

ПРОБЛЕМИ НА ГЕОГРАФИЯТА

PROBLEMS OF GEOGRAPHY

1-2•2014



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES

Problems of Geography

Book 1–2 • Sofia • 2014

Редакционен съвет

Акад. Тодор Николов (БАН), проф. Йежи Бански (Полска академия на науките), доц. д-р Марина Йорданова (БАН), проф. Грегъри Найт (Държавен университет – Пенсилвания, САЩ), д-р Милан Радованович (Сръбска академия на науките и изкуствата), проф. Гюла Хорват (Унгарска академия на науките), проф. д-р Зоя Матеева, проф. д-р Марияна Николова, доц. д-р Боян Кулов (БАН)

International Advisory Board

Todor Nikolov (Bulgarian Academy of Sciences), Jerzy Bański (Polish Academy of Sciences), Marina Yordanova (Bulgarian Academy of Sciences), Gregory Knight (Pennsylvania State University, USA), Milan Radovanović (Serbian Academy of Sciences and Arts), Gyula Horváth (Hungarian Academy of Sciences), Zoya Mateeva, Mariana Nikolova, Boyan Kulov (BAS)

Редакционна колегия

Доц. д-р Мариан Върбанов (главен редактор), проф. д-р Маргарита Илиева (зам.-главен редактор), доц. д-р Стефан Велев, проф. д-р Георги Алексиев, проф. д-р Борис Колев, проф. д-р Чавдар Младенов, доц. д-р Румяна Вацева, доц. д-р Георги Железов

Editorial Board

Marian Varbanov (Editor-in-Chief), Margarita Ilieva, Stefan Velev, Georgi Alexiev, Boris Kolev, Chavdar Mladenov, Roumiana Vatseva, Georgi Zhelezov

© Национален институт по геофизика, геодезия и география

Департамент География

2014

National institute of Geophysics, Geodesy and Geography
Department of Geography

© Академично издателство „Проф. Марин Дринов“

Редактор Иванка Ботева

Графичен дизайнер Десислава Георгиева

Коректор Иванка Ботева

Формат 167×237 mm

Печатни коли 9,63 + 0,75 цв. прил.



АКАДЕМИЧНО ИЗДАТЕЛСТВО
„Проф. МАРИН ДРИНОВ“

ПРОБЛЕМИ НА ГЕОГРАФИЯТА

Книга 1–2 • София • 2014

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

СЪДЪРЖАНИЕ

Георги Железов – Интегрирана оценка на природния и технологичния рисък в Дунавската равнина в румънско-българския трансгранични участък Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол	3
Roman Cecilia, Abraham Bela, Miclean Mirela, Cedar Oana, Şenilă Lăcrimioara, Roman Marius, Mihălțan Alin, Ursu Monica, Tănăselia Claudiu – Environmental indicators for assessing the natural and technological hazards	11
Rumiana Vatseva – Mapping and visualization of natural and technological hazards	26
Емилия Черкезова, Стоян Недков – Проектиране на пространствена база данни за оценка на природния и технологичния рисък по Дунавския бряг в района Видин-Никопол	33
Boian Koulov – Technological hazards in Bulgaria's Western Danubian municipalities: a geographic perspective	43
Nikolai Dobrev, Boyko Berov, Plamen Ivanov, Miroslav Krastanov, Aleksey Benderev, Boyka Mihalkova – Overview on landslide distribution along Bulgarian Danube river bank between Vidin and Nikopol	64
Бойко Беров, Пламен Иванов – Пропадане на лъос между градовете Видин и Никопол	76
Алексей Бендерев, Мирослав Кръстанов, Бойко Беров – Оценка на основните фактори, влияещи върху уязвимостта на подземните води в крайдунавските низини	87
Carmen-Sofia Dragotă, Ines Grigorescu, Monica Dumitraşcu, Gheorghe Kucsicsa – Pluvial hazards assessment in the Danube floodplain. The Calafat - Turnu Măgurele sector	100
Цветан Коцев, Георги Железов – Потенциални източници на химично замърсяване на заливната тераса на р. Дунав в участъка Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол	113
Zoya Mateeva, Carmen-Sofia Dragotă, Ines Grigorescu – Hazardous bioclimatic conditions in the Danube river adjacent regions during the cold part of the year (Calafat-Vidin – Turnu Măgurele-Nikopol sector)	127
Peter Nojarov – Precipitation-related hazards in Vidin-Nikopol Danube floodplain sector – current state and tendencies	137

CONTENTS

Georgi Zhelezov – Romanian – Bulgarian cross-border joint natural and technological hazards assessment in the Danube floodplain. the Calafat-Vidin – Turnu Măgurele-Nikopol sector	3
Roman Cecilia, Abraham Bela, Miclean Mirela, Cedar Oana, Şenilă Lăcrimioara, Roman Marius, Mihălțan Alin, Ursu Monica, Tănăselia Claudiu – Environmental indicators for assessing the natural and technological hazards	11
Rumiana Vatseva – Mapping and visualization of natural and technological hazards	26
Emilia Tcherkezova, Stoyan Nedkov – Design of a geodatabase for assessment of natural and technological risk. Case study Vidin – Nikopol, Bulgaria	33
Boian Koulov – Technological hazards in Bulgaria's Western Danubian municipalities: a geographic perspective	43
Nikolai Dobrev, Boyko Berov, Plamen Ivanov, Miroslav Krastanov, Aleksey Benderev, Boyka Mihalkova – Overview on landslide distribution along Bulgarian Danube river bank between Vidin and Nikopol	64
Boyko Berov, Plamen Ivanov – Collapsibility of loess between the town of Vidin and the town of Nikopol	76
Alexey Benderev, Miroslav Krastanov, Boyko Berov – Assessment of the main factors which influence the vulnerability of groundwater in the Danubian lowlands	87
Carmen-Sofia Dragotă, Ines Grigorescu, Monica Dumitraşcu, Gheorghe Kucsicsa – Pluvial hazards assessment in the Danube floodplain. The Calafat - Turnu Măgurele sector	100
Tsvetan Kotsev, Georgi Zhelezov – Potential sources of chemical pollution of Danube floodplain sector between Vidin-Calafat and Nikopol-Turnu Magurele	113
Zoya Mateeva, Carmen-Sofia Dragotă, Ines Grigorescu – Hazardous bioclimatic conditions in the Danube river adjacent regions during the cold part of the year (Calafat-Vidin – Turnu Măgurele-Nikopol sector)	127
Peter Nojarov – Precipitation-related hazards in Vidin-Nikopol Danube floodplain sector – current state and tendencies	137



INSTITUTE OF GEOGRAPHY
ROMANIAN ACADEMY



NATIONAL INSTITUTE OF GEOPHYSICS
GEODESY AND GEOGRAPHY
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES



NATIONAL INSTITUTE of RESEARCH
and DEVELOPMENT
for OPTOELECTRONICS



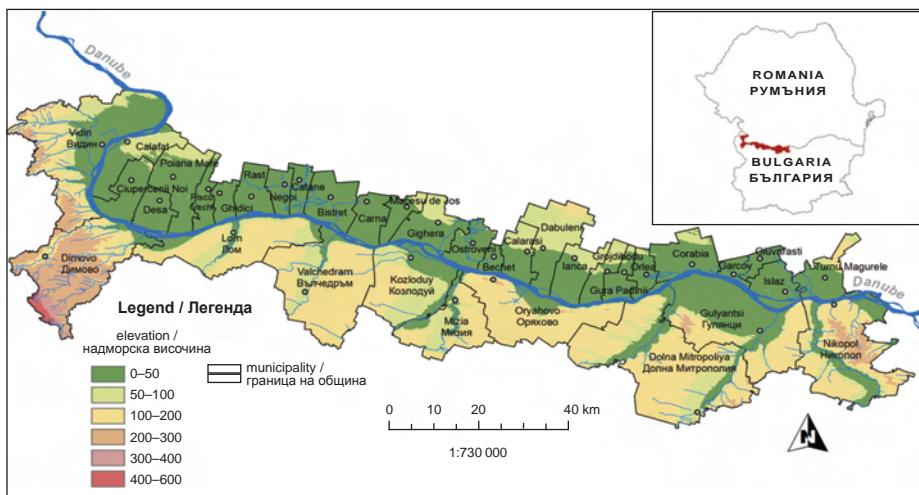
GEOLOGICAL INSTITUTE
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES



UNIVERSITY OF CRAIOVA
GEOGRAPHY DEPARTMENT



В настоящия брой на списание „Проблеми на географията“ са публикувани материали по проект „Интегрирана оценка на природния и технологичния рисък в Дунавската равнина в трансграничния регион Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол“, финансиран от Програма за Трансгранично сътрудничество между Румъния – България (2007–2013), Приоритетна ос 2: Околна среда.



In this issue of the “Problems of Geography” journal, materials of the project “Romanian – Bulgarian cross-border joint natural and technological hazards assessment in the Danube floodplain. The Calafat-Viđin – Turnu Măgurele-Nikopole Sector” (ROBUHAZ-DUN) are published, which was accomplished within the “Romania-Bulgaria cross-border cooperation Programme 2007–2013”, Priority Axis: 2. Environment.



INSTITUTE OF GEOGRAPHY
ROMANIAN ACADEMY
Address: Dimitrie Racovita St., 12, sector 2
023993 Bucharest
Romania
www.geoinst.ro.



NATIONAL INSTITUTE OF GEOPHYSICS,
GEODESY AND GEOGRAPHY
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES
Address: Acad. Georgi Bonchev str., bl. 3,
1113 Sofia
Bulgaria
www.niggg.bas.bg.



NATIONAL INSTITUTE of RESEARCH and
DEVELOPMENT for OPTOELECTRONICS
Research Institute for Analytical Instrumentation (ICIA)
Address: Donath St. No. 67
400293 Cluj-Napoca, Cluj County
Romania
www.icia.ro.



GEOLOGICAL INSTITUTE
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES
Address: Acad. Georgi Bonchev str., bl. 24
1113, Sofia
Bulgaria
www.geology.bas.bg



UNIVERSITY OF CRAIOVA
GEOGRAPHY DEPARTMENT
Address: Al. I. Cuza Street, No. 13
200585, Craiova, Dolj County
Romania
www.ucv.ro

ИНТЕГРИРАНА ОЦЕНКА НА ПРИРОДНИЯ
И ТЕХНОЛОГИЧНИЯ РИСК В ДУНАВСКАТА РАВНИНА
В РУМЪНСКО-БЪЛГАРСКИЯ ТРАНСГРАНИЧЕН УЧАСТЪК
КАЛАФАТ-ВИДИН — ТУРНУ МЪГУРЕЛЕ-НИКОПОЛ

www.robuhaz-dun.eu

Георги Железов

През периода м. юни 2012 – м. ноември 2013 г по Оперативна програма Трансгранично сътрудничество Румъния-България 2007–2013, Приоритетна ос 2: Околна среда, Националният институт по геофизика, геодезия и география (НИГГГ) и Геологическият институт при БАН в партньорство с Географския институт на Румънската академия на науките (водещ партньор), Института за аналитични инструменти – Клуж-Напока, Департамента по география в Университета в Крайова реализира проект „Интегрирана оценка на природния и технологичния риск в Дунавската равнина в румънско-българския трансграниччен участък от Калафат-Видин до Турну Мъгуреле-Никопол“.

Проектът цели да подобри информационната база за природния и технологичния рисък, съществуващ от двете страни на граничната област между Румъния и България, разположена в дунавския участък между Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол, и да повиши информираността на всички заинтересовани страни (местни власти, общини, служби и др.) по отношение на превенцията и борбата с непредвидени ситуации. Чрез проучването се планира да бъде оценена честотата на природни и технологични опасности, за да се гарантира опазването на околната среда и устойчивото развитие на изследваната територия и подпомагане на ефективното управление на риска в трансграничната зона.

На румънска територия изследваният регион е разположен в обширна система от речни тераси по долината на р. Дунав, която обхваща Олтенската равнина с нейните две части Деснъцуй и Романац и малка част от разположената по лявото поречие на р. Оlt Телеорманска равнина.

На българска територия проучваният регион е разположен в северната периферия на западната и централната част на Дунавската равнина от Видинската низина на запад до Свищовско-Беленската низина на изток.

