови частици представляват адхезионни ядра за прикрепване и транспортиране на аерофилните микроорганизми (Aziz et al., 2018).

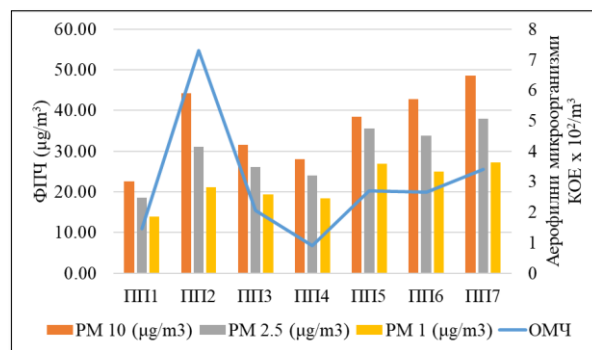
Методология

За целта на настоящата разработка са изследвани три паркови зони – Парк Борисова градина (ПП1), Парк Военна академия (ПП3), Парк Студентски (ПП6); три натоварени кръстовища – Орлов мост (ПП2), Кръстовище Военна академия (ПП4), Кръстовище ЛТУ (ПП7), и една зона в ПП „Витоша“ (ПП5). Апаратно са измерени концентрациите на ФПЧ по групи – PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) и PM1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). По време на пробовземането са отчетени температурата, влажността, посоката и скоростта на вятъра, налягането. За микробиологичните анализи е използван специализиран пробовземач на въздух. Култивирането на микроорганизмите е извършено според изискванията на всяка от изследваните микробиологични групи. Отчетено е общото микробно число (ОМЧ). Данните за всички изследвани параметри са посочени в 1 m^3 въздух.

Резултати и изводи

След анализ на резултатите се установи най-висока концентрация на ФПЧ от фракция PM10, следвана от фракция PM2.5 и PM1 за всички изследвани точки, без значение дали става въпрос за зелени зони, или горещи точки (фиг. 1). Изследваните зони са разпределени по двойки, така че да включват в себе си зелена зона и гореща точка в близост (ПП1 и ПП2, ПП3 и ПП4, ПП6 и ПП7). Изследваната зона във Витоша е използвана за отчитане на състоянието на въздуха в неурбанизирана територия. При всички изследвани двойки общото количество на ФПЧ е по-

ниско в зелените зони спрямо горещите точки, с изключение на ПП3. Общото микробно число показва аналогична тенденция.



Фигура 1. Концентрация на ФПЧ и ОМЧ

Интерес представляват данните за ПП5. Тук, макар да нямаме силно антропогенна зона, ясно се усеща влиянието на замърсяването на въздуха в резултат на използването на твърдо гориво за отопление. Така в тази ПП в обхвата на Витоша имаме нива на ФПЧ и ОМЧ, близки до най-високите стойности на останалите точки. С най-ниски нива както на ФПЧ, така и спрямо отчетените количества на общата аерофилна микрофлора се откроява Парк Борисова градина. Тук концентрациите на изследваните параметри са пет пъти по-ниски спрямо близко разположената гореща точка – Орлов мост (ПП2). Настоящото проучване ясно показва пряката взаимовръзка между количеството на ФПЧ, суспендирани във въздуха, и обилието на аерофилната микрофлора.

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект КП-06-Н74/5, финансиран от ФНИ.

Литература

- Aziz, A., Lee, K., Park, B., Park, H., Park, K., Choi, I., Chang, I. (2017). Comparative study of the airborne microbial communities and their functional composition in fine particulate matter (PM2.5) under non-extreme and extreme PM2.5 conditions. *Atmospheric Environment*, 194, 82–89.
- Chen, X., Kumari, D., Achal, V. (2020). A Review on Airborne Microbes: The Characteristics of Sources. Pathogenicity and Geography. *Atmosphere*, 11(9), 919, DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos11090919>.

A potential relationship between fine particulate matter and airborne microorganisms

B. Grigorova-Pesheva^{1*}, G. Kadinov²

¹Faculty of Forestry, University of Forestry

²Faculty of Ecology and Landscape Architecture

Keywords: *particle matters, aerophilic microorganisms, bioaerosols*

*email: b.pesheva@ltu.bg

Introduction

Biological and physical factors influence air quality. Biological factors include bioaerosols as well as aerophilic microorganisms. It is essential to distinguish between the two terms, given that bioaerosols are particles not only of microbiological origin suspended in the air (Chen et al., 2020). The most important physical factor for air quality is the amount of fine particulate matter (PM). Physical and biological factors of air quality are interconnected, as fine particulate matter represents adhesion nuclei for attachment and transport of airborne microorganisms (Aziz et al., 2018).

Methodology

For this study, three park areas were studied – Borisova Gradina Park (site 1), Military Academy Park (site 3), Studentski Park (site 6); three busy crossroads – Orlov Most (site 2), Military Academy (site 4), University of Forestry (site 7), and one area in Vitosha Natural Park (site 5). The concentration of PM₁₀, PM_{2.5}, and PM₁ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ was measured. Temperature, humidity, pressure, wind direction, and speed were recorded during sampling. A specialised air sampler was used for microbiological analyses. The cultivation of microorganisms was carried out according to the requirements of each of the studied microbiological groups. The total microbial number (TMN) was recorded. Data for all studied parameters are indicated in 1 m^3 of air.

Results and conclusions

After analysing the results, the highest concentration of PM₁₀ fraction was found, followed by PM_{2.5} and PM₁ fractions for all studied points, regardless of whether they were green areas or hot spots (Fig. 1.). The studied areas are distributed in pairs so as to include a green area and a nearby hotspot (site 1 and site 2, site 3 and site 4, site 6 and site 7). The studied area in Vitosha Mountain was used to assess the air quality in a non-urbanised area. In all pairs studied, the total amount of PM was lower in the green areas compared to the hot spots, except for site 3. The total microbial number shows a similar trend.

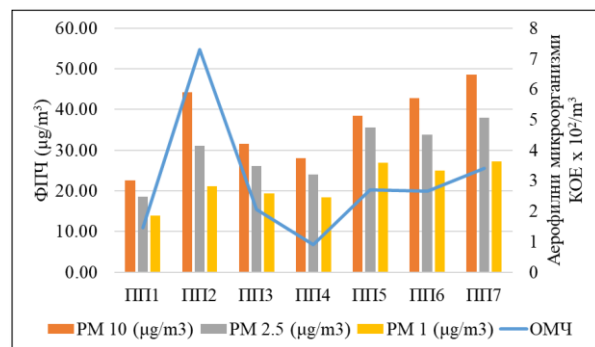


Figure 1. Concentration of PM and TMN

Site 5 data are of interest. Although we do not have a highly anthropogenic zone here, the impact of air pollution from using solid fuel for heating is clearly felt. At the Vitosha site, we have PM and TMN levels close to the highest values of the other points. Borisova Gradina Park stands out with the lowest levels of both PM and the reported amounts of total aerophilic microflora. Here, the concentrations of the studied parameters are five times lower than in the nearby hot spot – Orlov Most (site 2). The present study clearly shows the direct relationship between the amount of PM suspended in the air and the abundance of airborne microflora.

Acknowledgements: The research was carried out within the framework of project KP-06-N74/5, funded by the National Science Found.

References

- Aziz, A., Lee, K., Park, B., Park, H., Park, K., Choi, I., Chang, I. (2017). Comparative study of the airborne microbial communities and their functional composition in fine particulate matter (PM_{2.5}) under non-extreme and extreme PM_{2.5} conditions. *Atmospheric Environment*, 194, 82–89.
- Chen, X., Kumari, D., Achal, V. (2020). A Review on Airborne Microbes: The Characteristics of Sources. Pathogenicity and Geography. *Atmosphere*, 11(9), 919, DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos11090919>.

Оценка на точността на ансамбловия модел CAMS-ENS за 2023 година спрямо данни за качеството на атмосферния въздух в България – предварителни резултати

Х. Кирова, Е. Георгиева*, Н. Нейкова

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: ансамблов модел CAMS-ENS, верификация, качество на атмосферен въздух

*email: emilia.georgieva@meteo.bg

Въведение

Качеството на атмосферния въздух (КАВ) има значим екологичен и здравен аспект. Важна роля за прогнозиране на замърсяването на въздуха имат системите за моделиране на КАВ, като например ансамбловият модел за Европа на Услугата за мониторинг на атмосферата на програмата „Коперник“ CAMS-ENS [1]. Надеждността на резултатите му се оценява регулярно чрез сравнение с наблюдения в Европа [2]. В НИМХ резултати от CAMS-ENS се използват както за изготвяне на оперативни прогнози за КАВ за страната [3], така и при прилагане на методиката за оценка на приноса на пустинен прах към превишенията на пределно допустимите стойности на ФПЧ₁₀ [4].

Методология

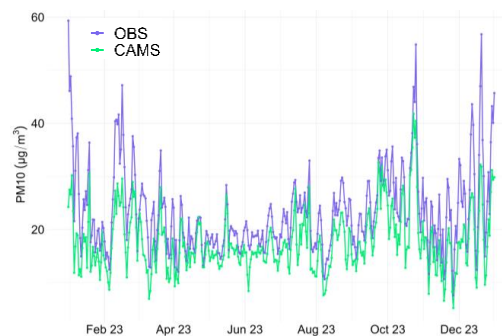
Това изследване представя годишна оценка на резултатите от CAMS-ENS за България през 2023 г. чрез сравнение на моделирани и наблюдавани концентрации на основни замърсители за фоновии станции (между 9 и 34) от мрежата за мониторинг към Изпълнителната агенция по околна среда. Представянето на модела е оценено чрез ключови статистически показатели (SI): средни стойности на наблюдавани (Obs) и моделирани (Mod) концентрации [$\mu\text{g m}^{-3}$], NMB [%], RMSE [$\mu\text{g m}^{-3}$] и корелация (r). Те са пресметнати за средноденоношните концентрации на ФПЧ₁₀, ФПЧ_{2.5} и SO₂, както и за максималните едночасови за даден ден концентрации на O₃ и NO₂.

Резултати и изводи

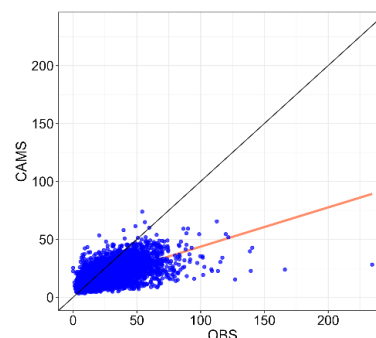
Обобщение на стойностите на SI е представено в таблица 1. За повечето разглеждани замърсители моделираните стойности са по-ниски от наблюдаваните, с изключение на O₃, при който концентрациите са надценени с около 8%. Резултатите за O₃ са относително добри, следвани от тези за ФПЧ_{2.5} и ФПЧ₁₀. Най-голямо е подценяването за NO₂ и SO₂ (над 40%).

Таблица 1. Стойности на SI и брой включени измервателни станции за мониторинг на КАВ

2023	Obs	Mod	NMB	RMSE	r	N
PM ₁₀	23.42	17.76	-24.14	11.7	0.62	34
PM _{2.5}	13.67	11.62	-15.01	7.76	0.52	9
O ₃	69.12	74.6	7.92	21.36	0.68	20
NO ₂	35.6	14.02	-60.62	32.95	0.45	18
SO ₂	10.15	5.77	-43.15	9.1	0.35	23



Фигура 1. Времеви ход на концентрациите на ФПЧ₁₀, осреднени за 34 станции през 2023 г.



Фигура 2. Диаграма на разсейване на средноденоношните концентрации [$\mu\text{g m}^{-3}$] на ФПЧ₁₀

На фигура 1 е илюстрирано, че моделът подценява стойностите на ФПЧ₁₀, по-значително през студената част от годината. Фигура 2 показва, че подценяването е по-съществено при високи наблюдавани концентрации (над 50 $\mu\text{g m}^{-3}$).