Отчитайки практико-приложната насоченост на проекта и целите на програмата, петте партниращи си научни екипа достигнаха до решение границите на изследваната територия да съвпадат с административните граници на дунавските общини в трансграничния участък Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол. Този подход значително улесни процеса на работа с базите данни и разработването на интегрираната Географска информационна система. Допълнително предимство се постигна и при организацията на публичните дейности и цялостното администриране на проекта. Значително по-лесно се извеждаха примери и конкретни моделни ситуации при работа на терен или обществени кампании в съответните населени места.

Ориентацията на проекта към местните общности в целевия регион и представянето на резултатите от него повиши разпознаваемостта на академичните институции и създаде възможности за полезно сътрудничество с общинската администрация, службите по защита на населението от бедствия и аварии, местни медии, образователни институции и населението на региона. В този дух на Втората кръгла маса, проведена през м. ноември 2012 г. в София, се изведе мотото на проекта – „Наука за хората“ (Science for people).

В програмата на проекта се заложиха следните основни задачи:

1. Изработка на интегрирана ГИС база данни за сектора Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол в Дунавската заливна равнина.
2. Определяне на типовете природен и технологичен рискове.
3. Оценяване на уязвимостта от природен и технологичен рискове.
4. Създаване на специализирани карти на природния и технологичния рискове.
5. Оценка на качеството на почвите и водите и уязвимост на водоносния хоризонт от замърсяване с нитрати, фосфати, пестициди и тежки метали.
6. Идентифициране на най-добрите стратегии за устойчиво развитие и защита на околната среда.
7. Разпространение на резултатите от проучването до заинтересованите страни в граничната област посредством съвместни срещи.

Реализирането на проекта се осъществи в следните дейности:

1. Първа работна среща, Букурешт.
2. Създаване на уеб сайт на проекта, поддържане и обновяване с нова информация.
3. Изработка на интегрирана база данни.
4. Определяне на типовете природен и технологичен рискове.
5. Съвместна кръгла маса „Оценка на картите на риска и картографиране“ с участието на специалисти с отношение към защитата и управлението на природния и технологичния рискове, Букурешт.
6. Съвместна кръгла маса „Оценка на картите на риска и картографиране“ с участието на специалисти с отношение към защитата и управлението на природния и технологичен рискове, София.
7. Теренна работа за измервания с използването на LiDAR radar за получаване на точни хипсометрични карти.
8. Определяне на индикатори за уязвимостта от природен и технологичен рискове.

9. Създаване на единна методика за карти на риска.
10. Междинна работна среща, София.
11. Създаване на специализирани карти на природния и технологичният рисков.
12. Теренна работа за оценка на уязвимостта на почви и води от замърсяване.
13. Обработка и интерпретиране на данните, свързани с качеството на почви и води.
14. Заключителна работна среща, Крайова.
15. Румънско-българско лятно училище „Устойчиво развитие и природен и технологичен риск в Дунавската равнина“ за студенти, млади учени, Крайова-Калафат.
16. Издаване на серия от реклами материали, свързани с популяризирането на резултатите от проекта.
17. Издаване на техническо ръководство и разработване на специализиран университетски курс по проблемите на природния и технологичния рисков.
18. Разпространение на резултатите посредством различни дейности и събития.

В процеса на развитие на проекта са реализирани всички основни дейности и са постигнати резултати в съответствие с поставените цел и задачи.

– Създадена е интегрирана база данни в ГИС среда за природните и технологичните опасности в трансграничния българо-румънски дунавски регион Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол.

– Заснемането на изследваната територия с LiDAR е реализирано съвместно от Националния институт по геофизика, геодезия и география и Геологическия институт при Българската академия на науките и Географския институт на Румънската академия на науките.

– Определени и категоризирани са основните групи природни и технологични опасности в трансграничния българо-румънски дунавски регион Видин-Калафат – Никопол-Турну Мъгуреле.

– Направена е оценка на степента на уязвимост от природни и технологични опасности. Детерминирани са областите с най-висока потенциална опасност в региона.

– Реализирани са две кампании по пробонабиране с цел оценка на технологичният рисков по отношение на качеството на води и почви през м. октомври 2012 и м. април 2013 г.

– Всички анализи, свързани с определянето на състоянието и степента на замърсеност, са направени в лабораториите на Института за аналитични инструменти в гр. Клуж-Напока.

– Създадени са серия от тематични карти на природните и технологичните опасности в трансграничния българо-румънски дунавски регион Видин-Калафат – Никопол-Турну Мъгуреле, базирани на специално създадена за целта интегрирана методика. Комплексна карта на риска и карта на публичните кампании са направени за региона от Видин от Никопол.

– С цел подобряване на сътрудничеството и координация на дейностите по проекта се организираха три работни срещи – в Букурещ (юни, 2012), София (март, 2013) и Крайова (ноември, 2013).

– За постигане на по-висока ефективност и приложимост на резултатите от проекта се организираха две кръгли маси в Букуреш и София през м. ноември 2013 г. с участието на представители на общини от региона на изследване, служби по защита на населението от бедствия и аварии, учени и университетски преподаватели.

– Дейностите по проекта включиха организацията на лятно училище с цел приобщаване и запознаване на млади учени и студенти с идеите, задачите, работата и резултатите от проекта. Лятното училище се организира от Департамента по география към Университета в Крайова, а теренно-полевата работа се осъществи в региона на Крайова-Калафат в Румъния и Видин-Арчар-Орсоя-Лом в България.

– В рамките на дейността по проекта са реализирани 34 публични кампании в България, от които 7 в училища, 9 с общински и областни администрации, 1 с регионални медии и 15 срещи с обществеността в селата на региона. Дейността по проекта е отразена от Българското национално радио, две регионални телевизии, два национални всекидневника с тираж 90 000 броя, три регионални вестника с тираж 4900 броя, както и в сайтовете и електронните издания на общините Видин, Оряхово и Никопол.

– За нуждите на публичните кампании са издадени и изработени серия от материали – двуезични брошура и постер, тениски, шапки, химикали, флаери, папки и др.

– Резултатите от проекта са обобщени в двуезично техническо ръководство на български и английски език и румънски и английски език. Значителна част от научните постижения на проекта е представена на различни международни научни конференции и е публикувана в престижни научни списания.

В настоящия специализиран тематичен брой на списание „Проблеми на географията“ са поместени научни статии, свързани с работата по проекта през 2014 г.

Всички изследвания, анализи, публикации и експертизи по проекта са насочени към повишаване на степента на информираност и подобряване на preventията по отношение на природните и технологичните опасности в трансграничния българо-румънски дунавски регион Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол.

ROMANIAN – BULGARIAN CROSS-BORDER JOINT NATURAL
AND TECHNOLOGICAL HAZARDS ASSESSMENT
IN THE DANUBE FLOODPLAIN. THE CALAFAT-VIDIN
– TURNU MĂGURELE-NIKOPOLE SECTOR
www.robuhaz-dun.eu

Georgi Zhelezov

During the period between June 2012 and November 2013, the National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography ((NIGGG) at the Bulgarian Academy of Sciences (BAS), in partnership with the Institute of Geography (IG) at the Romanian Academy (Leading partner), the Institute of Geology (IG) at the BAS, the Institute for Analytic Instruments - Cluj-Napoca and the Geography Department of Craiova University, accomplished a project within the “Romania-Bulgaria cross-border cooperation 2007-2013” Operational program, Priority axis 2, titled “Romanian – Bulgarian cross-border joint natural and technological hazards assessment in the Danube floodplain. The Calafat-Vidin – Turnu Măgurele-Nikopol sector” (ROBUHAZ-DUN).

The project aims to improve the already existent information base on natural and technological hazards in the cross-border area of Romania and Bulgaria, in its section between Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol and thus to increase the awareness of all stakeholders (local government, municipalities, emergency situation inspectorates etc.) about the prevention and the countermeasures against unforeseen situations. The study is planned to assess the frequency of natural and technological hazards, in order to ensure environmental protection and sustainable development of the study area, as well as to support effective risk management.

In Romanian territory the study area is located in the Danube River Valley with its vast system of river terraces. The area encompasses the plain with its two parts – Desnatui and Romanati and a small part of the Teleorman plane, situated along the left bank of the Olt River.

In Bulgarian territory the study area is located in the Northern periphery of the Western and Central parts of the Danube plain, from the Vidin lowland to the West to the Svishtov-Belene lowland to the East.

Considering the practical-applied focus of the project and the objectives of the Program, the five collaborating research teams came to the decision that the borders of the study area should be fixed in compliance with the borders of the Danube municipalities in the Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol cross-border area. This approach greatly facilitated the process of working with databases and the development of an integrated Geographic Information System. An additional advantage was achieved also with regard to the organization of the public activities and the overall management of the project. Examples and particular model situations were significantly easier to demonstrate during field or public campaigns in the relevant settlements and localities.

The orientation of the project and the presentation of the project results to local communities in the target area has increased the recognizability of the academic institutions and has created opportunities for useful cooperation between the municipal administrations, the services for protection of the population against disasters and

emergencies, the local media, the educational institutions and the region's population. In this spirit, naturally, during the second roundtable, held in November 2012 in Sofia, a project motto ("Science for the people") was stated.

The following tasks were embedded in the project agenda:

OBJECTIVES

1. To elaborate a joint integrated GIS database for the Calafat-Vidin – Turnu Măgurele-Nikopol Danube Floodplain sector.
2. To identify the natural and technological hazards typologies.
3. To assess the vulnerability to the natural and technological hazards.
4. To elaborate the specialised natural and technological hazards maps.
5. To assess soil and water quality and aquifer vulnerability to pollution with nutrients, pesticides and heavy metals.
6. To identify the best sustainable development strategies for environmental protection.
7. To disseminate the results of the research to interested actors in the border area through joint events.

ACTIVITIES

1. First Steering Committee Meeting – Bucharest.
2. Web-site design, continuously updated with new information.
3. Joint GIS database elaboration.
4. Identification of the natural and technological hazards typologies.
5. Joint Round-table on "Hazard maps assessment and mapping" inviting specialists dealing with natural and technological hazards protection and management", Bucharest.
6. Joint Round-table on "Hazard maps assessment and mapping" inviting specialists dealing with natural and technological hazards protection and management", Sofia.
7. Fieldwork campaigns for measurements using LiDAR radar to obtain accurate altimetry maps.
8. Elaboration of vulnerability indicators for natural and technological hazards.
9. The establishment of the common methodology for hazard maps.
10. Interim Steering Committee Meeting, Sofia.
11. Elaboration of the specialised natural and technological hazards maps.
12. Field campaigns for assessing soil and water vulnerability to pollution.
13. Data processing interpretation regarding soils and water quality.
14. Final Steering Committee Meeting, Craiova.
15. Romanian-Bulgarian Summer School on "Sustainable development and natural and technological hazards in the Danube Floodplain" for university students, young scientists, Craiova-Calafat.
16. Development and publishing of the number of promotional materials.
17. Publishing of technical guide and university lecture course in the problems of natural and technical hazards.
18. Dissemination of the results through various actions and events.

All planned major activities were implemented within the project and the following results were achieved:

– An integrated database in GIS environment of natural and technological hazards in the cross-border Bulgarian-Romanian Danube region of Calafat-Vidin and Turnu Magurele-Nikopol was established.

– Filming the study area with LiDAR, implemented jointly by the National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography – Bulgarian Academy of Sciences, the Geological Institute – Bulgarian Academy of Sciences, the Institute of Geography – Romanian Academy.

– The main groups of natural and technological hazards were defined and categorized.

– An assessment of the degree of vulnerability to natural and technological hazards was made. The areas with the highest potential hazards in the region were determined

– Two sampling campaigns for assessment of technological risks in terms of water and soil were completed in October 2012 and April 2013.

– The measurements of the degree of contamination, as well as all other analyses, were made in the laboratories of the National Institute for Research and Development of Optoelectronics in the city of Cluj-Napoca.

– An array of thematic maps of natural and technological hazards in the cross Bulgarian-Romanian Danube region of Calafat-Vidin and Turnu Magurele-Nikopol, was created, based on specifically designed integrated methodology. A complex-risk map and a map of public campaigns in the Vidin – Nikopol region have also been made.

– In order to improve the cooperation and the coordination of the project activities, three workshops were organized - in Bucharest (June, 2012), in Sofia (March, 2013) and in Craiova (November, 2013).

– In order to achieve higher efficiency and applicability of the results of the project, two roundtables were organized – in Bucharest and in Sofia (November 2013), with the participation of representatives of the municipalities in the research region, members of the services for disaster protection of the population, scientists and university teachers.