Благодарности: Част от резултатите са получени в рамките на проект CAMS2_72BG, финансиран от ЕСМВФ по схемата CAMS-NCP, и проект „Анализ на резултати от прилагане на методиката за пренос на пустинен прах над страната“ от Научния план на НИМХ.

Литература

- [1] <https://atmosphere.copernicus.eu/>
- [2] <https://atmosphere.copernicus.eu/regional-services>
- [3] <https://airquality.meteo.bg/>
- [4] https://eea.government.bg/bg/legislation/air/Me todika_pustinen_prah1.pdf

Evaluation of CAMS Ensemble model performance for year 2023 against measured air pollutant concentrations in Bulgaria – preliminary results

H. Kirova, E. Georgieva*, N. Neykova

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *CAMS-ENS model, air quality, model evaluation*

*email: emilia.georgieva@meteo.bg

Introduction

Air quality (AQ) is a critical environmental and health concern. In this context, AQ modelling system such as Copernicus Atmosphere Monitoring Service ensemble model CAMS-ENS [1], play an important role in providing forecasts. The reliability of its results is regularly assessed by comparison with observations across Europe [2]. At the National Institute of Meteorology and Hydrology (NIMH) CAMS-ENS results are used both for preparing operational AQ forecasts for the country [3] and for applying the methodology for assessing exceedances of PM₁₀ concentrations attributable to the emission from natural sources: desert dust [4].

Methodology

This study provides an annual assessment of the CAMS-ENS results for Bulgaria in 2023, comparing modeled and observed concentrations of key pollutants at background stations in the monitoring network (ranging from 9 to 34 stations) of the Executive Environment Agency. The model performance was assessed using key statistical indicators (SI): mean observed (Obs) and modelled (Mod) concentrations [$\mu\text{g m}^{-3}$], NMB [%], RMSE [$\mu\text{g m}^{-3}$] and correlation (r). These indicators were calculated for daily average concentrations of PM₁₀, PM_{2.5}, and SO₂, and for the daily maximum 1-hour concentrations of O₃ and NO₂.

Results and conclusions

Summary of the SI values is presented in Table 1. For most of the analyzed pollutants, the model tends to underestimate concentrations compared to the observed values, with the exception of O₃, where concentrations are overestimated by approximately 8%. The CAMS-ENS performs relatively well for O₃, followed by PM_{2.5} and PM₁₀. The largest underestimation occurs for NO₂ and SO₂ (over 40%).

Table 1. SI values and number of included AQ stations

2023	Obs	Mod	NMB	RMSE	r	N
PM ₁₀	23.42	17.76	-24.14	11.7	0.62	34
PM _{2.5}	13.67	11.62	-15.01	7.76	0.52	9
O ₃	69.12	74.6	7.92	21.36	0.68	20
NO ₂	35.6	14.02	-60.62	32.95	0.45	18
SO ₂	10.15	5.77	-43.15	9.1	0.35	23

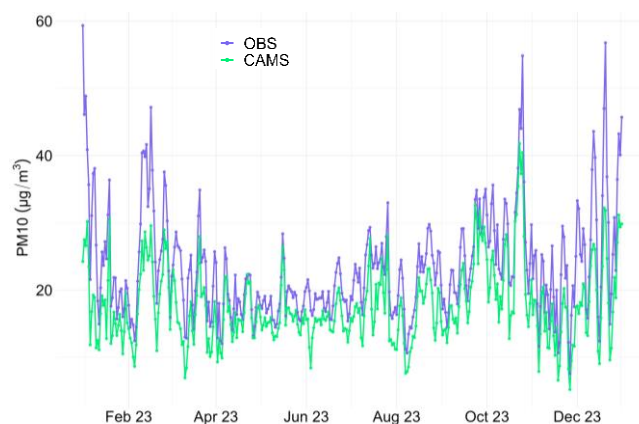


Figure 1. Time series plot of observed and modelled PM₁₀ concentrations, averaged for 34 stations

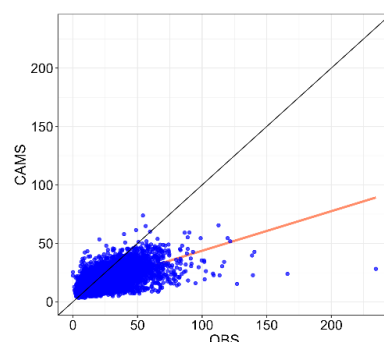


Figure 2. Scatter plot of PM₁₀ concentrations

The annual variation of PM₁₀ concentrations, averaged over 34 stations, is presented in Fig. 1. The model tends to underestimate PM₁₀ values, particularly during the colder months. Figure 2 indicates that the underestimation is more noticeable at higher observed concentrations (above 50 $\mu\text{g m}^{-3}$).

Acknowledgements: Part of the results were obtained within the project CAMS2_72BG funded by ECMWF under the CAMS-NCP scheme and a project “Methodology for dust subtractions of daily PM₁₀ – analysis of results” from NIMH Scientific plan.

References

- [1] <https://atmosphere.copernicus.eu/>
- [2] <https://atmosphere.copernicus.eu/regional-services>
- [3] <https://airquality.meteo.bg/>
- [4] https://eea.government.bg/bg/legislation/air/Me todika_pustinen_prah1.pdf

Измерване на слънчевата радиация в България – проблеми и решения

В. Манева-Петрова*

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *слънчева радиация, спътникова информация, моделни данни, продължителност на слънчевото греене, ВЕИ**vanya.maneva@meteo.bg**Въведение**

Слънчевата радиация (СР) е важен метеорологичен елемент. Тя е част от семейството на възобновяемите енергийни източници (ВЕИ) и данните, получени от измерването ѝ, представляват интерес както за науката, така и за бизнеса.

В България слънчева радиация се измерва само в 4 станции със специализирани уреди, като измерените данни са представителни за район от едва 30 км около станцията. По тази причина за определяне на СР на места, където няма измервания, се търсят алтернативни варианти. За определяне на радиацията в точки без измервания обикновено се използват 3 метода: спътникова информация, моделни данни (от модел WRF) и изчисляване на слънчева радиация по данни за продължителност на слънчевото греене. Всеки от трите метода има своите предимства и недостатъци и се търсят начини за намаляване на грешката при всеки от тях.

Методология

За проверка на посочените методи е необходимо да се подбере контролна станция, в която има измервания от достатъчно дълъг и без значителни прекъсвания период. Получените данни от алтернативните методи да се сравнят с измерените в станцията. Показаните тук резултати са получени от сравнение на данни, измерени в станция София, със спътникови данни, изходни данни от модела WRF и данни, получени чрез преизчисляване на СР по продължителност на слънчевото греене за същата точка.

При метод 1 – Архивните спътникови данни от по-старото поколение спътници са с ниска пространствена резолюция 100 км x 100 км (1°x1°) (Chou & Suarez, 1999), което налага допълнителна обработка, преди да могат да бъдат сравнени с реално измерените данни и да се определи грешката на метода. Данните от новото поколение сателити са с пространствена стъпка 4 x 5 км, но също преминават през няколко етапа на обработка, преди да могат да се сравнят с измерените в станцията и да се определи грешката на метода.

При метод 2 – Използват се данни за слънчева радиация, получени от модела WRF. Моделът се „захранва“ с данни от GFS. Тествани са 3 схеми за моделиране на данни за СР. Получените резултати се сравняват с данните от контролната станция и се определя грешката на метода.

При метод 3 – Използват се данни за продължителност на слънчевото греене (СГ). Проблемът при този метод е, че ако в близост до интересуващата ни локация няма измервания на продължителност на СГ, не може се изчисли и СР. При наличие на данни за продължителност на СГ, използвайки формули от Gopinathan (1988) и универсални калибровъчни коефициенти, се изчислява СР в точката от интерес. Грешката се определя чрез сравнение на получените по метода стойности с измерените.

Резултати и изводи

Грешките в моделните данни от WRF, сравнени с данни от измервания, са представени в таблица 1. Грешките, получени при използване на спътникови данни, сравнени с реални измервания, са представени в таблица 2.

Таблица 1. Грешка (%) при използване на метод 2

Err sch 1[%]	Err sch 2[%]	Err sch 3[%]
8.80	8.54	7.72

Таблица 2. Грешка (%) при използване на метод 1

Sat point	Direct replacement [%]	Extraterr corr [%]		Clear sky corr [%]	
Closest	-6.58	6.13	6.38	5.85	6.12
Most distant	3.29	5.86	4.24	5.48	4.54

Анализирайки получените данни, се вижда, че моделът WRF дава завишени резултати, но грешката е под 10%. Аналогични са резултатите и при спътниковите наблюдения, където грешката отново е под 10%. Предстои изчисляване на калибровъчни коефициенти за България и сравнение на методите и за други станции, в които се измерва слънчева радиация.

Литература

- Baek, S. (2017). *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 9.
 Chou, M. D., Suarez, M. J. (1999). *NASA Tech. Memo*, 104606, 15, 40 pp.
 Gopinathan, K. K. (1988). *Solar Energy*, 41, 499–502.

Solar radiation measurement in Bulgaria – problems and solutions

V. Maneva-Petrova*

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *solar radiation, satellite information, model data, sunshine duration, renewable energy sources*

*vanya.maneva@meteo.bg

Introduction

Solar radiation (SR) is a meteorological element of great significance that constitutes a subset of the family of renewable energy sources (RES). The data obtained from its measurement is of considerable interest to both scientific and business communities.

In Bulgaria, however, solar radiation is measured at only four stations equipped with specialised instruments, and the measured data are representative of an area of only 30 km around the station. Consequently, alternative methods are being sought to determine SR in locations where measurements are not available. Three commonly used methods are employed to determine radiation at points without measurements: satellite information, model data (from the WRF model) and calculation of solar radiation from sunshine duration data. Each of these methods has its own advantages and disadvantages, and efforts are underway to mitigate the associated errors.

Methodology

In order to verify the aforementioned methods, it is necessary to select a control station where measurements have been available for a sufficiently long period without significant interruptions. The data obtained by the alternative methods should be compared with the data measured at the station. The results shown here are derived from a comparison of data measured at the Sofia station with satellite data, WRF model output and data obtained by recalculating the SR by sunshine duration for the same point.

In Method 1, the archived satellite data from older generation satellites possess a low spatial resolution of 100 km x 100 km (1°x1°) (Chou & Suarez, 1999), which necessitates additional processing prior to comparison with the actual measured data and the determination of the method error. The data from the new generation of satellites has a spatial resolution of 4 x 5 km, but also undergoes several processing steps before it can be compared with the measured data at the station and the method error determined.

Method 2 involves the utilisation of solar radiation data obtained from the WRF model, which is fed with data from the GFS. A total of three modelling schemes were subjected to testing for the SR data. The ensuing results were then compared with the control station data, thus enabling the determination of the method's error.

The third method utilises sunshine duration (SD) data, but this approach is hindered by the inability to calculate SR if SD measurements are not available in the vicinity of interest. When SD data is accessible, the SR at the point of interest is determined through the application of formulas derived from Gopinathan (1988) and universal calibration coefficients. The error is subsequently determined by comparing the values obtained by the method with the measured values.

Results and conclusions

The discrepancy between the WRF model data and the measured data is illustrated in Table 1. The errors obtained from satellite data in comparison with real measurements are presented in Table 2.

Table 1. Percentage error rate associated with the implementation of Method 2

Err sch 1[%]	Err sch 2[%]	Err sch 3[%]
8.80	8.54	7.72

Table 2. Percentage error rate associated with the implementation of Method 1

Sat point	Direct replacement [%]	Extraterr corr [%]		Clear sky corr [%]	
Closest	-6.58	6.13	6.38	5.85	6.12
Most distant	3.29	5.86	4.24	5.48	4.54

A thorough examination of the obtained results reveals that the WRF model tends to produce results that are slightly elevated, yet the margin of error remains consistently below 10%. A comparable trend is observed in satellite observations, where the margin of error also remains below 10%. The subsequent step involves the calculation of calibration coefficients specific to Bulgaria and a comparative analysis of the methodologies employed at other stations that measure solar radiation.

References

- Baek, S. (2017). *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 9.
 Chou, M. D., Suarez, M. J. (1999). *NASA Tech. Memo*, 104606, 15, 40 pp.
 Gopinathan, K. K. (1988). *Solar Energy*, 41, 499–502.

Характеристики на общата бета активност на атмосферата в България

Б. Велева¹, Е. Йорданова^{1*}, Н. Ванкова², Е. Христова¹

¹Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

²Филиал Варна, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *атмосферна радиоактивност, обща бета, вариации по време и пространство*

*email: eyordanova@meteo.bg

Въведение

Изследването на радиоактивното замърсяване на земната атмосфера започва с опитите с ядрени оръжия през 50-те и началото на 60-те години на XX век. Общо 543 атмосферни ядрени теста са направени от САЩ, СССР, Великобритания, Франция и Китай. Допълнително, в резултат на ядрени аварии, най-значими от които тези в АЕЦ Чернобил, 1986 г., и АЕЦ Фукушима, 2011 г., в атмосферата са изхвърлени широк спектър продукти на делене и активация. В резултат на адвекция и турбулентна дифузия радиоактивните примеси, постъпили в тропосферата и стратосферата, се разпространяват в регионален и глобален мащаб.

Измерването на активността на отложените радионуклиди върху земната повърхност е от изключително значение за изучаването на процесите на депозиция, оценката на потенциалното замърсяване на почвата, растенията и бионаличността на радионуклидите за трансфер през хранителните вериги. Основната задача на тази работа е да обобщи резултатите от дейностите и изследванията, извършени в областта на атмосферната радиоактивност в НИМХ, България.

Методология

Комплексната оценка на радиоактивността на атмосферата се основава на вземане на проби от атмосферен аерозол и атмосферни отлагания. Понастоящем в 8 станции в страната се експонира 24-часов планшет за събиране на проби. Месечен фолат се събира в 19 метеорологични станции на 1-во число на всеки месец. Общата бета активност на денонощен валеж се измерва в 7 станции.

Резултати и изводи

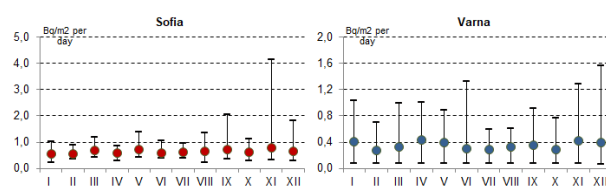
Отложените активности на бета радионуклиди показват значителни вариации и ясно изразени пикови стойности, свързани с процеси на обогатяване с естествени радионуклиди като ^7Be , ^{210}Pb , ^{212}Pb , ^{214}Pb , ^{210}Bi , ^{212}Bi , ^{214}Bi и други. Увеличаването на отложените бета радионуклиди на дъщерните на ^{222}Rn и ^{220}Rn често се наблюдава при първите валежи след продължителен сух период. Такъв период разглеждаме през април – май 2024 г.

В това изследване е представена работата на мрежата за атмосферна радиоактивност: времеви ход, средни и максимални стойности на концентрацията и депозицията за периода 1986–2024 г. Два епизода на трансграничен пренос и отлагане на техногенни радионуклиди са

регистрирани в България след 2010 г. Аварията в АЕЦ Фукушима през март 2011 г. не повлиява много на дългоживущата обща бета активност във филтри и проби от депозицията, но ^{131}I , ^{137}Cs и ^{134}Cs са открити в седмични проби от валежи в София, Бургас и някои други станции в Северна България (Велева, 2013). В края на септември и началото на октомври 2017 г. е засечено увеличение на общата бета активност първо в брегови станции във Варна и Бургас, а след това в София и Пловдив. Увеличението на общата бета активност се дължи на замърсяване с ^{106}Ru , доказано чрез гама спектрометрия (Veleva et al., 2019). Получената концентрация и депозиция се сравняват с наличните данни от други европейски региони, бюлетините на ROSGIDROMET и базата данни на СТВО. Траекторният модел HYSPLIT (Rolph et al., 2017) е успешно използван за търсене на източника на замърсяване.

Нови предизвикателства са възможни, например: високата бета активност на атмосферната депозиция в няколко случая през 2024 г. във Варна се дължи на наличието на естествени радионуклиди, доказано чрез гама спектрометрия.

Резултатите, получени в рамките на нашата дейност, са подходящи и полезни за мониторинга на радиоактивността на околната среда в България в най-динамичната ѝ част – атмосферата. Някои от резултатите се представят в Месечния бюлетин на НИМХ.



Фигура 1. Вариация във времето на средна, максимална и минимална 120-часова обща бета активност на отлагане върху планшет, 2024 г.

Литература

- Велева, Б. (2013). 22 Междунар. Симп. Екология и безопасност, 7–11 юни 2013 г., *J. Intern. Sci.* Публик.: Екология и безопасност, 7, Ч. 1, 97–111. ISSN1313-2563.
- Месечен хидрометеорологичен бюлетин, София, ISSN 1314-894X (печат), ISSN 2815-2743 (онлайн), <https://bulletins.cfd.meteo.bg>
- Rolph, G., Stein, A., Stunder, B. (2017). *Environmental Modelling & Software*, 95, 210–228, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.025>
- Veleva, B., Hristova, E., Dobrev, L., Georgiev, S., Vankova, N. (2019). *Seventh international conference on radiation in various fields of research (RAD 2019)*.

Atmospheric total beta activity characteristics in BulgariaB. Veleva¹, E. Yordanova^{1*}, N. Vankova², E. Hristova¹¹Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology²Branch Varna, National Institute of Meteorology and HydrologyKeywords: *atmospheric radioactivity, total beta, time and space variation**email: eyordanova@meteo.bg**Introduction**

The intensive study of the radioactive contamination of the earth atmosphere is started with the beginning of nuclear tests in 50s and 60s of the XX century. In total 543 atmospheric nuclear tests were made by USA, USSR, UK, France and China. In addition nuclear accidents occurred with major importance of releases from Chernobyl and Fukushima Daiichi NPPs. As a result of advection and turbulent diffusion, radioactive impurities injected into the troposphere and stratosphere spread on a regional and global scale.

Measurement of the density of deposition of radionuclides on earth's surface is of utmost importance to the study of the processes of deposition, the evaluation of potential contamination of the soil and plants, and therefore the bioavailability of the radionuclides that transfer through the food chain. The main task of this work is to summarize the results from activities and studies done on the field of atmospheric radioactivity in Bulgaria in particular in the frame of NIMH service.

Methodology

The complex assessment of atmospheric radioactivity is based on sampling of atmospheric aerosol (filter samples) and atmospheric deposits (dry and wet fallout, precipitation). Total beta activity is measured by beta radiometers calibrated with ⁹⁰Sr/⁹⁰Y sealed standard source. Nowadays in 8 stations exposed 24 hours planshet samples are collected, while they were 35 in 1986. Total monthly deposition is collected in 19 meteorological stations on the 1st date of every month. And total beta of daily precipitation is measured for 7 stations. Gamma-spectrometry and alpha-spectrometry (after radiochemical separation) is used in case of elevated beta activity.

Results and conclusions

The activity of deposited beta radionuclides shows significant variations and distinct peak values, most often associated with enrichment processes with natural radionuclides like ⁷Be, ²¹⁰Pb, ²¹²Pb, ²¹⁴Pb, ²¹⁰Bi, ²¹²Bi, ²¹⁴Bi etc. The increase of the deposited beta radionuclides of ²²²Rn and ²²⁰Rn daughters is often observed with the first precipitation after prolonged dry period. One such episode considered is from April-May 2024.

In this study the work of the network for atmospheric radioactivity as time series, mean and maximum values of concentration and deposition for the period 1986–2024 is presented. Two episodes of

transboundary transport and deposition of man-made radionuclides was recorded in Bulgaria after 2010. The Fukushima NPP accident in March 2011 did not affect much the long lived gross beta activity in filter and deposition samples, but ¹³¹I, ¹³⁷Cs and ¹³⁴Cs were detected in weekly precipitation samples in Sofia, Burgas and some other stations in Northern Bulgaria (Veleva, 2013). In the end of September and in the beginning of October 2017 well distinguished signal of gross beta activity increase was measured first in coastal stations in Varna and Burgas and then in Sofia and Plovdiv. The increase of gross beta was due to contamination with ¹⁰⁶Ru as proved by gamma spectrometry (Veleva et al., 2019). The obtained concentration and deposition are compared to the available data from other European regions, bulletins of ROSGIDROMET and CTBTO database. The trajectory model HYSPLIT (Rolph et al., 2017) was successfully used in order to look for the source of contamination.

The new challenges could arrive at any time: as for example high beta activity of atmospheric deposition in few cases in 2024 in Varna was due to the presence of natural radionuclides, proved by gamma spectrometry.

The results obtained in the frame of our activities can be considered relevant and useful for environmental radioactivity monitoring in Bulgaria. Some results are presented regularly in the monthly Bulletin of NIMH.

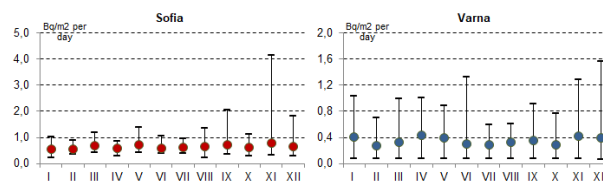


Figure 1. Time variation of mean, maximum and minimum 120h total beta activity of deposition, 2024

References

- Monthly hydrometeorological bulletin, Sofia, ISSN 1314-894X (print), ISSN 2815-2743 (online), <https://bulletins.cfd.meteo.bg>
- Rolph, G., Stein, A., Stunder, B. (2017). *Environmental Modelling & Software*, 95, 210–228, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.025>
- Veleva, B. (2013). 22 Intern. Symp. Ecology & Safety, 7–11 June, 2013, Sunny Beach. *J. Intern. Sci. Publ.: Ecology & Safety*, 7, Part 1. 97–111. ISSN1313-2563.
- Veleva, B., Hristova, E., Dobrev, L., Georgiev, S., Vankova, N. (2019). *Seventh international conference on radiation in various fields of research (RAD 2019)*.

Траекторни статистически методи като спомагателни инструменти при изследвания, свързани с произхода на ФПЧ

Р. Нейкова*, Е. Христова

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: *атмосферно замърсяване, обратни траектории, статистически методи, ФПЧ₁₀*

*email: rozeta.neikova@meteo.bg

Въведение

Освободените в атмосферата фини прахови частици (ФПЧ) могат да пропътуват големи разстояния, като по този начин да повлияят качеството на въздуха не само локално, но и на голяма дистанция. Известно е, че ФПЧ причиняват редица проблеми на човешкото здраве и могат да окажат отрицателно въздействие върху околната среда (климат, видимост и биогехимични цикли).

Прилагането на траекторни статистически методи (ТСМ) може да бъде полезен инструмент при изследвания на произхода на ФПЧ. Те позволяват едновременно изчисления на обратни траектории на въздушни маси и концентрации на ФПЧ в една или няколко рецепторни точки. Употребата на ТСМ върху големи ансамбли от траектории значително намалява несигурността на траекториите, генерирана от процесите на интерполация, ниска времева или пространствена разделителна способност на данните за вятъра или неподходящ подбор на началните височини.

Целта на тази работа е да се покаже полезността на ТСМ като допълнителен инструмент за идентифициране влиянието на произхода на въздушната маса върху концентрациите на ФПЧ₁₀.

Методология и някои резултати

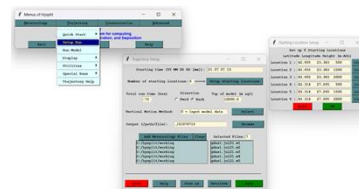
Анализът на ТСМ, се състои от няколко стъпки:

Клъстерен анализ – статистически метод, използван при преглед на данни за подреждане в няколко групи, наречени клъстери.