– Project activities comprised the organization of a summer school, in order to include young scientists and students in the project, and to introduce them to the project activities and results. The summer school was organized by the Department of Geography at the University of Craiova, and the field work was carried out in the Craiova - Calafat region in Romania, as well as in the Vidin - Archar – Orsoya - Lom region in Bulgaria.

– In the project context, 34 public campaigns in seven schools, nine municipal and regional administrations, one regional media were carried out, together with 15 public meetings in the villages of the Bulgarian part of the region. The project activity was covered by the Bulgarian National Radio, two regional television channels, two national newspapers with a circulation of 90 000 issues, three regional newspapers with a circulation of 4900 issues, as well as by the websites and the electronic releases of Vidin, Oryahovo and Nikopol municipalities.

– A series of materials such as bilingual brochure, bilingual poster, t-shirts, hats, pens, flyers, folders, etc. were issued for the needs of the public campaigns.

– The project results were summarized in a bilingual technical guide (in Bulgarian and English and Romanian and English). A significant part of the scientific product of the project has been presented at various international conferences and by publications in scientific journals. In 2014 the “Problems of Geography” journal will print out a special issue containing research papers related to the project.

All research activities, analyses, publications and assessments done within the project are aimed at increasing the awareness and improvement of the prevention, in terms of natural and technological hazards, in the cross-border Bulgarian-Romanian Danube region of Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol.



Съвместна работна среща
на учени от НИГГ и ГИ
при БАН и ГИ на РАН и
администрацията на община
Никопол, октомври, 2012
Joint workshop NIGGG and
IG – BAS, IG – Romania
Academy, and administration
of Nikopol municipality,
October 2012



Съвместна теренна
работка на учени в региона на
гр. Оряхово, октомври, 2012
Joint field work in region
of Oryahovo town,
October 2012



Съвместна теренна работа в региона
на Чернополската (Карабоазка) низина,
април 2013 г.
Joint field work in the region of Chernopolska
(Karabozak) lowland, April 2013



Съвместна теренна работа за LiDAR
заснемане, септември, 2013 г.
Joint field work for LiDAR scanning,
September 2013



Информационна кампания – СОУ „Христо Ботев“ – Никопол, април 2013 г.
Dissemination campaign – Secondary school “Hristo Botev”, Nikopol, April, 2013

Информационна кампания – Природо-математическа гимназия – Видин,
септември 2013 г.

Dissemination campaign – Nature and
mathematics secondary school, Vidin,
September, 2013



Съвместна кръгла маса, Букурещ,
ноември 2012 г.

Joint round table, Bucharest, November, 2012



Съвместна кръгла маса,
София, ноември 2012 г.

Joint round table,
Sofia, November, 2012



Работна среща,
София, март 2013 г.

Interim steering meeting, Sofia,
March, 2013



Лятно училище
– Крайова, 2013 г.
Summer school
– Craiova, 2013

Информационна кампания –
Оряхово, ноември 2013 г.

Dissemination campaign
– Oryahovo, November, 2013



Информационна кампания – Никопол,
ноември 2013 г.

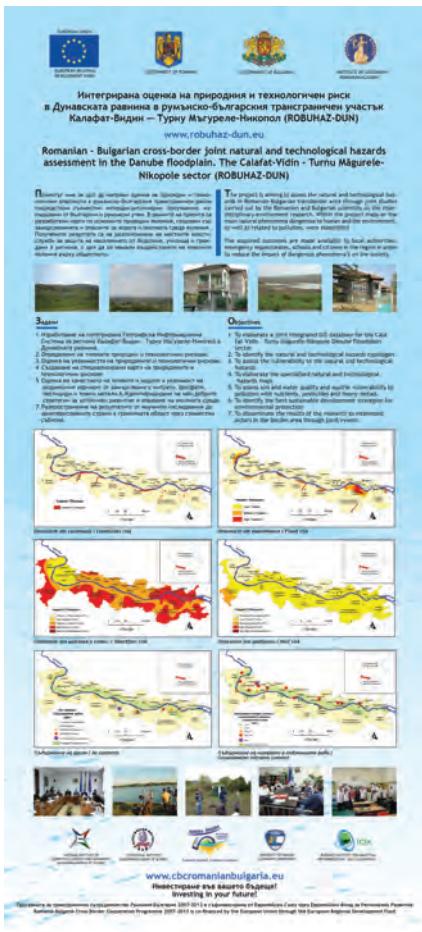
Dissemination campaign – Nikopol,
November, 2013



Заключителна работна среща, Крайова,
ноември 2013 г.

Final steering meeting, Craiova,
November, 2013

Информационни материали/ Information materials



← Двуезичен постер
Bilingual poster



ENVIRONMENTAL INDICATORS FOR ASSESSING THE NATURAL AND TECHNOLOGICAL HAZARDS

*Cecilia Roman, Bela Abraham, Mirela Miclean, Oana Cadar,
Şenilă Lăcrimioara, Marius Roman, Alin Mihălțan, Monica Ursu,
Claudiu Tănăselia*

INTRODUCTION

Since the world population is expected to grow substantially during the next decades, raising environmental efficiency may be the only option for preventing depletion of natural resources and controlling the level of pollution. In this sense, the state of the environment reporting is now a legislative requirement at the national and EU level. The environmental issues of concern are presented below:

- **Climate change** — Global warming • Global dimming • Fossil fuels • Sea level rise • Greenhouse gas • Ocean acidification • Shutdown of thermohaline circulation • Environmental impact of the coal industry • Urban Heat Islands
- **Conservation** — Species extinction • Pollinator decline • Coral bleaching • Holocene extinction • Invasive species • Poaching • Endangered species
- **Energy** — Energy conservation • Renewable energy • Efficient energy use • Renewable energy commercialization • Environmental impact of the coal industry • Environmental impact of hydraulic fracturing
- **Environmental degradation** — Eutrophication • Habitat destruction • Invasive species • Soda lake
- **Environmental health** — Air quality • Asthma • Environmental impact of the coal industry • Electromagnetic fields • Electromagnetic radiation and health • Indoor air quality • Lead poisoning • Sick Building Syndrome • Environmental impact of hydraulic fracturing
- **Genetic engineering** — Genetic pollution • Genetically modified food controversies
- **Intensive farming** — Overgrazing • Irrigation • Monoculture • Environmental effects of meat production • Slash and burn • Pesticide drift • Plasticulture
- **Land degradation** — Land pollution • Desertification
- **Soil** — Soil conservation • Soil erosion • Soil contamination • Soil salination
- Alkali soils
- **Land use** — Urban sprawl • Habitat fragmentation • Habitat destruction

- **Nanotechnology** — Nanotoxicology • Nanopollution
- **Nuclear issues** — Nuclear fallout • Nuclear meltdown • Nuclear power • Nuclear weapons • Nuclear and radiation accidents • Nuclear safety • High-level radioactive waste management
- **Overpopulation** — Burial • Water crisis • Overpopulation in companion animals • Tragedy of the commons • Gender Imbalance in Developing Countries • Sub-replacement fertility levels in developed countries
- **Ozone depletion** — CFC • Biological effects of UV exposure
- **Pollution** — Environmental impact of the coal industry • Nonpoint source pollution • Point source pollution • Light pollution • Noise pollution • Visual pollution
 - **Water pollution** — Environmental impact of the coal industry • Acid rain • Eutrophication • Marine pollution • Ocean dumping • Oil spills • Thermal pollution • Urban runoff • Water crisis • Marine debris • Microplastics • Ocean acidification • Ship pollution • Wastewater • Fish kill • Algal bloom • Mercury in fish • Environmental impact of hydraulic fracturing
 - **Air pollution** — Environmental impact of the coal industry • Smog • Tropospheric ozone • Indoor air quality • Volatile organic compound • Atmospheric particulate matter • Environmental impact of hydraulic fracturing
- **Reservoirs** — Environmental impacts of reservoirs
- **Resource depletion** — Exploitation of natural resources • Overdrafting
 - **Consumerism** — Consumer capitalism • Planned obsolescence • Overconsumption
 - **Fishing** — Blast fishing • Bottom trawling • Cyanide fishing • Ghost nets • Illegal, unreported and unregulated fishing • Overfishing • Shark finning • Whaling
 - **Logging** — Clearcutting • Deforestation • Illegal logging
 - **Mining** — Acid mine drainage • Environmental impact of hydraulic fracturing
- Mountaintop removal mining • Slurry impoundments
- **Toxins** — Chlorofluorocarbons • DDT • Endocrine disruptors • Dioxin • Toxic heavy metals • Environmental impact of the coal industry • Herbicides • Pesticides
- Toxic waste • PCB • Bioaccumulation • Biomagnification • Environmental impact of hydraulic fracturing
- **Waste** — Electronic waste • Litter • Waste disposal incidents • Marine debris
- Medical waste • Landfill • Leachate • Environmental impact of the coal industry
- Incineration • Great Pacific Garbage Patch • Exporting of hazardous waste
- Environmental impact of hydraulic fracturing [1, 2].

ENVIRONMENTAL INDICATORS

State of the environment reporting is a system for delivering useful information and assessments about the environment to all parts of the society including the public, government, industry, and NGOs. For this scope, a set of environmental indicators are developed, validated and used to track changes to the quality and condition of the air, water, land, and ecological systems—and their resident biota—on various geographic and temporal scales. The OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) uses three basic criteria to describe “ideal” indicators: 1. policy relevance and utility for users, 2. analytical soundness, and 3. measurability.

Indicators can be used at international and national levels in state of the environment reporting, measurement of environmental performance and reporting on progress towards sustainable development. They can further be used at national level in planning, clarifying policy objectives and setting priorities. Environmental indicators may be used as a powerful tool to raise public awareness on environmental issues. Providing information on driving forces, impacts and policy responses, is a common strategy to strengthen public support for policy measures.

In relation to policy-making, environmental indicators are used for three major purposes:

1. to supply information on environmental problems, in order to enable policy-makers to value their seriousness;
2. to support policy development and priority setting, by identifying key factors that cause pressure on the environment;
3. to monitor the effects of policy responses [3].

FUNCTIONS AND DEFINITIONS OF ENVIRONMENTAL INDICATORS

Functions The OECD terminology points to two major functions of indicators:

- they reduce the number of measurements and parameters that normally would be required to give an *exact* presentation of a situation.
 - *Note: As a consequence, the size of an indicator set and the level of detail contained in the set need to be limited. A set with a large number of indicators will tend to clutter the overview it is meant to provide.*
- they simplify the communication process by which the results of measurement are provided to the user.
 - *Due to this simplification and adaptation to user needs, indicators may not always meet strict scientific demands to demonstrate causal chains. Indicators should therefore be regarded as an expression of “the best knowledge available”.*

Definitions

- **Indicator:** a parameter or a value derived from parameters, which points to, provides information about, and describes the state of a phenomenon/environment / area, with a significance extending beyond that directly associated with a parameter value.
- **Index:** a set of aggregated or weighted parameters or indicators.
- **Parameter:** a property that is measured or observed.

CRITERIA FOR SELECTING ENVIRONMENTAL INDICATORS

The methodologies of analysis for the state of environment evaluation of a given area make use of several environmental indicators. As indicators are used for various purposes, it is necessary to define general criteria for selecting indicators and validating their choice. Three basic criteria are used in OECD work: policy relevance and utility for users, analytical soundness, and measurability (*Extract from “Environmental indicators for environmental performance reviews”, OECD, 1993*).

Policy relevance and utility for users	An environmental indicator should: <ul style="list-style-type: none"> • provide a representative picture of environmental conditions, pressures on the environment or society's responses; • be simple, easy to interpret and able to show trends over time; • be responsive to changes in the environment and related human activities; • provide a basis for international comparisons; • be either national in scope or applicable to regional environmental issues of national significance; • have a threshold or reference value against which to compare it, so that users can assess the significance of the values associated with it.
Analytical soundness	An environmental indicator should: <ul style="list-style-type: none"> • be theoretically well founded in technical and scientific terms; • be based on international standards and international consensus about its validity; • lend itself to being linked to economic models, forecasting and information systems.
Measurability	The data required to support the indicator should be: <ul style="list-style-type: none"> • readily available or made available at a reasonable cost/benefit ratio; • adequately documented and of known quality; • updated at regular intervals in accordance with reliable procedures.