Функция за принос на потенциалния източник (PSCF) – изчислява вероятността за това източник да се намира на място с координати (i, j) и въздушни маси, чиито обратни траектории преминават през тези координати, да пренасят замърсяване към рецепторната точка.

Концентрация на претеглена траектория (CWT) – дава оценка за полето на концентрациите на потенциалните източници на частици.

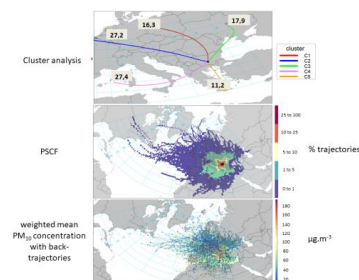
Всички тези функции са приложени посредством софтуерния пакет “OpenAir” в R към обратни траектории, възпроизведени с модела Hysplit на NOAA (Национална океанска и атмосферна администрация). В тази работа е използвана настолната версия на модела под Windows (фиг. 1).



Фигура 1. Изглед на Windows базираната настолна версия на модела HYSPLIT, използван за възпроизвеждане на обратните траектории

ТСМ често се използват в комбинация с информация за химичния състав на ФПЧ за идентифициране на различни източници на различни замърсители на въздуха (López, 2019).

Някои резултати за Пловдив са показани на фиг. 2. Обратните траектории на въздушните маси са групирани в 5 клъстера, представляващи типични метеорологични ситуации. Анализите на резултатите от PSCF и CWT показват възможно трансгранично замърсяване, повлияващо дневните концентрации на ФПЧ₁₀, главно от юг, югозапад (Neykova, 2020, 2021).



Фигура 2. Клъстерен анализ, Функция за принос на потенциалния източник и претеглени средни концентрации на ФПЧ₁₀ за гр. Пловдив

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на НП „Млади учени и постдокторанти“.

Литература

- López, V., Salvador, P., Artíñano, B. et al. (2019). Influence of the origin of the air mass on the background levels of atmospheric particulate matter and secondary inorganic compounds in the Madrid air basin. *Environ Sci Pollut Res*, 26, 30426–30443.
- Neykova, R., and Hristova, E. (2020). Backward trajectories and cluster analyses for study of PM10 concentration variations in Bulgarian urban area. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 24/2 (2020), 66–83.
- Neykova, R., and Hristova, E. (2021). Backward trajectories and cluster analyses for study of PM10 concentration in Bulgaria during dust episodes. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 25/2 (2021), 45–60.

Trajectory statistical methods as auxiliary tools in the PM source region studies

R. Neykova*, E. Hristova

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *atmospheric pollution, back-trajectories, TSM, PM₁₀**email: rozeta.neikova@meteo.bg

Introduction

Particulate matter (PM) emitted in the atmosphere by natural and anthropogenic sources can be released at one location and travel long range affecting air quality locally and at long distances away. PM is recognized to cause a number of problems on human health and can affect negatively the environment (climate, visibility and biogeochemical cycles).

Application of trajectory statistical methods (TSMs) can be useful tool for investigating the sources region of PM. Those methods allow simultaneous computational treatment of air mass back-trajectories and PM concentrations at one or several receptor points. The use of TSMs upon large trajectory ensembles significantly reduce the trajectory uncertainty generated by interpolation and truncation processes, low temporal or spatial resolution of wind data, or an inappropriate selection of the starting heights.

The aim of this study is to present the usefulness of the TSMs as supplementary tools in identifying the influence of the air mass origin on PM₁₀.

Methodology and some results

The analysis with TSM contains several steps:

Cluster analysis – statistical method used to examine data and group it into sets of similar data known as clusters.

Potential Source Contribution Function (PSCF) – if a source is located at (i, j), an air parcel back trajectory passing through that location indicates that material from the source can be collected and transported along the trajectory to the receptor site.

Concentration Weighted Trajectory (CWT) – evaluation of the potential source regions of particles.

All those functions are applied to the NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) HYSPLIT back-trajectories with the software package “OpenAir” in R. In this study a Windows desktop version of the model is used (Fig. 1).

The TSMs are often used in combination with information on the chemical composition of PM to identify different source regions of different air pollutants (López, 2019).

Some results for Plovdiv are illustrated on Fig. 2. Air mass back-trajectories were grouped into 5 clusters, representing a typical meteorological scenario. The results from PSCF and CWT analyses present possible influence on daily PM₁₀ concentrations from cross-

border natural and anthropogenic sources, mainly from south, south-west (Neykova, 2020, 2021).

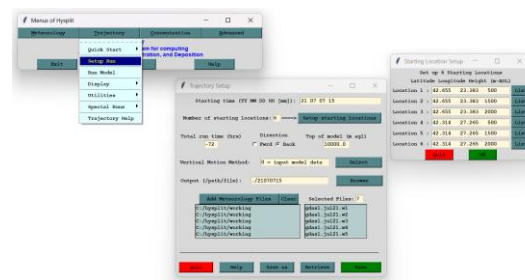


Figure 1. Example of desktop Windows based version of HYSPLIT model look used for back-trajectories

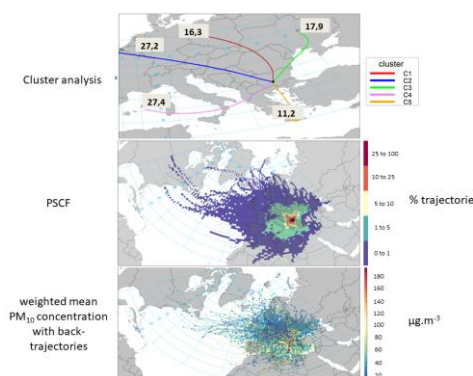


Figure 2. Cluster analyses, PSCF and weighted mean PM₁₀ concentration with back-trajectories for Plovdiv

Acknowledgements: This study was performed with the financial support from the National Programme “Young scientists and post-doctoral”.

References

- López, V., Salvador, P., Artíñano, B. et al. (2019). Influence of the origin of the air mass on the background levels of atmospheric particulate matter and secondary inorganic compounds in the Madrid air basin. *Environ Sci Pollut Res*, 26, 30426–30443.
- Neykova, R., and Hristova, E. (2020). Backward trajectories and cluster analyses for study of PM₁₀ concentration variations in Bulgarian urban area. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 24/2 (2020), 66–83.
- Neykova, R., and Hristova, E. (2021). Backward trajectories and cluster analyses for study of PM₁₀ concentration in Bulgaria during dust episodes. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 25/2 (2021), 45–60.

Резултати от три години измервания на Black Carbon в София

Н. Нейкова, Б. Велева, Е. Христова*

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология
Ключови думи: Black Carbon, качество на атмосферния въздух, градска атмосфера

*email: elena.hristova@meteo.bg

Въведение

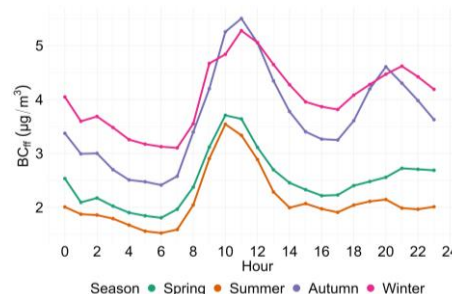
Новата Европейска директива за качество на въздуха, приета на 14 октомври 2024 г., изисква допълнителен мониторинг на значими замърсители като ултрафини частици (UFP), разпределението на размера на UFP, Black Carbon или димни частици (BC), елементарен въглерод, амоняк, множество летливи органични съединения, оксидативния потенциал на ФПЧ (Savadkoohi et al., 2024).

BC е част от състава на фините прахови частици, който има негативно въздействие върху климата и човешкото здраве. Измерванията на концентрацията на BC обикновено се извършват чрез измерване на абсорбция на светлина от събираните върху филтър ФПЧ – Aethalometer (AE) и Multiangle Absorption Photometer (MAAP). Основната цел на това изследване е да представи резултати от измерванията на концентрацията на BC за 3-годишен период в градската атмосфера на София.

Методология и някои резултати

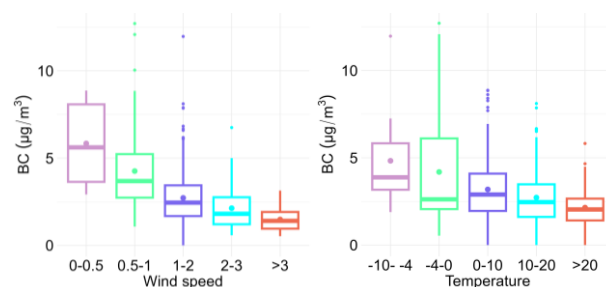
В периода февруари 2022 – декември 2024 г. за първи път в България е използван аеталометър модел AE33 (Magee Scientific, САЩ) за измерване на концентрацията на BC в НИМХ. Пробовземача глава тип циклон (2.5 μm cut at 2 LPM) е монтирана на 5.5 m над земята. AE33 непрекъснато събира аерозолни частици, като пропуска въздушния поток през филтърна лента (M8060). Анализите се извършват при седем оптични дължини на вълната ($\lambda = 370, 470, 520, 590, 660, 880$ и 950 nm) (AE33 User's manual). Вариациите в оптичното затихване и сечението на масова абсорбция (MAC) от $7.77 \text{ m}^2/\text{g}$ при 880 nm се използват за изчисляване на масовата концентрация на BC. Получените данни за концентрацията на BC заедно с основни метеорологични параметри, като скорост на вятъра, температура и количество на валежа в София, са обработени с помощта на статистическия софтуер R.

За оценка на часовия, дневния, месечния, сезонния и годишния ход на концентрациите на BC са използвани боксплотове и времеви плотове. Средно-часовите стойности на BC по сезони са представени на фигура 1. Сезоните са дефинирани като: пролет март–май, лято юни–август, есен септември–ноември, зима декември–февруари. Наблюдава се бимодално разпределение на концентрацията на BC през всички сезони, със сутрешен пик между 10:00 и 11:00 и вечерен пик около 20:00–21:00. Най-ниските концентрации на BC се наблюдават в ранните сутрешни часове, между 5:00 и 6:00.



Фигура 1. Времеви плот на средночасовите концентрации на BC по сезони

Влиянието на скоростта на вятъра върху среднодневните концентрации на BC е оценено чрез боксплотове (фиг. 2, ляво). Стойностите на BC са по-високи при по-слаб вятър и по-ниски при по-силен вятър. Това е в съответствие с типичната динамика на замърсяване на въздуха в градски условия, при която условията на безветрие задържат замърсители, докато по-високите скорости на вятъра помагат за тяхното разсейване. Подобни резултати са получени при оценка на влиянието на температурата върху концентрациите на BC (фиг. 2, дясно). Замърсяването с BC е по-високо при по-ниски температури и по-ниско при по-високи температури.



Фигура 2. Сравнение на BC, групирани по скорост на вятъра (ляво) и температура (дясно)

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект „Разработване на методология за измерване на Black Carbon в реално време в атмосферен аерозол“, финансиран от НИМХ.

Литература

Aethalometer Model AE33 User's manual – Ver. 1.58 June 2020, Magee Scientific Aethalometer®, Aerosol d.o.o., Ljubljana, Slovenia.

Savadkoohi, M. et al. (2024). Guidance documents on measurements & modeling of novel air quality pollutants: Black Carbon determinations, RI-URBANS: <https://riurbans.eu/results/#publications> (accessed on 20 February 2025).

Three-year measurements of Black Carbon concentration in Sofia

N. Neykova, B. Veleva, E. Hristova*

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *Black Carbon, Air quality, urban atmosphere*

*email: elena.hristova@meteo.bg

Introduction

The new European Ambient Air Quality Directive (NAQD), adopted on 14 October 2024, requires new pollutants to be monitored such as ultrafine particles (UFP), UFP size distributions (PNSD), black Carbon (BC) and elemental carbon (EC), as well as ammonia (NH₃) and multiple volatile organic compounds (VOCs), the oxidation potential (OP) of PM (Savadkoohi et al., 2024).

Black Carbon, a component of particulate matter, is associated with serious impacts on climate and human health. Measurements of mass concentrations of BC are typically performed using filter absorption photometers – the widely used Aethalometer (AE) and Multiangle Absorption Photometer (MAAP).

The main objective of this study is to present the results of BC concentration measurements over a three-year period in Sofia's urban atmosphere.

Methodology and some results

For the first time in Bulgaria, an aethalometer (Model AE33, Magee Scientific, USA) was used to measure BC concentration at NIMH, Sofia, from February 2022 to December 2024. The air inlet is installed at 5.5 m a.g.l. The AE33 continuously collects aerosol particles by passing the aerosol-laden air stream through points on the filter tape (M8060). Analyses were performed at seven optical wavelengths ($\lambda = 370, 470, 520, 590, 660, 880$ and 950 nm), ranging from near infrared to near ultraviolet (AE33 User's manual). The variations in optical attenuation and a mass absorption cross section (MAC) of $7.77 \text{ m}^2/\text{g}$ at 880 nm are used to calculate the BC mass concentration. Furthermore, the obtained data for BC concentration together with basic meteorological parameters as wind speed, temperature and precipitation quantity in Sofia were processed with statistical software R.

Black Carbon (BC) concentrations were first analyzed to assess their temporal variability. Hourly, daily, monthly, seasonal, and annual patterns were examined using box plots and time series plots. The hourly average BC changes throughout the day for each season are shown in Fig. 1. Seasons are defined as: spring March–May, summer June–August, autumn September–November, winter December–February. A distinct bimodal distribution of BC concentration was observed across all seasons, with a morning peak between 10:00–11:00 and an evening peak around 20:00–21:00. The lowest BC concentrations consistently occurred in the early morning hours, between 5:00 and 6:00.

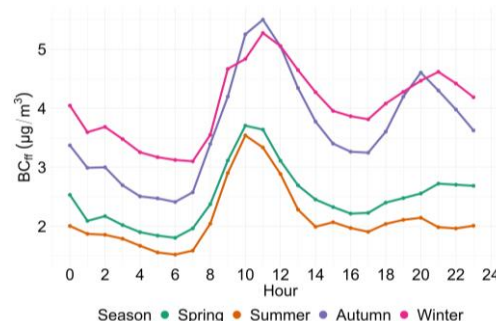


Figure 1. Time series plot of the hourly average BC throughout the day for each season

The influence of wind speed on BC concentrations was evaluated through box plot visualization (Fig. 2, left). The plot shows an inverse relationship between daily average BC concentrations and wind speed. The BC concentrations were higher under low wind conditions and lower during windier periods. This aligns with typical urban air pollution dynamics, where stagnant air conditions trap pollutants, while higher wind speeds help to disperse them. Similar results were observed for BC concentrations in relation to temperature (Fig. 2, right). BC pollution was found to be higher at lower temperatures and lower at higher temperatures.

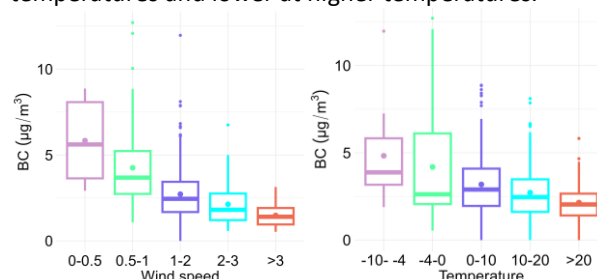


Figure 2. BC concentrations grouped by wind speed (left) and temperature (right) and divided into 5 ranges

Acknowledgements: This work was supported by the NIMH under project “Development of a methodology for real-time measurement of Black Carbon in atmospheric aerosol”.

References

- Aethalometer Model AE33 User's manual – Ver. 1.58 June 2020, Magee Scientific Aethalometer®, Aerosol d.o.o., Ljubljana, Slovenia.
- Savadkoohi, M. et al. (2024). Guidance documents on measurements & modeling of novel air quality pollutants: Black Carbon determinations, RI-URBANS: <https://riurbans.eu/results/#publications> (accessed on 20 February 2025).

Влияние на свръхпреработените храни върху човешкото здраве, климата и природата

З. Спасова*

Дирекция „Промоция на здраве и превенция на болестите“, Национален център по обществено здраве и анализи

Ключови думи: *свръхпреработени храни, изменение на климата*

*email: z.spasova@ncpha.government.bg

Въведение

Класификационната система NOVA категоризира храните в 4 групи – непреработени или минимално преработени, преработени кулинарни съставки, преработени храни и ултрапреработени храни. Последните съставляват повече от половината от дневния прием на енергия на населението във Великобритания и САЩ. Това са храни, които са претърпели обширни химически или физически трансформации и/или съдържащи хранителни добавки или други промишлени съставки, които няма да намерите в семейната кухня (например хидрогенирани масла, емулгатори, изкуствени оцветители, аромати и други, с цел да ги направят по-вкусни и да удължат срока им на годност). Те често съдържат повече наситени мазнини, сол и захар и по-малко фибри, микроелементи и потенциално активни съединения.

Методология

Направен е преглед на публикациите по въпроса за влиянието на свръхпреработените храни (Ultra-processed food, UPF) върху човешкото здраве и приносът им към съвременната климатична и екологична криза.

Резултати и изводи

Установено е, че UPF имат сериозни негативни последици за човешкото здраве, особено когато съставляват голям дял от диетата (EuroHealthNet, 2025):

1. Нарастващата консумация на UPF е ключов двигател на затлъстяването.
2. UPF увреждат здравето и по няколко други начина:
 - Продуктите с висока енергийна плътност съдържат много захар, сол и нездравословни мазнини, същевременно им липсват важни хранителни вещества като фибри, витамини, протеини и минерали;
 - UPF са с нисък потенциал за засищане, предизвикват висок гликемичен отговор и увеличават вероятността от развитие на възпалителни заболявания и стомашно-чревни разстройства;
 - Повишават риска от няколко вида рак, а именно колоректален рак, рак на гърдата, панкреаса, хронична лимфоцитна левкемия и тумори на централната нервна система;

- Повишават риска от коронарни заболявания, хипертония, метаболитен синдром, неалкохолен мастен черен дроб и дислипидемия;
- Има доказателства за връзка на консумацията им с депресията, тревожните и др. психични разстройства.

Освен че консумацията им е вредна за човешкото здраве, производството на UPF се характеризира и с голям въглероден и екологичен отпечатък. UPF съставляват 19% от диетата в световен мащаб, но допринасят с 24% към емисиите на парникови газове от хранителната промишленост, 23% от консумацията на вода, 23% от земеползването и 26% от енергийните нужди в сектора (Gil, 2023).

Търсенето на UPF води до интензивно отглеждане на монокултури, което причинява унищожаване на диви местообитания, изсичане на гори и излагане на животинските видове на риск. Разпространението на UPF е допринесло за загуба на хранително и биоразнообразие: 12 вида растения и 5 вида животни сега съставляват 75% от диетата в световен мащаб.

„Разбиването“ на тези култури на съставните им части за използване в UPF трябва да се извършва възможно най-евтино, за да се постигне рентабилност – използват се енергоемки методи и суровини на петролна основа.

Интензивното земеделие води до ерозия на почвата.

Свръхпреработените храни почти винаги се предлагат на пазара в пластмасови опаковки, бутилки или контейнери за еднократна употреба. UPF представляват основен източник на екологични отпадъци в световен мащаб.

На производството на UPF се дължат около 1/3 от общите емисии на парникови газове, свързани с диетата, земеползването и хранителните отпадъци. Установено е, че свръхобработените млечни продукти и месо имат най-високи емисии на парникови газове и най-големи водни и екологични отпечатъци от всички UPF (Da Silva, et al., 2020).

Литература

- Da Silva, J., et al. (2020). The impact of ultra-processed food on carbon, water and ecological footprints of food in Brazil. *European Journal of Public Health*, 30 (Supple).
- EuroHealthNet (2025). Tackling ultra-processed food for a healthier and just food system.
- Gil, J. (2023). Environmental impacts of ultra-processed foods. *Nat Food*, 4, 199.

The impact of ultra-processed foods on human health, climate and nature

Z. Spasova*

Health Promotion and Diseases Prevention Directorate, National Center of Public Health and Analyses

Keywords: *ultra-processed foods, climate change*

*email: z.spasova@ncpha.government.bg

Introduction

The NOVA classification system categorizes foods into 4 groups – unprocessed or minimally processed, processed culinary ingredients, processed foods and ultra-processed foods. The last ones make up more than half of the daily energy intake of the population in Great Britain and the United States of America. These are foods that have undergone extensive chemical or physical transformations and/or contain food additives or other industrial ingredients that you will not find in the family kitchen (for example, hydrogenated oils, emulsifiers, artificial colors, flavors and other additives), in order to make them more palatable and extend their shelf life. They often contain higher amounts of saturated fat, salt and sugar and less fibers, trace elements and potentially active compounds.

Methodology

A review of publications on the impact of ultra-processed food (UPF) on human health and their contribution to the climate and environmental crises was made.

Results and conclusions

It has been found out that UPFs have serious negative effects on human health, especially when they constitute a large proportion of the diet (EuroHealthNet, 2025):

1. The research shows that increasing UPF consumption is a key driver of obesity.
2. UPFs also harms human health in several other ways:
 - High energy density foods contain a lot of sugar, salt and unhealthy fats; at the same time, they lack important nutrients, such as fiber, vitamins, proteins and minerals;
 - UPFs have low satiety potential, cause a high glycemic response, and increase the likelihood of developing inflammatory diseases and gastrointestinal disorders;
 - They increase the risk of several types of cancer, such as colorectal cancer, breast cancer, pancreatic cancer, chronic lymphocytic leukemia and tumors of the central nervous system;
 - They increase the risk of coronary heart disease, hypertension, metabolic syndrome, non-alcoholic fatty liver and dyslipidemia;
 - There is evidence of a link between their consumption and depression, anxiety, etc. mental disorders.

In addition to their consumption being harmful to human health, the production of UPF is also characterized by a large carbon and ecological footprint. Ultra-processed foods make up 19% of the global diet, but contribute 24% to food industry greenhouse gas emissions, 23% of water consumption, 23% of land use and 26% of the sector's energy needs (Gil, 2023).

The demand for UPF leads to intensive monoculture farming, which causes the destruction of wild habitats, deforestation and putting animal species at risk. The spread of UPF in diets has contributed to a loss of food and biodiversity: 12 plant species and 5 animal species now make up 75% of the global diet.

“Breaking down” of these crops into their component parts for use in UPF must be done as cheaply as possible to achieve profitability – energy-intensive methods and petroleum-based raw materials are used.

This type of intensive agriculture leads to soil erosion as well.

Highly processed foods are almost always marketed in single-use plastic packages, bottles, or containers. Plastic pollution has a negative impact on soil and marine life, as well as on human health. UPFs represent a major source of environmental waste worldwide.

The UPF's production accounts for about 1/3 of total greenhouse gas emissions associated with diet, land use and food waste. Ultra-processed meat and milk were found to have the highest greenhouse gas emissions and largest water and environmental footprints of all UPFs (Da Silva et al., 2020).

References

- Da Silva, J., et al. (2020). The impact of ultra-processed food on carbon, water and ecological footprints of food in Brazil. *European Journal of Public Health*, 30 (Supple).
- EuroHealthNet (2025). Tackling ultra-processed food for a healthier and just food system.
- Gil, J. (2023). Environmental impacts of ultra-processed foods. *Nat. Food*, 4, 199.

Особености на атмосферното замърсяване в град София по данни от ИАОС за периода 2009–2024 г.

Г. Гаджев*, П. Мухтаров, В. Иванов, И. Георгиева, Н. Милошев, К. Ганев

Национален институт по геофизика, геодезия и география, Българска академия на науките

Ключови думи: *PM₁₀, София, тренд*

*email: ggadjev@geophys.bas.bg

Въведение

Географското разположение на град София обуславя през студенто полугодие районът доста често да бъде подложен на замърсяване на въздуха с фини прахови частици.