The PSR (Pressure, State, Response) model has initially been developed by the OECD to structure its work on environmental policies and reporting. It considers that:

- human activities exert pressures on the environment and affect its quality and the quantity of natural resources (“*state*”);
- society responds to these changes through environmental, general economic and sectorial policies and through changes in awareness and behavior (“*societal response*”).

The PSR model highlights these **cause-effect relationships**, and helps decision makers and the public see environmental, economic, and other issues as interconnected. It therefore provides a means of selecting and organizing indicators (or state of the environment reports) in a way useful for decision makers and the public, and of ensuring that nothing important has been overlooked.

Depending on the purpose to use the PSR model, it can be easily adjusted to account for greater details or for specific features. One example of adjusted versions is the Driving force-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) model used by the European Environmental Agency (EEA).

Driving forces are the social, demographic and economic developments in societies and the corresponding changes in life styles and overall levels of consumption and production patterns. The major driving forces are population growth and changes in needs and activities of individuals. The driving forces provoke changes in overall levels of production and consumption and thereby exert pressure on the environment. Indicators, provide a representative picture of pressures on the environment [4].

Indicators of environmental pressures give information on the pressures exerted on the environment. They are closely related to production and consumption patterns; they often reflect emission or resource use intensities, along with related trends and changes over a given period.

Indicators of environmental conditions (state) are designed to give an overview of the quality of the environment and the quality and quantity of natural resource that can be affected by pressures.

Indicators of impact. The Impact component presents data on the impact of the change of the state of the environment on the foregoing factors.

Indicators of response. Societal responses show the extent to which society responds to environmental concerns. They refer to individual and collective actions and reactions, intended to:

- mitigate, adapt to or prevent human-induced negative effects on the environment;
- halt or reverse environmental damage already inflicted;
- preserve and conserve nature and natural resources.

Indicators can be classified into 4 simple groups which address the following questions:

1. **'What is happening to the environment and to humans?' (Type A or Descriptive Indicators)**: describe the actual situation with regard to the main environmental issues, such as climate change, acidification, toxic contamination and wastes in relation to the geographical levels at which these issues manifest themselves.

2. **'Does it matter?' (Type B or Performance indicators)**: performance indicators compare (f) actual conditions with a specific set of reference conditions. They measure the 'distance(s)' between the current environmental situation and the desired situation (target): 'distance to target' assessment. Performance indicators are relevant if specific groups or institutions may be held accountable for changes in environmental pressures or states

3. **'Are we improving?' (Type C or Efficiency indicators)**: express the relation between separate elements of the causal chain. Most relevant for policy-making are the indicators that relate environmental pressures to human activities. These indicators provide insight in the efficiency of products and processes.

4. **'Are we on the whole better off?' (Type D or Total Welfare indicators)**: express the environment quality related with the wellbeing of the population and the status of public health. These indicators provide insight in the efficiency of radiation costs.

At EU level there is a EEA core set of indicators, a useful tool for prioritizing which environmental information is most useful as part of a shared European environmental information system. The core set supports EU policy priorities, is regularly updated, and is of known quality. The core set of indicators is designed for various users, who have a variety of information needs.

The establishment and development of the EEA core set of 37 indicators has been guided by the need to identify a small number of policy-relevant indicators that are stable, but not static, and that give answers to selected priority policy questions. They should, however, be considered alongside other information if they are to be fully effective in environmental reporting. All the topics address EU policy priorities, as described in the EEA strategy (1).

The core set covers:

- six environmental themes:
 1. air pollution and ozone depletion,
 2. climate change,
 3. waste,
 4. water,
 5. biodiversity,
 6. terrestrial environment
- four sectors
 1. agriculture,
 2. energy,
 3. transport
 4. fisheries [5-7].

EEA core set of indicators are present in table 1.

Table 1

EEA core set of indicators

Theme	No.	Indicator title
Air pollution and ozone depletion	1	Emissions of acidifying substances
	2	Emissions of ozone precursors
	3	Emissions of primary particulates and secondary particulate precursors
	4	Exceedance of air quality limit values in urban areas
	5	Exposure of ecosystems to acidification, eutrophication and ozone
	6	Consumption of ozone-depleting substances
Biodiversity	7	Threatened and protected species
	8	Designated areas
	9	Species diversity
Climate change	10	Greenhouse gas emissions and removals
	11	Projections of greenhouse gas emissions and removals and policies and measures
	12	Global and European temperature
	13	Atmospheric greenhouse gas concentrations
Terrestrial	14	Land take
	15	Progress in management of contaminated sites
Waste	16	Municipal waste generation
	17	Generation and recycling of packaging waste

Theme	No.	Indicator title
Water	18	Use of freshwater resources
	19	Oxygen-consuming substances in rivers
	20	Nutrients in freshwater
	21	Nutrients in transitional, coastal and marine waters
	22	Bathing water quality
	23	Chlorophyll in transitional, coastal and marine waters
	24	Urban wastewater treatment
Agriculture	25	Gross nutrient balance
	26	Area under organic farming
Energy	27	Final energy consumption
	28	Total energy intensity
	29	Total energy consumption
	30	Renewable energy consumption
	31	Renewable electricity
Fisheries	32	Status of marine fish stocks
	33	Aquaculture production
	34	Fishing fleet capacity
Transport	35	Passenger transport demand
	36	Freight transport demand
	37	Use of cleaner and alternative fuels

The work of the EEA is built around a conceptual framework known as the DPSIR assessment framework. DPSIR stands for ‘driving forces, pressures, states, impacts and responses’. DPSIR builds on the existing OECD model and offers a basis for analyzing the interrelated factors that impact on the environment. Some other relevant priorities (chemicals, noise, industry, consumption, material flows) have not yet been included [8].

ENVIRONMENTAL INDICATORS FOR ASSESSING THE NATURAL AND TECHNOLOGICAL HAZARDS

BACKGROUND

The environment is complex, and discerning environmental trends can be difficult. Environmental indicators help track changes in the environment by selecting key measures – which may be physical, chemical, biological – that provide useful information about the whole system.

The term *natural disaster* refers to natural phenomena produced by the dynamics operating within the Earth's surface and atmosphere that result in extensive social, economic and environmental damage. They are qualified as "major" when they exceed the capacity of those affected to deal with them with their own resources and, as a result, outside aid becomes necessary.

Technological accidents are characterized by their marked anthropic origin and mainly occur in relation to industrial activity and transport (i.e. accidents deriving from the transport of dangerous goods (by road and rail), maritime accidents involving oil spills and accidents occurring at industrial facilities).

Natural phenomena should be included alongside technological accidents when considering potential social and environmental impacts. Recent years have seen a large number of natural disasters that have produced high numbers of victims.

It is very important to define a set of environmental indicators of the natural and technological hazards because using indicators it is possible to evaluate the fundamental condition of the environment without having to capture the full complexity of the system. Indicators are based on the best scientific understanding currently available so that changes in these simple measures can be related to more complex environmental trends. When time series data for an indicator show a trend, then there is a need to provide some interpretation of the trend and its implications. Therefore an indicator must be backed by a sound theoretical framework so that accurate interpretations can be made.

According to European Environment Agency: "*An indicator is a measure, generally quantitative, that can be used to illustrate and communicate complex phenomena simply, including trends and progress over time. An indicator provides a clue to a matter of larger significance or makes perceptible a trend or phenomenon that is not immediately detectable. An indicator is a sign or symptom that makes something known with a reasonable degree of certainty. An indicator reveals, gives evidence, and its significance extends beyond what is actually measured to a larger phenomenon of interest*" (IETF, 1996)" (www.eea.eu.int).

A widely used framework for environmental indicators arises from a simple set of questions:

1. What is happening to the state of the environment or natural resources? ⇒ **state indicators**; indicators of changes or trends in the physical or biological state of the natural world.
2. Why is it happening?: **pressure indicators**; indicators of stresses or pressures from human activities that cause environmental change.
3. What are we doing about it? **response indicators** measures of the policy adopted in response to environmental problems.

Environmental indicators simplify state of the environment reporting in two important ways because:

- indicators have a well-understood meaning and can be measured regularly. Trends in the indicators are thus readily interpreted to yield valuable information about important aspects of the environment.
- environmental indicators can be an aid to communication. They allow information about the environment to be communicated effectively.

The environmental indicators of the natural and technological hazards must be selected on the basis that they should:

- reflect a valued element of the environment or an important environmental issue;
- have relevance to policy and management needs;
- be useful for tracking environmental trends at a range of spatial scales from the local to the national;
- be scientifically credible;
- be cost effective;
- serve as a robust indicator of environmental change;
- be readily interpretable;
- be monitored regularly, either by existing programs or by new programs that might be established in the future at reasonable cost;
- reflect national programs and policies.

As users of information about the environment become more familiar with the agreed indicators, they will be able to absorb this information more quickly, because a technological hazard may lead to the contamination of more than one environmental compartment. Thus the efficiency of decision-making should be enhanced by the usage of the environmental indicators. Environmental indicators (ante or post-hazard) can also help focus and rationalize environmental monitoring programs by drawing attention to the critical measures required to evaluate environmental trends and conditions.

ENVIRONMENTAL INDICATORS AND THEIR USEFULNESS FOR ASSESSING THE NATURAL AND TECHNOLOGICAL HAZARDS

In recent decades, natural hazards have caused greater damage than before. To protect human lives and properties, it is essential to take action and for this purpose to know the environment trend is very important and, in this sense, the environmental indicators represent the key element to construct a good and correct strategy.

Assessment of the environmental contamination caused by technological hazards may require considerable resources. Therefore, assessment must be tailored according to the resources available. If rare or protected habitats/species are threatened by pollutants released from an accident they must be the main focus for protection, impact assessment and remediation. Where resources are available, as much as possible should be done to protect, assess and remediate the general environment.

The ecological consequences of any given technological hazard will be related to the chemicals involved, mode of dispersion and the physical and biological nature of the receiving habitat(s). Given the heterogeneity of hazard/accident causes and chemicals involved, as well as the diversity of habitats that may be impacted, assessing the environmental impact of accidents will be complicated. A basic frame work for considering the steps that may be taken to assess the environmental impact of accidents is as follows:

- determine the chemical(s) involved and develop and adapt analytical procedures for detection if none are in current usage;
- determine the environmental distribution of the chemicals in relevant environmental media;
- assess biological impact.

After determining what components of the environment received the pollutants it is then necessary to determine the spatial extent of pollutant distribution and the levels of pollutants in the affected environment. With complex chemical mixtures, the major difficulty in assessing the extent of pollution often knows which compounds were released. Chemicals may also have differing dispersion properties, leading to complex distribution patterns for cocktails.

Knowledge of a pollutant's physical-chemical properties may help to predict the ecological impact of that chemical. Most manufactured compounds in common usage have been well characterized. Even if detailed characterization has not been carried out for the individual chemical of interest, environmental behavior can usually be predicted from knowledge of chemical structure and the behavior of related compounds. In table 2 are presented the most relevant indicators of the natural and technological hazards [9-11].

Table 2

Environmental indicators for natural and technological hazards

Hazard	Hazard's indicator	Environmental indicators	Observation
Water scarcity / Drought periods	<ul style="list-style-type: none"> – average precipitation, – average river discharge, – average soil moisture, – groundwater level – severity, – duration, – return periods and timing of drought events due to temporal decrease of precipitation, – river discharge, – soil moisture, – groundwater and water stored in lakes and dams below some threshold level 	<ul style="list-style-type: none"> – soil moisture – average soil moisture – groundwater level 	<ul style="list-style-type: none"> – A period of drought is taken to mean a dry period that is sufficiently long enough to cause a substantial decrease in river flow, water levels in lakes and/or exhaustion of soil moisture, as well as a decrease in groundwater levels to below normal values
		Environmental indicators post hazards (before the environment remediation)	
Flood	<ul style="list-style-type: none"> – severity, – duration, – return periods and timing of flooding events due to increase of precipitation, – river discharge above some threshold level and sea level rise 	<ul style="list-style-type: none"> – soil quality indicators – water quality indicators – underground water quality indicators 	

Forest fires	<ul style="list-style-type: none"> – severity, – duration, – characteristics of the fuel (vegetation type, density, humidity content), – characteristics of the topography (slope, altitude, solar aspect angle) – meteorological conditions (rainfall, wind direction and speed, air humidity, surface and air temperature) 	<ul style="list-style-type: none"> – soil quality indicators – air quality indicators 	
Storms	<ul style="list-style-type: none"> – severity, – duration, – meteorological conditions (rainfall, wind direction and speed, air temperature), – groundwater and water stored in lakes and dams below some threshold level 	<ul style="list-style-type: none"> – soil quality indicators – water quality indicators – air quality indicators 	
Landslides	<ul style="list-style-type: none"> – tilting or cracking of concrete floors and foundations, – soil moving away from foundations, – broken water lines and other underground utilities, – leaning telephone poles, trees, retaining walls, or fences, – offset fence lines or retaining walls, – springs, seeps, or saturated ground in areas that have not typically been wet, – new cracks or unusual bulges in the ground or street pavement, – rapid increase in creek water levels, possibly accompanied by increased turbidity (soil content), 	<ul style="list-style-type: none"> – composition and type of material that makes up the ground near the surface – ancillary structures such as decks and patios tilting and (or) moving relative to the main house 	

	<ul style="list-style-type: none"> – sticking doors and windows, and visible open spaces indicating jambs and frames out of plumb, – sudden decrease in creek water levels though rain is still falling or just recently stopped. 		
Heat waves	<ul style="list-style-type: none"> – frequency, – intensity, – duration, – mean daily temperature, – dew point 	<ul style="list-style-type: none"> – greenhouse gas concentrations – soil moisture – average soil moisture – groundwater level 	
Snow and cold	<ul style="list-style-type: none"> – intensity, – duration, – mean daily temperature 		
Technological hazard			
		Environmental indicators to be used post hazard in order to remediate the environment	
Road accidents causing possible environmental damage	<ul style="list-style-type: none"> – weather conditions such as prevailing wind direction, atmospheric inversions and precipitation as all of these factors will determine environmental fate, – chemicals involved in accidents, – surface area 	<ul style="list-style-type: none"> – soil quality indicators – water quality indicators – underground water quality indicators – air quality indicators 	<ul style="list-style-type: none"> – When categorizing road and rail accidents, dangerous goods are considered those substances that, in the case of an accident during transport, may represent a hazard to the population, property and the environment. Possible environmental damage is considered to occur when the existence of a leak or spillage (on land, in water or into the atmosphere) with a potentially pollutant effect is reported.

			<ul style="list-style-type: none"> – Possible environmental damage caused by such accidents most frequently affects soil, followed by water and the atmosphere. In many cases, a single accident can affect two or even all three environments. For example, it is possible that a spillage or leak first affecting soil may then reach a river course or, if the pollutants evaporate, the atmosphere.
Rail accidents causing possible environmental damage		<ul style="list-style-type: none"> – soil quality indicators – water quality indicators – underground water quality indicators – air quality indicators 	<ul style="list-style-type: none"> – When categorizing road and rail accidents, dangerous goods are considered those substances that, in the case of an accident during transport, may represent a hazard to the population, property and the environment. Possible environmental damage is considered to occur when the existence of a leak or spillage (on land, in water or into the atmosphere) with a potentially pollutant effect is reported. – Possible environmental damage caused by such accidents most frequently affects soil, followed by water and the atmosphere. In many cases, a single accident can affect two or even all three environments. For example, it is possible that a spillage or leak first affecting soil may then reach a river course or, if the pollutants evaporate, the atmosphere.

Oil spills due to maritime accidents		<ul style="list-style-type: none"> – water quality analyses 	<ul style="list-style-type: none"> – Maritime accidents involving oil tankers, and those transporting chemical substances, are those that cause greatest damage to the environment. Oil spills cause enormous damage to marine ecosystems, affecting every aspect of the same. Moreover, clean-up processes and operations can also be very harmful to marine habitats, fauna and flora. Nevertheless, they are necessary as natural recovery is extremely slow.
Discharges of dangerous chemical substances due to industrial accidents	<ul style="list-style-type: none"> – weather conditions such as prevailing wind direction, atmospheric inversions and precipitation as all of these factors will determine environmental fate, – causes of chemical accidents, – chemicals involved in accidents. 	<ul style="list-style-type: none"> – soil quality indicators – water quality indicators – underground water quality indicators – air quality indicators 	<ul style="list-style-type: none"> – The accidents are those covered by the Seveso Directive, i.e. accidents occurring in industry (chemical, pharmaceutical, energy industry, etc.), and include storage, distribution and sale of dangerous substances or products. – Other types of accident not covered by the Seveso Directive include mining accidents [12].

R E F E R E N C E S

- [1] <http://www.oecd.org/>
- [2] http://www.vulnerabilityindex.net/EVI_2005.htm
- [3] http://www.eoearth.org/article/Environmental_indicators
- [4] <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea66e/ch08.htm>
- [5] <http://www.waikatoregion.govt.nz/Environment/Environmental-information/Environmental-indicators/>
- [6] <http://www.nh.gov/epht/hazards/index.htm>
- [7] <http://oehha.ca.gov/multimedia/epic/aboutepic.html>

- [8] <http://www.imerys.com/Scopi/Group/ImerysCom/imeryscom.nsf/pagesref/WMHZ84CK9F?OpenDocument&lang=EN>
- [9] http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/#c5=&c7=all&c0=10&b_start=0
- [10] <http://www.pepps.fsu.edu/segip/catalog/volume1.html>
- [11] <http://www.mpd.govt.nz/council-documents/reports/state-of-the-environment/our-environment/natural-hazards/natural-hazard-indicators.html>
- [12] <http://www.swedishmatch.com/en/Sustainability/Environmental-responsibility/Environmental-reporting/Environmental-indicators/>

*INCDO-INOE2000, Research Institute for Analytical Instrumentation,
Cluj-Napoca, Romania, www.icia.ro*

ЕКОЛОГИЧНИ ИНДИКАТОРИ ЗА ОЦЕНКА НА ПРИРОДНИТЕ И ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ РИСКОВЕ

*С. Роман, Б. Абрахам, М. Миклеан, О. Кадар, Ш. Лакримиоара,
М. Роман, Ал. Михалцан, М. Урсу, Кл. Танаселия*

(Р е з ю м е)

В статията са представени екологичните индикатори за оценка на природните и технологичните рискове, разгледани като количествени показатели, които отразяват състоянието или тенденциите на условията на околната среда. Екологичните индикатори могат да се използват на международно и национално ниво при отчитане състоянието на околната среда, измерване на екологичната ефективност и отчитане напредъка към устойчиво развитие. Материалът е структуриран, както следва: в раздел първи са поставени екологичните въпроси, отнасящи се до предизвикателствата на XXI в.; в раздел втори е представено по-задълбочено описание на екологичните индикатори, техните функции и критериите за подбора им; в раздел трети се дискутира произходът на природните бедствия и технологичните аварии, както и полезността на екологичните индикатори за оценка на природните и технологичните опасности. Оценките за природната среда потвърждават ползата от използването на показателите за ефективност и нуждата от използване на индикатори с цел подобряване управлението на околната среда и вземането на решения.

MAPPING AND VISUALIZATION OF NATURAL AND TECHNOLOGICAL HAZARDS

Rumiana Vatseva

INTRODUCTION

Natural and technological hazard mapping forms the base of decision-making process for the risk management by providing essential information for understanding the risk nature by the society. Hazard mapping is a process of establishing the geographical location and spatial extent to which a particular hazard phenomenon is likely to pose a threat to live of people, infrastructure, property and economic activities of the study area along the Danube River in Romania and Bulgaria. Hazard maps are elaborated using GIS as a main tool for data storage, analysis, modeling and results visualization. Maps represent different natural and technological phenomenon and processes, socio-economic circumstances and can be defined as communication products.

According to the main objectives of the ROBUHAZ-DUN project an elaboration of the specialized natural and technological hazard maps is focused on hazard features visualization in paper maps as well as in a GIS environment. The hazard maps are represented at different spatial scales, general ones for the entire Danube sector and detailed ones for selected localities and key areas, using a common GIS-based methodology. Spatial scales are selected in order to depict the most relevant levels for spatial planning and development.

This paper aims to provide a conceptual background and applied approaches for the mapping and visualization of natural and technological hazards in the studied sector of the Danube floodplain between Calafat – Vidin and Turnu Magurele – Nikopol in Romania and Bulgaria during the implementation of the ROBUHAZ-DUN project.

CONCEPTUAL BACKGROUND AND MAPPING APPROACHES

The hazard maps are kind of thematic maps that emphasize on the spatial aspects of particular hazardous phenomena or multiple hazards. They are elaborated using GIS as a main tool for data collection, management, analysis, modeling and mapping. Hazard maps identify and display the spatial variation of hazard events or physical conditions (e.g. floods, landslides, erosion, climate zones, etc). Important variables

involved in mapping hazards and interpreting hazard maps include the size (scale) of the area to be mapped, the availability and completeness of data, the cost of collecting and mapping data, etc.

Hazard mapping focuses on quantitative hazard analysis. This is done in local levels increasing the details for better understanding of the nature of hazards, their sources, types, dependences and probable variations. Mapping is used to combine data on natural and technological hazards with socioeconomic data for municipalities, in order to facilitate analysis of the probability of hazard occurrence. Hazard mapping is a key element for better understanding the causes and impacts of natural and technological hazards and for finding relationships that are not apparent with analytical approaches. Based on causes and impacts of natural and technological hazards, maps are developed to display anticipated future impacts or the areas of potential damages. This facilitates communication among stakeholders in the hazard management process, such as decision-makers, land use planners and policy makers.

The assessment of the available base input data (topographic maps, satellite images, DEM, etc.) and base thematic data/layers (municipalities, settlements, roads, rivers, etc.) shows that the appropriate parameters for hazard maps of the Danube study area in Bulgaria are as follows: datum WGS84, projection: UTM, zone: 35N.

An overview of natural and technological hazards provides a preliminary evaluation of hazards typology and key areas of interest for the Danube study area. Not all hazards are relevant to the investigated region. The identification of main natural and technological hazards is based on the following criteria: 1) spatial relevance; 2) occurrence, frequency and magnitude; 3) impact and effects. The investigated hazards type list is the result of main hazards identification for the region. The research focuses on three main types of hazards:

- *Natural hazards*: Climate and Hydrological hazards;
- *Natural hazards*: Geological and Geomorphological hazards;
- *Technological hazards*: Soil and water contamination.

The individual hazard maps follow the common classification of hazard intensity according to the relative priority matrix in next five classes:

1. Very low
2. Low
3. Medium
4. High
5. Very high

If it is not possible for a particular type of hazard to distinguish between the five classes, the same classification is kept, with fewer classes in between very low and very high.

Three steps are included in elaborating the hazard map: 1) transforming the data from thematic maps into classes by assigning a weight value to each class of the parameter tables, 2) merging the corresponding values of parameter tables with thematic data to receive composite maps, and 3) preparing the hazard maps by reclassifying the composite maps into five or three classes, i.e. (very) low, medium, and (very) high (Fig. 1).

Further, an aggregated hazard and risk maps can be developed based on the ESPON 1.3.1 project on natural and technological hazards (S c h m i d t - T h o m é, 2005). To produce the aggregated hazard map, the individual hazard maps are aggregated

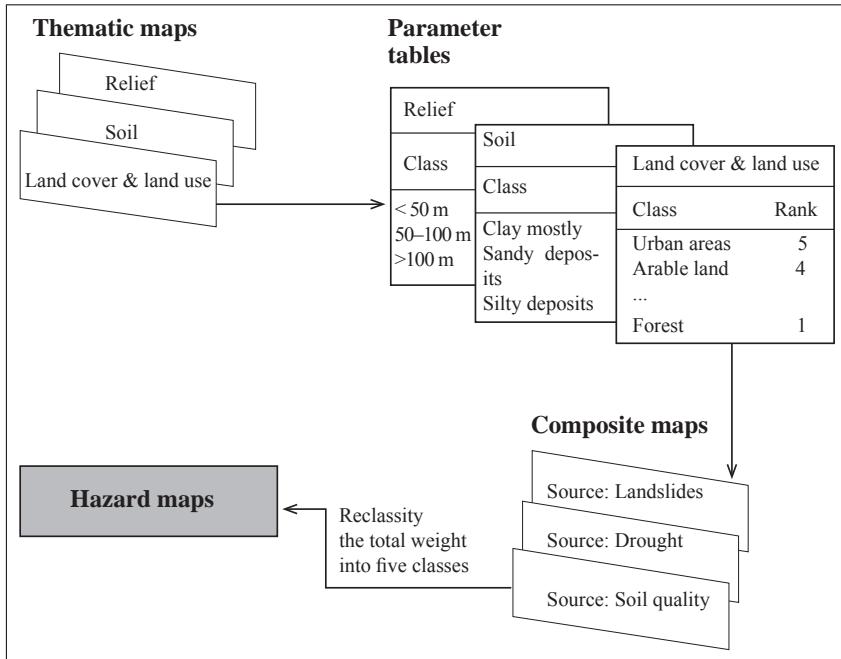


Fig. 1. Hazard mapping scheme

to one integrated hazard map by means of the addition of the several single hazard intensities (Greviñg, 2006). For the task of combining vulnerability and hazard potential, a matrix is used (Fig. 2). The values of region's hazard intensity and degree of vulnerability are summed up to yield region's integrated risk value. To distinguish between a higher intensity of a hazard or a higher degree of vulnerability, different shades of the same colour are used (Greviñg, 2006).