Целта на настоящото изследване е да се определят някои основни характеристики на концентрациите на замърсителите в град София по данни от Изпълнителната агенция по околна среда за периода от 2009 до 2024 година.

Методология

В проведеното изследване са използвани данните от Изпълнителната агенция по околна среда (ЕхЕА) за периода 2009–2024 г. за станции Копитото, Павлово, Хиподрума, Дружба, Младост и Надежда. В зависимост от станциите са представени резултати от измерените концентрации на NO, NO₂, O₃, SO₂, CO, PM₁₀ и PM_{2.5}. Определени са за всяка станция средният за периода денонощен и сезонен ход на съответните концентрации. Изчислени са средните стойности на концентрациите за всеки календарен месец и са определени линейните трендове за периода.

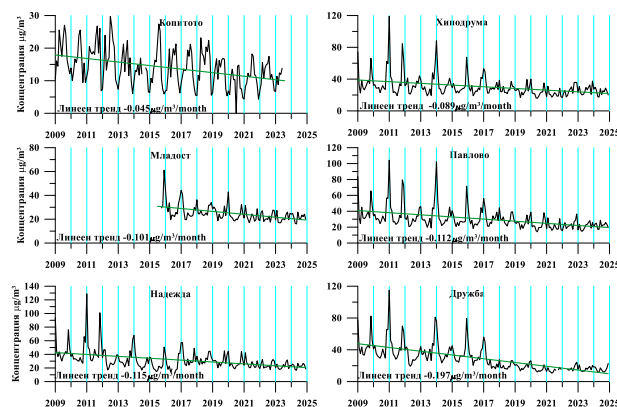
Резултати и изводи

През изследвания период средномесечните концентрации на фините прахови частици с размер до 10 µm (PM₁₀) показват ясно изразен отрицателен тренд (фиг. 1), стойностите на който за отделните станции са представени в таблица 1.

Таблица 1. Средни стойности и линеен тренд за PM₁₀

Станция	Средна (µg/m ³)	Тренд (µg/m ³ /month)
Копитото	13.95	-0.045
Павлово	30.21	-0.112
Хиподрума	30.43	-0.089
Дружба	29.15	-0.197
Младост	24.69	-0.101
Надежда	31.57	-0.115

Очаквано за фоновата станция Копитото се получават най-ниска средна концентрация и съответно най-нисък тренд. За останалите станции в града средните концентрации са близки, като трендовете им варират между -0.089 и -0.197, което на практика е близо почти два пъти и означава намаление на концентрациите между 16 и 35.5 µg/m³ в отделните станции.



Фигура 1. Ход на средномесечните концентрации и трендове на PM₁₀

От графиките и стойностите за отделните станции ясно се забелязва намаляването на концентрациите на PM₁₀, което явно е резултат от предприетите през годините мерки на Столична община за намаляване на замърсяването на територията на общината.

Представените резултати за PM₁₀ са само част от изследването. Подробно са изследвани аналогичните характеристики на концентрациите на изброените по-горе измервани в станциите замърсители. По-голямата част от тях потвърждават тенденцията за подобряване на качеството на атмосферния въздух в районите на измервателните станции.

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект „Национален геоинформационен център (НГИЦ) за мониторинг, оценка и прогнозиране на природни и антропогенни рискове и бедствия“, част от Националната пътна карта за научна инфраструктура 2017–2023 на Министерство на образованието и науката, финансиран с Договор № Д01-321/30.11.2023.

Литература

ЕхЕА. <https://www.eea.government.bg/kav/> (accessed on 28 February 2025)

Features of atmospheric pollution in the city of Sofia according to data from the Executive Environment Agency for the period 2009–2024

G. Gadzhev*, P. Mukhtarov, V. Ivanov, I. Georgieva, N. Miloshev, K. Ganey

National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography, Bulgarian Academy of Sciences

Keywords: *PM₁₀, Sofia, trend*

*email: ggadjev@geophys.bas.bg

Introduction

The geographical location of the city of Sofia causes the region to be quite often exposed to air pollution with fine particulate matters during the cold half of the year.

The aim of this study is to determine some basic characteristics of pollutant concentrations in the city of Sofia based on data from the Executive Environment Agency for the period from 2009 to 2024.

Methodology

The study used data from the Executive Environment Agency (ExEA) for the period 2009–2024. The data are for the stations Kopitoto, Pavlovo, Hipodruma, Druzhba, Mladost and Nadezhda. Depending on the stations, results of the measured concentrations of NO, NO₂, O₃, SO₂, CO, PM₁₀ and PM_{2.5} are presented. The average daily and seasonal course of the respective concentrations for the period were determined for each station. The average values of the concentrations for each calendar month were calculated and the linear trends for the period were determined.

Table 1. Average concentrations and linear trend for PM₁₀

Station	Average ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Trend ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{month}$)
Kopitoto	13.95	-0.045
Pavlovo	30.21	-0.112
Hipodruma	30.43	-0.089
Druzhba	29.15	-0.197
Mladost	24.69	-0.101
Nadezhda	31.57	-0.115

Results and conclusions

During the studied period, the average monthly concentrations of the fine particulate matters with a size of up to 10 μm (PM₁₀) show a clearly pronounced negative trend (Fig. 1), the values of which for the individual stations are presented in Table 1.

As expected, the background station Kopitoto has the lowest average concentration and the lowest trend. For the other stations in the city, the average concentrations are close, with their trends varying between -0.089 and -0.197, which is practically almost twice and means a decreasing in the concentrations between 16 and 35.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ at the different stations.

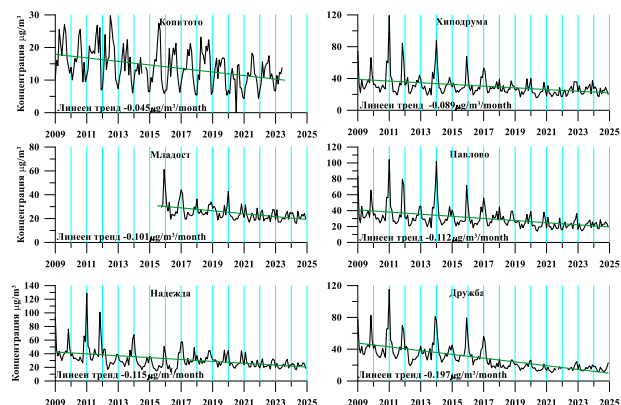


Figure 1. Monthly average PM₁₀ concentrations and trends

The graphs and values for the different stations clearly show the decreasing in PM₁₀ concentrations, which is clearly a result of the measures taken over the years by the Sofia Municipality to reduce pollution on the territory of the municipality.

The presented results for PM₁₀ are only part of the study. The analogous characteristics of the concentrations of the pollutants listed above measured at the stations have been studied in detail. The most of them confirm the trend of improving the quality of the air quality in the areas of the measuring stations.

Acknowledgements: This work was supported by the “National Geoinformation Center (NGIC)” financed by the National Roadmap for Scientific Infrastructure 2017–2023 of Bulgaria by Contract NoD01-321/30.11.2023.

References

ExEA. <https://www.eea.government.bg/kav/> (accessed on 28 February 2025)

Сезонни промени в концентрациите на потенциално токсични метали в повърхностните води на река Караагач – оценка на замърсяването и потенциалния екологичен риск

С. Милева, Х. Мутлу, С. Сюлемайн, В. Георгиева, Л. Гонсалвеш*

Факултет по природни науки, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“

Ключови думи: *токсични метали, сезонно замърсяване, повърхностни води*

*email: lenia_gonsalvesh@uniburgas.bg

Въведение

Реките в югоизточната част на България са слабо проучени по отношение на съдържанието на потенциално токсични метали в повърхностните им води. Въпреки че съществуват изследвания върху метали като Pb и Zn в наноси, риби и техните паразити за река Велека (Kirin, 2014), систематичните данни за концентрациите на различни токсични елементи в други водни басейни в региона остават ограничени. Настоящото изследване има за цел да анализира сезонните изменения в концентрациите на 10 потенциално токсични метала (Al, As, Cu, Cr, Mn, Zn, Ni, Cd, Pb, Co) в повърхностните води на река Караагач в периода от лятото на 2021 г. до есента на 2022 г. За оценка на нивото на замърсяване и потенциалния екологичен риск са приложени едновариантен и многовариантен статистически анализ, включително индекси като Индекс на токсичните метали (HEI – Heavy Metal Evaluation Index) и Индекс на замърсяване (Cd – Contamination Degree Index).

Методология

Водните проби са събирани ежемесечно от предварително определени пунктове за пробовземане, разположени по течението на реката (фиг. 1). Вземането на проби е извършвано в съответствие с БДС ISO 5667-6:2014 и съгласно стандарта БДС EN ISO 17294-2:2016 за анализ на токсични метали в повърхностни води. За проверка на точността и надеждността на резултатите е използван сертифициран референтен материал SRM NIST 1643f. Концентрациите на потенциално токсичните метали са определени чрез ICP-MS.

Резултати и изводи

Анализът на повърхностните води на река Караагач разкрива значителни сезонни колебания в концентрациите на изследваните потенциално токсични метали. Лятото на 2021 година е периодът с най-високи концентрации за повечето метали във всички пунктове за пробовземане, с изключение на Mn и Cd, които достигат пикови стойности през есента. Повишените летни концентрации вероятно се дължат на засилената антропогенна активност, намаления воден обем в резултат на високите температури и минималните валежи, водещи до по-слабо разреждане на замърсителите. Есента на 2021 година бележи осезаемо намаляване на

концентрациите на металите, като най-ниските стойности се наблюдават през зимата на 2021–2022 година. Този период се характеризира с по-интензивни валежи, намалена антропогенна дейност и редуцирано проникване на морска вода вследствие естествено блокиране на речното устие, които са основните фактори за установения спад в концентрациите. През пролетта на 2022 година се наблюдава повторно увеличаване на концентрациите на токсичните метали, вероятно вследствие на повишения повърхностен отток, който мобилизира замърсители от почвите и седиментите. Тази сезонна активизация на замърсителите предполага, че дифузните източници на замърсяване играят съществена роля в динамиката на металите в реката. Сравнението между лятото на 2021 и на 2022 година показва тенденция към намаляване на концентрациите на Zn, Cu, As, Pb, Ni, Cr и Al през 2022 г., вероятно поради редуцирани източници на замърсяване или по-добри условия за разреждане. В същото време Mn и Cd остават с високи концентрации, особено през есента на 2021 година, което може да индикира локални зони на замърсяване или по-бавен естествен процес на отстраняване от водната среда.



Фигура 1. Пунктове за пробовземане на р. Караагач

HEI и Cd индексите потвърждават значителната сезонна вариация в нивото на замърсяване в различните пунктове, като най-високи концентрации са регистрирани в районите, разположени в близост до туристически и урбанизирани зони.

Благодарности: Изследването е осъществено в рамките на проект „Трансграничните региони си сътрудничат за СИН РАСТЕЖ“ (BLUE GROWTH Collabs-B005.з.12.001).

Литература

Kirin, D. (2014). *Sci Pap Ser D Anim Sci*, LVII, 278–283.

Seasonal variations in potentially toxic metal concentrations in the surface waters of the Karaagach river – assessment of pollution and ecological risk

S. Mileva, H. Mutlu, S. Sulemain, V. Georgieva, L. Gonsalves*

Faculty of Natural Sciences, University “Prof. Dr. Asen Zlatarov”

Keywords: *toxic metals, seasonal pollution, surface waters*

*email: lenia_gonsalvesh@uniburgas.bg

Introduction

The rivers in Southeastern Bulgaria remain insufficiently studied regarding the presence of potentially toxic metals in their surface waters. While certain investigations have addressed the occurrence of metals such as Pb and Zn in sediments, fish, and their parasites in the Veleka River (Kirin, 2014), comprehensive and systematic data on the concentrations of various toxic elements in other aquatic ecosystems within the region remain scarce. The present study aims to examine the seasonal variations in the concentrations of ten potentially toxic metals (Al, As, Cu, Cr, Mn, Zn, Ni, Cd, Pb, Co) in the surface waters of the Karaagach River over the period from summer 2021 to autumn 2022. To assess pollution levels and potential ecological risk, both univariate and multivariate statistical analyses were employed, incorporating indices such as the Heavy Metal Evaluation Index (HEI) and the Contamination Degree Index (Cd).