The scale issue has considerable influence on hazards assessment. On a general scale the data show mostly quantitative results and areas classification based on relative priority matrix in five classes (from very low to very high). For detailed (local) scale the site specific elements are displayed.

The scale used in hazard mapping is directly linked to the appropriateness of the application. The hazard maps for the study area are elaborated at different spatial scales, general ones for the entire study area and detailed ones for selected localities and key-areas. The hazard maps for the entire study area are developed at scale 1:50 000 and 1:100 000. The maps for floodplains and other vulnerable key areas are developed at scale 1:25 000 based on topographic maps at scale 1:5 000, digital orthophoto and satellite images, thematic maps and field work.

The scale of maps has significant influence on the legend content. Applying a perception approach the choropleth maps are most suitable to illustrate hazard on a general scale, where one value characterizes a certain geographic area. The local scale allows for a more complex legend as homogeneous areas in term of hazard classification are displayed with colours or hachures, and additionally, given geographic units or spots of interest are pointed out by different style of lines.

HAZARD MAPS VISUALIZATION

Hazard maps are designed using a wide range of visualization techniques based on generally accepted principles for map generalization, map design and map production. Visualization serves two major purposes: data analysis and data presentation (Strange, 2007; Kollat, Reed, 2007; George, Kollat, 2007).

In the context of GIS the generalization is a process of modeling with two groups of techniques – model and cartographic generalization (Mackaness et al., 2007; Mackaness, 2008; Mackaness, Chaudhury, 2008a). The model generalization process is applied to spatial database. It includes a set of techniques concerned with 1) selection of phenomenon according to theme, and 2) the classification, simplification and aggregation of features stored in a database for improved data processing and analysis, dataset integration, and prior to cartographic generalization. Cartographic generalization is a set of techniques applied to ensure optimal visualization of geographic phenomenon according to task (scale and theme). It increases the efficiency with which the map is interpreted, thus the techniques aim to resolve ambiguity, and to retain the quality of map's representation. In this sense Sester (1999) argue that the model generalization relates mainly to the semantic and geometric data reduction and can be defined as a process of thematic and spatial abstraction, while the cartographic generalization is related to the graphical representation of objects and restrictions on map's readability and aesthetics.

Map generalization is performed through the application of available generalization operators in GIS environment, such as symbolization, simplification, smoothing, enhancement, aggregation, elimination, collapse, exaggeration, displacement, etc. Mackaness and Chaudhury, (2008b) define the main GIS generalization operators as follows:

- Symbolization – change of symbology according to theme (pictorial, iconic), or reduce space required for symbol.
- Smoothing – reduce angularity of the map object.
- Enhancement – emphasize characteristics of map feature and meet minimum legibility requirements.
- Collapse – reduce dimensionality of map object (area to point, linear polygon to line).
- Displacement – small movement of map objects in order to minimize overlap.
- Typification – replacement of a group of map features with a prototypical subset.

In relation to the maps visualization a set of scientific articles discusses the importance of colour scheme selection, which is based on the type of data (Brewer, 1994; Ware, 2000; Harrower, Brewer, 2003; Lighth, Bartlein, 2004; Stephenson, 2005; Rygiel, Wood, 2005; Stonne, 2006). Harrower and Brewer (2003) stress that sequential schemes, made up of intervals of one or two colors graduating from light to dark, should be used for quantitative data, with low values in lighter tints and high values in darker tints. Diverging color schemes on the other hand should be used to highlight contrasts between low and high values relative to an average value. The authors argue that the map visualization is better, if diverging schemes use a light, neutral color to represent average values and contrasting dark hues for low and high values. Categorical data is best represented with qualitative schemes, which are made up of contrasting colors that show differences without reference to magnitude

The perception of colours can be described by three dimensions: hue, lightness and saturation (Brewer, 1994; Kygier, Wood, 2005). The hue is used to show qualitative differences of data. The lightness (value) describes the variation of one hue from light to dark. A change of the lightness can show quantitative differences of map elements (preferably of the same kind). The saturation describes the intensity of a colour or the amount of hue in a colour of the same lightness. A change in saturation can be used in a binary scheme to illustrate the hazard intensity on a map.

Development of colour legend for hazard maps is based on hazard classes agreed in the frame of the ROBUHAZ-DUN project (Fig. 3).

CONCLUSION

The natural and technological hazards mapping is a key element of scientific program to better understand the causes and impacts of natural and technological hazards, such as landslides, floods, erosion, soil contamination etc. Mapping facilitates the identification of relationships between the distribution of natural materials and evidence of natural and technological processes, to reveal connections that would not be obvious, if relying on analytical approaches alone. As more is learned about the causes and impacts of natural and technological hazards, hazard maps are produced to show expected future impacts or to display the potential areas that would be impacted.

Hazard mapping provides input to educational programs for illustrating local hazards, to scientists studying hazard phenomena, to land use planners seeking to base settlement locations to reduce hazard impacts and to combine with other information to illustrate community risks. Hazard maps provide clear, attractive pictures of the geographic distribution of potential hazard sources and impacts. These maps frequently provide motivation for risk management actions that would be difficult to obtain without a compelling visual. Mapping hazards provides an easily accessible tool for displaying the threat to a society.

All elaborated hazard maps in the ROBUHAZ-DUN project provide information to assist local governments in developing and implementing land use management plans, decisions making for hazard areas, and risk assessment for regional planning and civil protection. Hazard mapping supply an accessible tool for reducing hazard impacts and for integrating with other information in order to form the foundation of the risk management.

R E F E R E N C E S

- Brewer, C.A. 1994. Color Use Guidelines for Mapping and Visualization. – In: MacEachren A. M., Taylor D.R.F. (Eds.) *Visualization in Modern Cartography*, Elsevier Science, Tarrytown, NY, pp. 123-147.
- Grevi, S. 2006. Integrated risk assessment of multi-hazards: a new methodology. – In: Schmidt-Thomé, P. (ed.): *Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions*. Geological Survey of Finland, Special Paper 42, Espoo, p. 75-82.
- Harrower, M., C. Brewer. 2003. ColorBrewer.org: an online tool for selecting colour schemes for maps. *Cartog J.* 40 (1), 27-37.
- Koliat, J. B., P. Reed. 2007. A framework for visually interactive decision-making and design using evolutionary multi-objective optimization (VIDEO). *Environ. Model. Software* 22 (12), 1691-1704.

- Krygier, J., D. Wood. 2005. Making Maps – A Visual Guide to Map Design for GIS. Guilford Press, New York.
- Lig ht, A., P. J. Bartle i n. 2004. The end of the rainbow? Color schemes for improved data graphics. EOS 85 (40), 385, 391.
- Mac k a n e s s, W.A. 2008. Generalization of Spatial Databases. – In: Wilson and Fotheringham (eds.) The Handbook of Geographic Information Science. Blackwell MA, USA, pp. 222-238.
- Mac k a n e s s, W.A., A. R u a s, L. T. S a r j a k o s k i (Eds.) 2007. Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications. Elsevier Science B.V.: Amsterdam, The Netherlands.
- Mac k a n e s s, W.A., O. Chaudhry. 2008a. Generalization and Symbolization. – In: Encyclopedia of GIS. Shekhar, S.; Xiong, H. (Eds.), Springer, 1370 p.
- Mac k a n e s s, W.A., O. Chaudhry. 2008b. Cartographic Generalisation. – In; International Encyclopedia of Human Geography, Kitchin, R. and Nigel Thrift, N. (eds.), 1-17.
- S e s t e r, M. 1999. Acquiring transition rules between multiple representations in a GIS: An Experiment with Area Aggregation. Computers, Environment and Urban Systems, 23, pp.5-17.
- S chmidt - Thomé, P. (ed.) 2005. The Spatial Effects and Management of Natural and Technological Hazards in Europe. Final report of the ESPON 1.3.1 project. ESPON, Luxembourg, GTK, 197 p., Available at: <http://www.preventionweb.net/files/3621_Finalreport.pdf> (Accessed on 19.08.2013)
- S tephenson, D. B. 2005. Comment on “Color schemes for improved data graphics”. EOS 86 (20), 196.
- S tone, M. 2006. Choosing colors for data visualization. Business Intelligence Network, Available at: <http://www.perceptualedge.com/articles/b-eye/choosing_colors.pdf> (Accessed on 20.08.2013.).
- S trange, N. 2007. Smoke & Mirrors: How to Bend Facts & Figures to Your Advantage. A & C Black Publishers, London, UK.
- W a g e n e r, T., J. K o l l a t. 2007. Visual and numerical evaluation of hydrologic and environmental models using the Monte Carlo Analysis Toolbox (MCAT). Environ. Model. Software 22 (7), 1021-1033.
- W ar e, C. 2000. Information Visualization: Perception for Design. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco CA, 438 p.

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

КАРТОГРАФИРАНЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА ПРИРОДНИ И ТЕХНОЛОГИЧНИ ОПАСНОСТИ

P. Vaцева

(Р е з ю м е)

Картографирането на природни и технологични опасности е в основата на процеса на вземане на решения за управление на риска чрез предоставяне на важна информация за разбиране на естеството на риска за обществото. Статията представя концептуалната основа и приложените подходи за картографиране

и визуализация на природните и технологичните опасности в изследваната част на Дунавската равнина между Калафат – Видин и Турну Мъгуреле – Никопол в Румъния и България при работата по проект ROBUHAZ-DUN. Картите на опасността са съставени с използване на географски информационни системи (ГИС) като основно средство за съхранение на данните, анализ, моделиране и визуализация на резултатите.

Картографирането на опасността се фокусира върху количествения анализ на явленията. Картите са разработени въз основа на причините и въздействията на природните и технологичните опасности, за да се покажат очаквани бъдещи въздействия и зони на потенциални щети. Прегледът на природните и технологичните опасности осигурява предварителна оценка на типологията им и важните ключови участъци в изследвания район на р. Дунав. Идентификацията на главните природни и технологични опасности се основава на следните критерии: 1) пространствена значимост; 2) проява, честота и степен, 3) въздействие и последици. Съставеният списък на изследваните видове опасности е в резултат на установяването на главните опасности за района. Създаването на карта на опасността включва три стъпки: 1) трансформиране на данни от тематични карти в класове чрез определяне на тежестта на стойността за всеки клас от параметрични таблици; 2) обединяване на съответните стойности от параметричните таблици с тематични данни за получаване на синтезни карти; 3) съставяне на карти на опасността чрез рекласификация на синтезните карти в пет/три класа, т.е. (много) ниска, средна и (много) висока.

Мащабът има важно влияние върху оценката на опасността. В съответствие с основните цели на проекта картите на опасността са представени в два различни пространствени мащаба: основен мащаб за целия проучван сектор на р. Дунав и детайлрен мащаб за избрани локалитети и ключови участъци. За тази цел е използвана обща ГИС-базирана методология. Пространствените мащаби са избрани така, че да бъдат най-подходящи за приложение при пространственото планиране и развитие. В основния мащаб данните показват главно количествени резултати и класификация на района въз основа на матрица за относителна оценка на опасността в пет класа (от много ниска до много висока). В детайлния (локален) мащаб се представят специфични елементи за участъка. Мащабът на картите има определящо значение за съдържанието на легендата.

За дизайна на картите на опасността са използвани различни техники за визуализация, базирани на общоприетите принципи за генерализация, проектиране и създаване на карти. Разработена е цветова легенда на картите на опасността въз основа на избраните класове на опасност в рамките на проекта.

Картите на опасността предоставят информация в помощ на местните власти в разработването и изпълнението на плановете за управление на земеползването, за вземане на решения за районите на опасност и оценката на риска за регионалното планиране и гражданская защита.

Legend of risk maps		Degree of vulnerability				
Intensity of hazard x	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	
2	3	4	5	6	7	
3	4	5	6	7	8	
4	5	6	7	8	9	
5	6	7	8	9	10	

Fig. 2. Classification scheme of hazard and risk maps (source: Schmidt-Thomé, 2005)

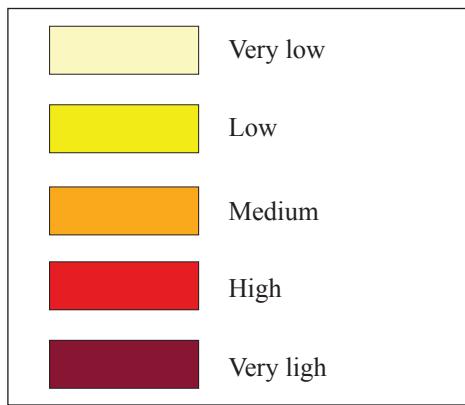


Fig. 3. Colour legend for intensity of hazard

ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРОСТРАНСТВЕНА БАЗА ДАННИ ЗА ОЦЕНКА НА ПРИРОДНИТЕ И ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ОПАСНОСТИ ПО ДУНАВСКИЯ БРЯГ В РАЙОНА ВИДИН-НИКОПОЛ

Емилия Черкезова, Стоян Недков

УВОД

Изучаването на природните и техногенните опасности понастоящем играе важна роля в изработване на адекватни мерки за тяхното минимизиране с цел опазване на човешкия живот и инфраструктурата на дадена територия.

Много проекти и приложения в света показват, че географските информационни системи (ГИС) и дистанционните методи са мощен инструмент за оценка и анализ на природните и техногенните опасности и подпомагане при вземането на решения от отговорните институции. Главна предпоставка за ефективно използване на пространствените данни и информация в ГИС среда е моделиране на пространствените данни и изграждане на геобаза данни. Основната цел на моделирането на пространствените данни е оформяне на съответните условия и процеси в реалния свят в структура, която включва описание на геоданните, дефиниране на ключови атрибути, домейни и отношения (N e u m a n et al., 2010). Следователно моделирането на геоданните е процес на създаване на пространствена база данни, при който се диференцират концептуално, логическо и физическо ниво на абстракция на това моделиране.

Концептуалното моделиране на геобази данни е процес на определяне на основните характеристики на обектите без предварителни решения за начина, по който те ще бъдат изобразени в процеса на реализация (G r a v e s, 2001). Този процес включва още определяне на основните понятия и пространствени обекти на изследване, както и тяхното структуриране. Концептуалният модел отразява нивото на абстракция при описание на обекти, явления и процеси (S c h i l c h e r et al., 1996).

Посредством логическия модел се извършва внедряването на концептуалния модел в структурата на пространствената база данни в различни схеми: „обект-отношение“, релационна или обектно-ориентирана (S c h i l c h e r et al., 1996; C o n n o l l y, B e g g, 1999; G r a v e s, 2001).

Физическото моделиране на геобазите данни е процес на внедряване на логическия модел в структурата на физическа геобаза данни, т.е. на създаването на пространствената база данни (Сопнолу, Вегг, 1999).

Целта на настоящата работа е създаване на концепция за изграждане на пространствена база данни, която е подходяща за оценка на природните и техногенните опасности. За постигането на целта са поставени следните задачи:

- осигуряване на необходимия масив от пространствени данни за извършване на пространствен анализ и картографиране;
- изграждане на модел на пространствените данни, съобразен с изискванията за оценка и картографиране на отделните природни и техногенни опасности, който да послужи като основа за изграждане на схемата на геобазата данни;
- създаване на примерна схема на пространствената база данни и използване на модела на геоданните;
- разработване на логически и физически модел на геобаза данни за природните и техногенните опасности, която да служи за подпомагане на вземане на решения за минимизиране на щетите от проява на характерните за района на изследване природни и техногенни опасности.

Изградената пространствена база данни би трябвало да позволява разширение с допълнителни пространствени и атрибутивни данни и информация от други източници, както и да поддържа формати на данните в оперативно съвместим формат.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОД

В методологичен аспект проектирането на пространствената база данни, представена в настоящата статия, включва следните работни процеси от технологична гледна точка:

- анализ на целите на проекта, свързани с оценка и картографиране на природните и техногенните опасности в изследвания район;
- планиране;
- създаване на модел на пространствените данни и прилагане;
- проектиране (дизайн) на геобазата данни;
- тестване и изграждане на пространствената база данни.

Анализът на характерните за района на изследване природни и техногенни опасности и на необходимите данни и информация за тяхната оценка и картографиране са първата необходима стъпка в процеса на създаване на пространствена база данни. По време на тази фаза са анализирани и уточнени потенциалните потребители. Това са експертите по природните и техногенните опасности, а от друга страна – регионални институции като общини, училища и граждани.

Таблица 1 представя наличните източници на пространствени данни и информация в началото на проекта ROBUHAZ-DUN.

Анализът на наличните данни показва необходимостта от генериране на допълнителни данни и информация с цел осигуряване на адекватна оценка и картографиране на природните и техногенните опасности в рамките на проекта ROBUHAZ-DUN.

Таблица 1

Списък на наличните източници на пространствени данни и информация

Пространствени данни		Формат	Източник
Геолого-геоморфологки	DEM (100 m)	растер	Архив на НИГГГ
	DEM (50 m)	растер	МОСВ ¹ , проект „Интегрирано управление на водите в Република България“
	топографски карти 1:25 000	растер	
Земно покритие	CORINE land Cover – 1990, 2000, 200	вектор	МОСВ, Изпълнителна агенция по околната среда
	ортотофотокарта	растер	МЗХ ²
Зашитени територии	зашитени територии по ЗЗТ	вектор	МОСВ, Изпълнителна агенция по околната среда
	Натура 2000	вектор	
Административни данни	области	вектор	Архив на НИГГГ
	общини	вектор	
	селища	вектор	
	транспортна мрежа	вектор	
Почви	дигитализирана почвена карта 1:200 000	вектор	МОСВ, проект „Интегрирано управление на водите в Република България“

¹МОСВ – Министерство на околната среда и водите

²МЗХ – Министерство на земеделието и храните

Планирането включва процес на избор на софтер и дефиниране на етапите за проектиране и изграждане на пространствената база данни. Използваният в рамките на проекта ГИС софтуер е ArcGIS (ESRI), поради което създаденият модел на геоданните би трябвало да бъде имплементиран като ArcGIS геобаза данни. Поради факта, че на настоящия етап не разполагаме с платения продукт Microsoft Visio, който съдържа готови шаблони (темплайти) за създаване на ESRI модел на геоданните (Е S R I, 2009), се наложи вземане на решение за избор на свободен софтуер, който да бъде адаптиран за проектиране на географски бази данни. Този подход е свързан с дълъг и сложен процес на тестване и внедряване в ArcGIS среда. По тази причина и поради краткия срок на изпълнение на проекта ROBUHAZ-DUN (2012-2013) физическото създаване на геобазата данни посредством този методически подход не бе предвиден като основен за физическото създаване на геобазата за оценка и картографиране на природните и техногенните опасности, а е използван паралелно с утвърдения за проекта от румънска и българска страна подход и представен в настоящата статия.

Моделирането на пространствените данни включва:

- избор на единна координатна система и георефериране на всички налични и създавани в рамките на проекта геоданни в координатна система UTM35N, WGS84;
- прилагане на концепциите на концептуално и логическо моделиране и планиране на физическата структура на геобазата данни.

За създаване на концептуалния модел на геобазата данни в настоящото изследване е използван UML (*Unified Modelling Language*) и по-специално UML Class Diagram. Архитектурата на езика UML следва в голяма степен методическия подход за създаване на метаданните, като при използване на UML се прави разлика между диаграми и модели (Störrle, 2005: 24). Тя позволява структурна спецификация на схемата на пространствената база данни съгласно обектно-ориентиран метод за дефиниране на всеки клас, неговото име и функции за анализ. UML клас-диаграмите дават статична илюстрация на създадения модел и на взаимовръзките между отделните класове. Този вид UML диаграми поддържа възможности за определяне и отбелязване на асоцииции и агрегиране. Освен това UML клас-диаграмите могат да бъдат интерпретирани като програми на езици C++, C# и Java, както и в модели на геобази данни, напр. на релационната SQL-база данни (Störrle, 2005).

РЕЗУЛТАТИ

Анализът на поставените цели на проекта, свързани с оценка и картографиране на природните и техногенните опасности в изследвания район, включва: а) определяне и оценка на необходимите данни и информация, както и областите на тяхното приложение; б) анализ на източниците на необходимите данни и заинтересованите институции от оценка и картографиране на природните и техногенните опасности в изследвания район; в) анализ на очакванията на тези заинтересовани институции.

Получените резултати от този анализ служат за основа на логическо определяне на необходимия масив от пространствени данни и информация, както и на необходимите методи за пространствен анализ и картографиране в рамките на проекта.

Определянето на необходимите масиви от пространствени данни и информация в настоящото изследване са базира на следните идентифицирани дейности:

- дейности на отделните работни групи и анализ на очакваните резултати от гледна точка на предоставяне на пространствени и атрибутивни данни и информация за оценка на природните и технологичните опасности;
- дейности, свързани с картографирането на природните и технологичните опасности;
- анализ на наличните данни за анализ на характерните за района на изследване природни и техногенни опасности (табл. 1);
- дефиниране на необходимите данни за анализ на характерните за района на изследване природни и техногенни опасности, които трябва да бъдат генериирани от работните експертни групи в рамките на настоящото изследване (табл. 2).

Таблица 2

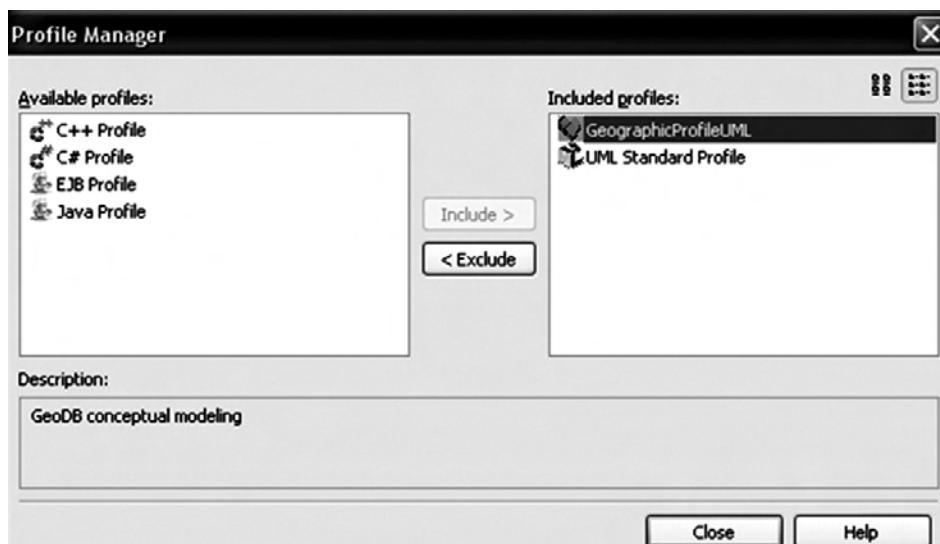
Обекти на пространствената база данни (извадка)

Набор от данни	Клас	Описание	Вид данни
Граници на общини (Municipality.shp)	Name_bg	граници на общините	полигон
Селища (Setlements.shp)	Name_bg	селища	точки
Замърсяване на почвите (Field_sampling_soil.shp)	Cd_ppm Cu_ppm Pb_ppm As_ppm	концентрация на тежки метали и вредни вещества в почвата	точки
Почви (Soils.shp)	Code	почвени типове	полигон

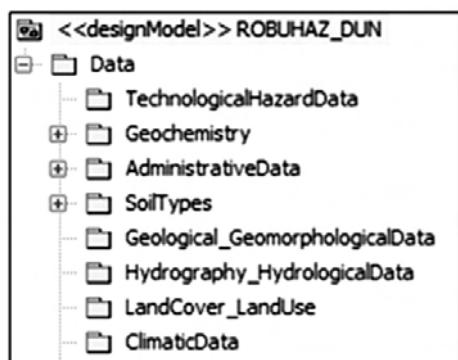
За създаване на UML модела в настоящото изследване е използван свободният софтуерен продукт StarUML™ (версия 5.0.2). Той е платформа, поддържаща UML, базирайки се на версия UML 1.4 и поддържайки версия UML 2.0 и MDA (*Model Driven Architecture*) (D o u g l a s, 2011). StarUML™ поддържа импортиране и експортиране на XMI-формат (*XML Metadata Interchange*). Обикновено ползвателите на ESRI ArcGIS употребяват за UML-моделирането Microsoft Visio (платен продукт на Microsoft), напр. T o m a s e v i c et al. (2012).