Methodology

Water samples were collected monthly from predefined sampling points along the river's course (Fig. 1). Sampling was performed following best practices outlined in BDS EN ISO 5667-6:2014 and in accordance with BDS EN ISO 17294-2:2016 for the analysis of toxic metals in surface waters. To ensure the accuracy and reliability of the results, the certified reference material SRM NIST 1643f was employed. The concentrations of potentially toxic metals were determined using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS).

Results and conclusions

The analysis of the surface waters of the Karaagach River revealed pronounced seasonal variations in the concentrations of the investigated potentially toxic metals. Summer 2021 recorded the highest concentrations for most metals across all sampling points, except for Mn and Cd, which exhibited peak values in autumn. The elevated summer concentrations are likely attributed to increased anthropogenic activity, reduced water volume due to high temperatures, and minimal precipitation, leading to lower dilution capacity. Autumn 2021 marked a noticeable decrease in metal concentrations, with the lowest values observed in winter 2021–2022, a period characterized by higher precipitation, reduced anthropogenic activity and estuarine closure. The dilution effect appears to be the

dominant factor in the observed decline. Spring 2022 showed a renewed increase in toxic metal concentrations, likely due to increased surface runoff, which mobilized contaminants from soil and sediments. This seasonal activation of pollutants suggests that diffuse pollution sources play a significant role in the metal dynamics of the river. A comparison between Summer 2021 and Summer 2022 indicated a general decrease in Zn, Cu, As, Pb, Ni, Cr, and Al in the latter period, suggesting a potential reduction in pollution sources or improved dilution conditions. However, Mn and Cd showed persistently high concentrations, particularly in autumn 2021, which may indicate localized contamination hotspots or slower removal rates for these metals from the water column.



Figure 1. Sampling points of the Karaagach River

The applied HEI and Cd indices confirm that pollution levels varied significantly between seasons and sampling locations, with the highest contamination observed at sites near tourist and urbanized areas. The elevated levels of Mn and Cd in autumn 2021 suggest that certain metal pollutants may accumulate over time and persist beyond their peak contamination periods. These findings emphasize the seasonal variability of metal concentrations in surface waters, driven by both natural hydrological processes and human activities. The persistence of elevated levels highlights the need for long-term monitoring and targeted pollution control, particularly in high-risk areas affected by intensive land use and wastewater discharge.

Acknowledgements: This research was carried out within the framework of the project “Cross-Border Regions Collaborate for BLUE GROWTH” (BLUE GROWTH Collabs-B005.z.12.001).

References

Kirin, D. (2014). *Sci Pap Ser D Anim Sci*, LVII, 278–283.

Емисии на ФПЧ и ПАВ при изгаряне на биомаса

И. Найденова^{1*}, О. Сандов¹, Ц. Георгиева², Т. Панев², М. Цонева², А. Димитрова¹¹Технически университет – София²Национален център за обществено здраве и анализи

Ключови думи: ПАВ, ФПЧ, вредности от горивни процеси, оползотворяване на биомаса

*email: inaydenova@tu-sofia.bg

Въведение

Фокусът на настоящото изследване е върху няколко ключови вторични продукта, генерирани при изгарянето на биомаса, за които е известно, че имат вредно въздействие върху околната среда и здравето на населението. Анализирани са следните замърсители: 1) разпределение на масата и размера на фини прахови частици (ФПЧ) и 2) органично извлечени полициклични ароматни въглеводороди (ПАВ) от ФПЧ_{<1} и димните газове непосредствено след импактора за частици.

Методология

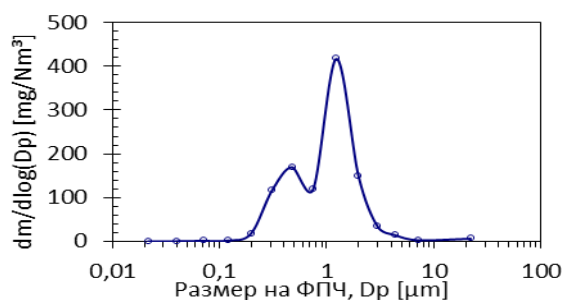
В експеримента бързорастяща биомаса (пауловния) е изгорена в проточен реактор в лабораторен мащаб (Sandov et al., 2021) при атмосферно налягане, при 950 °C, начална маса на горивните частици около 5 g и дебит на въздуха 10 l/min.

Пробонабирането на прахови частици е извършено с помощта на импактор (сепаратор) с ниско налягане (DLPI+), произведен от Dekati Ltd., Финландия, както е описано в Naydenova et al. (2023).

Съгласно методологията за екстракция и охарактеризиране (качествено и количествено) на ПАВ (Vasileva et al., 2024), ПАВ са извлечени от две фракции ултрафини частици (с аеродинамичен диаметър 1 и 0.4 микрона) и от димните газове, пробонабрани веднага след изхода на импактора с помощта на тръбички с Amberlite XAD-2. Извършен е хроматографски анализ за отделяне, идентифициране и количествено определяне на изследваните видове ПАВ от състава на техните органични екстракти. Идентифицирани са общо 16 вида ПАВ, съгласно предписанията на ЕПА, САЩ, във връзка с тяхната потенциална токсичност.

Резултати и изводи

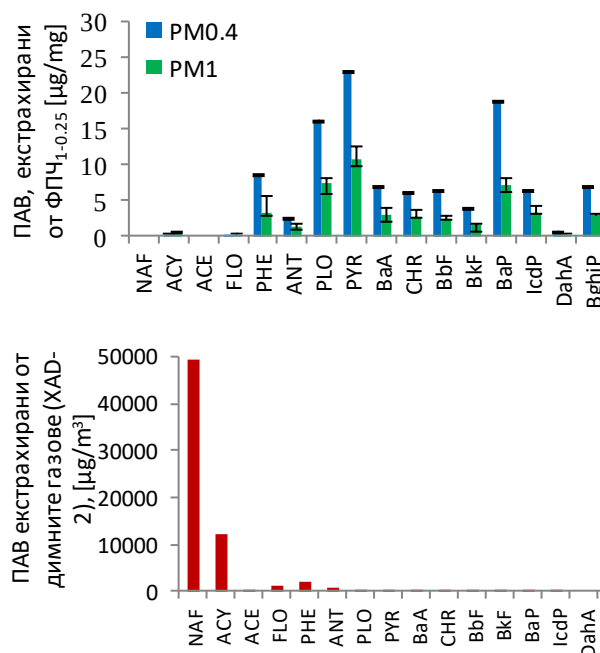
Фигура 1 илюстрира резултатите за разпределението на ФПЧ спрямо техните маса и размер.



Фигура 1. Разпределение на ФПЧ по маса и размер, получени при изгарянето на биомаса

Установено е бимодалното разпределение на ФПЧ, като първият пик е при фракциите от ФПЧ_{0.4-0.5}, а вторият – при ФПЧ_{1-1.2}.

Профилите на ПАВ, екстрахирани от ФПЧ и извлечени от димни газове, са представени на фигура 2. Очаквано, ПАВ от газовата фаза са доминирана от по-леките фракции ПАВ.



Фигура 2. ПАВ, екстрахирани от ФПЧ (горе) и от димните газове (долу) при изгаряне на биомаса

Благодарности: Работа е подкрепена от Европейския фонд за регионално развитие в рамките на Оперативна програма „Национален план за възстановяване и устойчивост на България“, процедура за директно предоставяне на безвъзмездни средства „Създаване на мрежа от изследователски висши учебни заведения в България“, и по проект BG-RRP-2.004-0005 „Подобряване на изследователския капацитет и качество за постигане на международно признание и устойчивост на ТУ – София (ИДЕИ)“. Проф. Цвета Георгиева благодари на проект „Аерозоли и техните органични екстракти, получени при преобразуване на биомаса – цитотоксичен и окислителен отговор на моделни системи от белодробни клетки“, Договор №КП-06-Н44-5/14.07.2021 г., ФНИ, МОН.

Литература

- Dekati Ltd., Kangasala, Finland:
<https://www.dekati.com/products/dlpi/>.
 Naydenova, I., et al. (2023),
 doi: 10.1109/ICEST58410.2023.10187327.
 Sandov, O., et al. (2021),
 doi: 10.1109/EFEA49713.2021.9406230, 2021.
 Vasileva, K., et al. (2024),
<https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2024.07.259>.

Emissions of PM and PAH during biomass combustion

I. Naydenova^{1*}, O. Sandov¹, Tz. Georgieva², T. Panev², M. Tzoneva², A. Dimitrova¹

¹Technical University of Sofia

²National Center for Public Health and Analyses

Keywords: PAH, PM, combustion generated pollutants, biomass utilization

*email: inaydenova@tu-sofia.bg

Introduction

The focus of the present study is on several key biomass combustion generated by-products, known for having harmful effect of the environment and the population health. The following pollutants has been analysed: 1) particulate matter (PM) mass and size distribution and 2) organically extracted polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from PM_{<1} and the flue gases, right after the PM-impactor.

Methodology

In the present experiment fast growing biomass (paulownia) has been burnet in laboratory scale flow reactor (Sandov et al., 2021) at atmospheric pressure, at 950 °C, initial fuel particle mass of about 5 g, and air flow rate of 10 l/min.

The PM sampling was performed using the Low Pressure Impactor (DLPI+), produced by Dekati Ltd., Kangasala, Finland, as described in Naydenova et al. (2023).

An initially determined methodology (Vasileva et al., 2024) for PAHs extraction and characterization (qualitatively and quantitatively) the PAHs were extracted from two fractions of ultrafine particulates (PM₁ and PM_{0.4}) and from the gaseous PAH, which were sampled from the flue gases, right after the Impactor's outlet, using tubes equipped within Amberlite XAD-2. Chromatographic analysis was carried out (Certified Reference Material) to separate, identify, and quantify the investigated PAHs from the organic solutions. Overall 16 PAHs were identified, according to the US EPA prescriptions on their potential toxicity.

Results and conclusions

Figure 1 illustrates the results for the distribution of PM according to their mass and size. A bimodal distribution of PM was found, with the first peak being at the PM_{0.4-0.5} fractions and the second peak at PM_{1-1.2}.

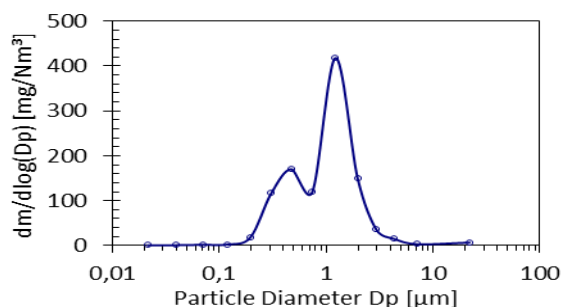


Figure 1. PM size and mass distribution during biomass combustion

The PAH, extracted from the PM and those sampled from the flue gases, were summarised in Figure 2. As expected, the concentration of PAH in the gaseous phase was dominated by the lighter fractions of PAH.

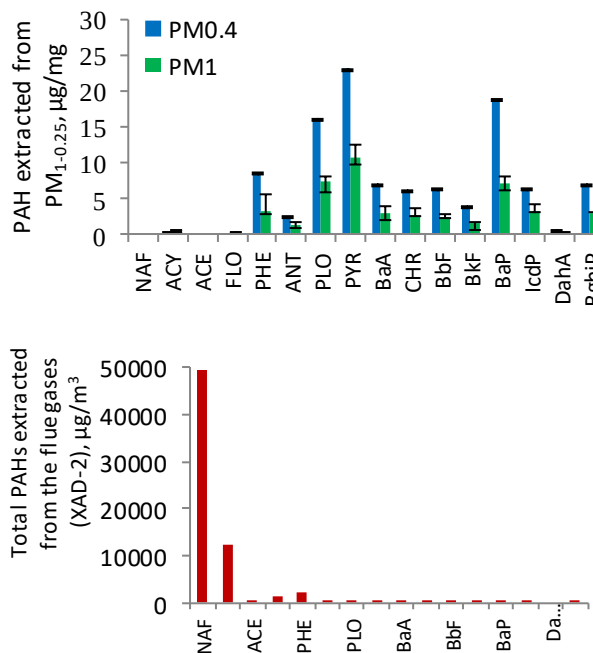


Figure 2. PAH extracted from the PM (upper) and the flue gases (lower) during biomass combustion

Acknowledgements: This work has been supported by the European Regional Development Fund within the OP “Bulgarian National Recovery and Resilience Plan”, procedure for direct provision of grants “Establishing of a Network of Research Higher Education Institutions in Bulgaria”, and under Project BG-RRP-2.004-0005 “Improving the research capacity and quality to achieve international recognition and resilience of TU – Sofia (IDEAS)”. Prof. Tsveta Georgieva acknowledges the National project “Aerosols and their Organic Extractives, derived during Biomass Conversion – Cytotoxic and Oxidative Response of Model Systems of Pulmonary Cells”, Contract № КП-06-H44-5/14.07.2021, NSF, MES.

References

- Dekati Ltd., Kangasala, Finland:
<https://www.dekati.com/products/dlpi/> .
 Naydenova, I., et al. (2023),
 doi: 10.1109/ICEST58410.2023.10187327.
 Sandov, O., et al. (2021),
 doi: 10.1109/EFEA49713.2021.9406230, 2021.
 Vasileva, K., et al. (2024),
<https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2024.07.259>.

Физико-химичен състав на валежите в град София

Е. Христова*, Л. Вълчева

Департамент „Метеорология“, Национален институт по метеорология и хидрология

Ключови думи: емисии, валежи, киселинност, анализ

*email: elena.hristova@meteo.bg

Въведение

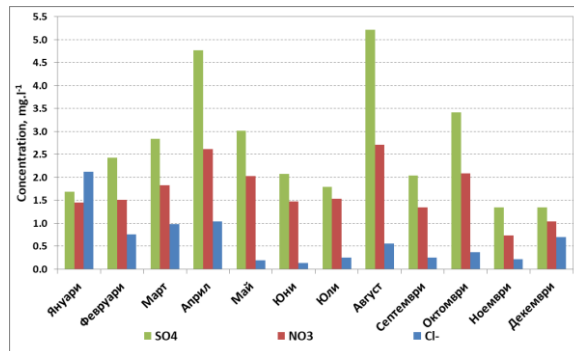
Атмосферата е среда, в която се транспортират различни по вид газообразни вещества и аерозоли. Облаците и валежите имат ключово значение за отстраняването на частици и разтворени газообразни замърсители от атмосферата. Химическите трансформации на серен диоксид, азотни оксиди и други замърсители в облачната среда водят до промени в киселинността и химичните характеристики на валежите. Така, независимо че валежите способстват за по-чист въздух, те могат да имат негативни ефекти върху земната повърхност (Gioda et al., 2013). Целта на това изследване е да се представят резултати от измерванията на физико-химичните параметри на валежите за петгодишен период в град София.

Методология и някои резултати

Експерименталните кампании за събиране на проби от валеж в периода 2015–2019 г. са проведени в Централната метеорологична обсерватория на НИМХ – София. Всички проби са измерени за киселинност/алкалност (pH) и електропроводимост (EC) с pH метър (inoLab pH7110) и кондуктометър (inoLab Cond 7110, WTW) в Лабораторията по химия на валежите в НИМХ, София. Анализът за основни катион, анион и тежки метали е извършен в акредитираната лаборатория със съвременна техника на анализ: Ion Chromatograph (ICS 1100, DIONEX) за SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- ; ICP OES (Vista MPX CCD Simultaneous, VARIAN) за Na, K, Mg, Ca, Fe, Si, Cu, Zn и Spectrophotometer S-20 – NH_4^+ .

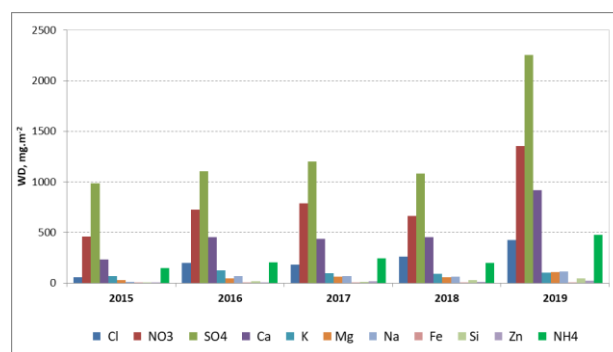
Стойностите на pH на валежите в София варират от 3.9 до 7.88. Според класификацията на киселинно-алкалния състав (Hristova, 2017) 28% от валежите са слабо киселинни, 13% киселинни и 1% много киселинни; 43% от валежите са неутрални, 10% са слабо алкални, а 4.8% са в алкалната област (pH над 6.5). Стойностите на EC варират от 4.2 до $132.7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, като най-голям процент (60%) от пробите имат стойности между 4.0 и $20 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Само малка част от пробите имат стойности над $40 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, като най-високата измерена стойност на EC е $132.7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Параметърът pH на валежите е резултат от киселинно-алкални реакции, като сулфатите (SO_4^{2-}) и нитратите (NO_3^-) повишават концентрацията на H^+ йони, докато амониевите, калциевите, магнезиевите и калиевите йони ги неутрализират. Най-високи стойности за SO_4^{2-} и NO_3^- са получени за месеците април, август и октомври. Най-високи стойности за Cl^- са получени за месец януари (фиг. 1).



Фигура 1. Средномесечни стойности на SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- за периода 2015–2019 г.

През изследвания период се наблюдава повишаване на концентрацията на всички изследвани елементи, като SO_4^{2-} и NO_3^- са два до три пъти по-високи през 2019 г. в сравнение с 2015 г. (фиг. 2). Общо отложеното количество SO_4^{2-} през изследвания период е $6635 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$, а NO_3^- – $3987 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$, с по-малки количества са NH_4^+ и калций.



Фигура 2. Депозиция (WD) на изследваните елементи за периода 2015–2019 г.

Благодарности: Изследването е осъществено с финансовата подкрепа на МОСВ и проект № ДН 04/4 от 15.12.2016, Фонд „Научни изследвания“.

Литература

- Gioda, A., Mayol-Bracero, O. L., Scatena, F. N., Weathers, K. C., Mateus, V. L., McDowell, W. H. (2013). Chemical constituents in clouds and rainwater in the Puerto Rican rainforest: Potential sources and seasonal drivers. *Atmospheric Environment*, 68, 208–220.
- Hristova, E. (2017). Chemical composition of precipitation in urban area. *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology*, 22, 1–2, 41–49.

Physico-chemical composition of precipitation in the city of Sofia

E. Hristova*, L. Valcheva

Department of Meteorology, National Institute of Meteorology and Hydrology

Keywords: *emissions, precipitation, acidity, analysis*

*email: elena.hristova@meteo.bg

Introduction

The atmosphere is a medium for the transportation of gaseous substances and aerosols of various kinds. Clouds and precipitation play a key role in removing particulate matter and dissolved gaseous pollutants from the atmosphere. Chemical transformations of sulphur dioxide, nitrogen oxides and other pollutants in the cloud environment lead to changes in the acidity and chemical characteristics of precipitation. Therefore, although precipitation contributes to improved air quality, it can have a detrimental effect on the land surface (Gioda et al., 2013). The aim of this study is to present the results of measurements of physico-chemical parameters of precipitation over a period of five years in the city of Sofia.

Methodology and some results

Precipitation samples were collected at the Central Meteorological Observatory – NIMH, in Sofia between 2015 and 2019 as part of experimental sampling campaigns. Acidity/alkalinity (pH) and electrical conductivity (EC) were measured in all samples using a pH meter (inoLab pH7110) and a conductivity meter (inoLab Cond 7110, WTW) at the Precipitation Chemistry Laboratory, NIMH, Sofia (Hristova, 2017). The analysis for major cations, anions and heavy metals was performed in the accredited laboratory with analysis equipment, including an Ion Chromatograph (ICS 1100, DIONEX) for SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- ; an ICP OES (Vista MPX CCD Simultaneous, VARIAN) for Na, K, Mg, Ca, Fe, Si, Cu, Zn; and a Spectrophotometer S-20 for NH_4^+ . Precipitation pH values in Sofia range from 3.9 to 7.88, with 28% of precipitation classified as slightly acidic, 13% acidic, and 1% very acidic. Meanwhile, 43% of precipitation is neutral, 10% is slightly alkaline, and 4.8% is in the alkaline region (pH above 6.5). EC values ranged from 4.2 to $132.7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, with the majority (60%) of the samples exhibiting values between 4.0 and $20 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Only a small percentage of the samples showed values above $40 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, with the highest recorded EC value being $132.7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

The pH parameter is the result of acid-base reactions, with sulfate (SO_4^{2-}) and nitrate (NO_3^-) increasing the concentration of H^+ ions, while ammonium, calcium, magnesium, and potassium ions neutralize them. The highest values for SO_4^{2-} and NO_3^- were obtained for April, August, and October. The highest values for Cl^- were obtained for January (Fig. 1).

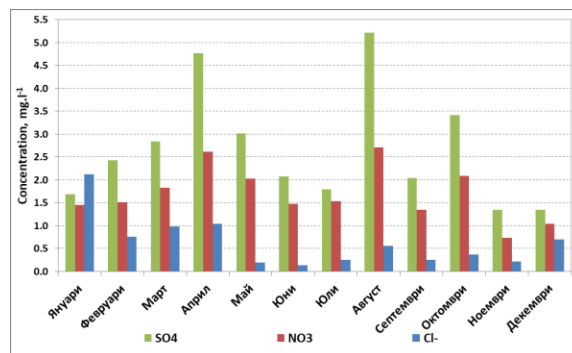


Figure 1. Average monthly values of SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- for the period 2015–2019

During the study period, there was an increase in the concentration of all elements studied. Concentrations of SO_4^{2-} and NO_3^- are two to three times higher in 2019 compared to 2015. The total deposition of SO_4^{2-} during the study period was $6635 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$, while NO_3^- accounted for $3987 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$. Smaller amounts of NH_4^+ and calcium were also deposited (Fig. 2).

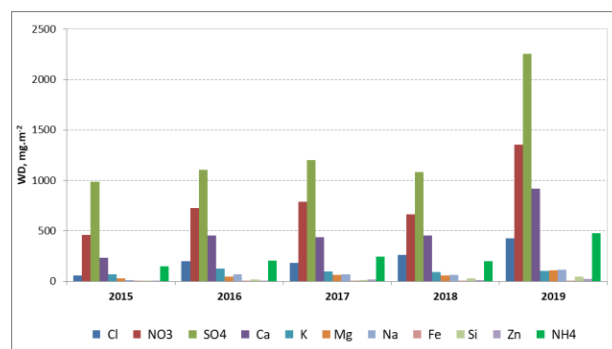


Figure 2. Deposition (WD) of the studied elements for the period 2015–2019

Acknowledgements: This research was supported by the Ministry of Environment and the project No. DN 04/4 from December 15, 2016, Research Fund.

References

- Gioda, A., Mayol-Bracero, O. L., Scatena, F. N., Weathers, K. C., Mateus, V. L., McDowell, W. H. (2013). Chemical constituents in clouds and rainwater in the Puerto Rican rainforest: Potential sources and seasonal drivers. *Atmospheric Environment*, 68, 208–220.
- Hristova, E. (2017). Chemical composition of precipitation in urban area. *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology*, 22, 1–2, 41–49.