За да може да разработим концептуален модел, за целите на изследването от авторите на настоящата работа е създаден допълнителен модул „GeographicProfileUML“ на StarUML™ (фиг. 1). Този модул дава възможност за моделиране на географски бази данни (D o u g l a s, 2011) и поддържа различни видове данни – векторни (точки, линии, полигони), растерни, TIN, мрежи и комплексни обекти. Те, според S t ö r r l e (2005), се дефинират посредством т. нар. стереотипи (етикиети, англ. *stereotypes*) на характеристиките на отделните елементи на даден модел. Кодът на този модул е написан като документ XML (*Extensible Markup Language*). За целта в тази разработка е използван безплатният XML-редактор WebstonScriptly (L o e r p, 2013-2014).

С помощта на този нов модул на StarUML™ е разработен концептуален UML-модел „ROBUHAZ_DUN“. По своята същност този UML-модел представлява концептуална схема на геобазата данни, която е независима от физическата структура на геобазата данни, софтуера и начините на съхранение на пространствените данни и информация. Концептуалният модел включва създаването на уникален набор от данни, който в централизиран вид съдържа необходимите тематични данни, представени от N e d k o v, T c h e r k e z o v a (2013), групирани, както следва: административни граници, геолого-геоморфоложки данни, почвени типове, климатични данни, хидрография и хидрологични данни, земно покритие, геохимични данни и данни за техногенните опасности в изследвания район (фиг. 2).



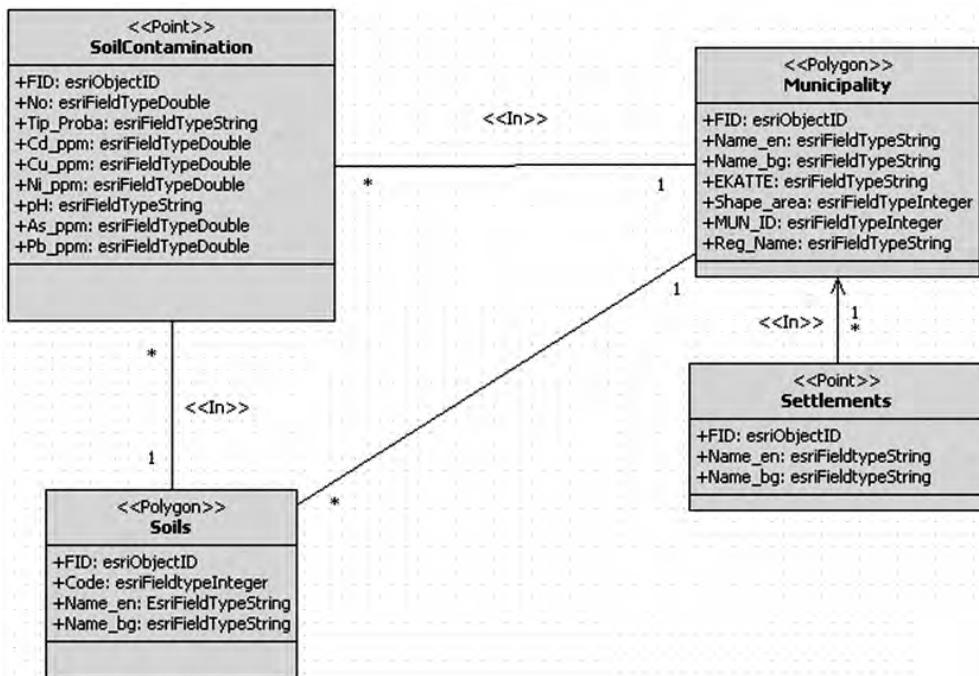
Фиг. 1. Създаденият модул „GeographicProfileUML“ за моделиране на географски бази данни, интегриран в StarUML™



Фиг. 2. Извадка от структурата на пакет „Data“ на разработения концептуален UML-модел „ROBUHAZ_DUN“

Фигура 3 представя тематичните данни, използвани като пример за създаване на прототип на UML концептуален модел на геобаза данни. Тези данни са използвани от Kots et al. (2013) за картографиране на концентрацията на тежки метали и вредни вещества в почвата.

Използваният стереотип (*stereotype*) <<In>> означава, че всяко селище попада в границите на общините (същото важи и за почвените пробы, като те попадат и в границите на почвените типове (Soils). Между UML класовете селища (Settlement) и почвени пробы (SoilContamination) няма топологична връзка и по тази причина не е използван стереотип.



Фиг. 3. UML клас-диаграма на темата за анализ на концентрацията на тежки метали и вредни вещества в почвата

Създаденият модел е верифициран (проверен) и експортиран във формат XMI (*XML Metadata Interchange*), което дава възможност да бъде интегриран в програми, използващи този формат. От разработения в настоящата работа UML модел на геобазата данни са генериирани кодове за C# и Java, което дава възможност за трансформиране на UML клас-диаграмата в C# и Java клас-диаграми.

На базата на създадения концептуален модел на пространствената база данни могат да бъдат създадени логически и физически модел на базата данни. Основната структура на логическата и физическата схема на пространствената база данни в настоящото изследване могат да бъдат дефинирани на базата на използванния модел на ArcGIS (ESRI), поради факта, че този софтуер е използван в рамките на проекта ROBUHAZ-DUN. ArcGIS дава възможност за прилагане на UML-базирания модел на пространствената база данни посредством използване на формат XML: експортиране на UML-модела в XMI-формат, трансформиране в ESRI XML-формат, създаване на празна геобаза данни в ArcCatalog и използване на инструмента ESRI *Case Schema Creation* за създаване на схемата на геобазата данни (E S R I, 2009). За целта са необходими проверка на създадения профил и неговото модифициране съгласно изискванията на ESRI ArcGIS средата (*ArcInfo UML Diagrams*), поради което този работен процес не е предвиден в настоящото изследване, а е създадена персонална геобаза данни в ArcCatalog.

Като част от проекта ROBUHAZ-DUN е създадена схема за генериране на речник на пространствените данни с цел осигуряване на описанието им, което е независимо от използвания софтуер за тяхната обработка и анализ в настоящото и бъдещи изследвания (Т с h e r k e z o v a, 2013). В тази разработка схемата е използвана за създаване на UML модел на пространствените данни за анализ на концентрацията на почвите с тежки метали и вредни вещества, който включва пространствени данни, асоциации, връзки и съотношения между отделните атрибути и речник на пространствените данни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основната цел на настоящото изследване е създаване на концепция за изграждане на пространствена база данни, която е подходяща за оценка на природните и техногенните опасности посредством обектно-ориентирано моделиране. Главните акценти за постигането на тази цел са: а) изграждане на модел на пространствените данни, съобразен с изискванията за оценка и картографиране на отделните природни и техногенни опасности, който да послужи като основа за изграждане на схемата на геобазата данни; б) създаване на примерна схема на пространствената база данни и на модел на геоданните посредством генериране на модул и създаване на профил за проектиране на геобази данни в средата на свободния софтуер StarUMLTM.

Създаденият модул за моделиране на географски данни към StarUMLTM дава възможност за генериране на UML-модел, поддържащ различни видове данни – векторни (точки, линии, полигони), растерни, TIN, мрежи, контури и комплексни обекти, които биха могли да бъдат интегрирани в схема на пространствената база данни. Разработеният концептуален модел поддържа съхранението на набора от пространствени данни в централизиран пакет, което улеснява техния достъп и управление.

За пълното интегриране на създадения UML модел в ESRI ArcGIS среда са необходими серия от тестове и модифициране на създадения профил за моделиране на географски данни съобразно структурата на ESRI ArcInfo UML Diagrams, които да гарантират успешната интеграция на създадения в настоящото изследване модел. Предимството на създадения модул за моделиране на географски данни StarUMLTM обаче се състои във възможността и перспективите UML-модела на геобазата данни да бъде внедрен в други програми, като например в C++, C#, Java, релационна SQL-база данни.

ЛИТЕРАТУРА

- Balteanu, D., D. Dogaru, G. Zhelezov, B. Kulo. 2013. Geographic characteristic of the region Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol.
- Connolly, T.M., C.E. Bezug. 1999. Database Systems. A Practical Approach to Design, Implementation and Management. 2nd Edition. Addison-Wesley Publishing Company. ISBN 0-201-34287-1.
- Douglas. 2011. Tutorial StarUML. Available: http://www.dpi.ufv.br/projetos/geoprofile/tutoriais/StarUML_Tutorial_english.pdf
- Graves, M. 2001. Designing XML Databases. Prentice Hall PTR. ISBN 0-13-088901-6. 688.
- Kotsiev, T., A. Benderov, G. Zhelezov, R. Cecilia, A. Bela, M. Miclean, M. Sima, M. Dumitrascu. 2013. Technological Hazards. – In: Zhelezov, G. [ed.]. Hazard Assessment and mitigation in the Danube Floodplain (Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol Sector). TerArt, Sofia. 256.
- Lopepp, B. (2013-2014). WebostonScripty. Available: <http://www.webocton.de/?cid=3&sid=42>.
- Nedkov, S., E. Tcherkezova. 2013. GIS database – an important component of hazard assessment. – In: Zhelezov, G. [ed.]. Hazard assessment and mitigation in the Danube floodplain (Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol Sector). Technical guide. TerArT, Sofia. 24-53.
- Neumann, A., H. Freimark, A. Wehrle. 2010. Geodatastructures and Data Models. Institute of Cartography, ETH Zurich, Available: <https://geodata.ethz.ch/geovite/tutorials/L2GeodataStructuresAndDataModels/en/html/index.html>. Last visit: 12th Aug 2013.
- Schilcher, M., H. Kaltenebacher, R. Roschlau. 1996. Geoinformationssysteme – Zwischenbilanz einer sturmischer Entwicklung. – Z. fuer Vermessungswesen, DVW e.V. 121 Jahrgang, Heft 8. 363-377.
- Shrusthi, S. 2010. Star UML. Available: <http://www.developeriq.in/articles/2010/mar/05/star-uml/>.
- Störrle, H. 2005. UML 2 für Studenten. Mit UML – Syntax-Poster. Pearson Studium. ISBN 3-8273-7143-0. 320.
- Tcherkezova, E. 2013. A prototype of a digital atlas of natural and technological hazards in the Danube floodplain (Calafat – Vidin/ Turnu Magurele - Nikopol sector). – XXIII International Symposium on modern technologies, education and professional practice in geodesy and related fields. Sofia, 07–08 November 2013. 21. CD-Rom.
- Tomasevic, A., L. Kolonja, I. Obradorovic, R. Stankovic, O. Kitancovic. 2012. Using UML Case Tools for Development an Open Pit ArcGIS Geodatabase. – Underground Mining Engineering, 20. Faculty of Mining and Geology, Belgrade. UDK62, YU ISSN 03542904. 89-98.
- xxx ESRI, 2009. Building Geodatabases with CASE Tools. Available: <http://support.esri.com/en/knowledgebase/product-announcements/view/productid/43/metaid/658>.
- xxx StarUML™. The Open Source UML/MDA Platform. Available: <http://staruml.sourceforge.net/en/>

Департамент География – НИТГГ, БАН

DESIGN OF A GEODATABASE
FOR ASSESSMENT OF NATURAL AND TECHNOLOGICAL RISK.
CASE STUDY VIDIN – NIKOPOL, BULGARIA

E. Tcherkezova, St. Nedkov

(S u m m a r y)

Nowadays, the prevention and mitigation of human and infrastructure loss caused by natural and technological hazards are very important activities at local, regional, national and global scale. Therefore, detailed analysis and mapping of different natural, technological and antropogenic hazards and disasters become an important role for disaster studies.

This study focuses on development of a conceptual geodata model using UML class diagrams as a base for geodatabase schema appropriated for analysis and mapping of natural and technological hazards in the Danube floodplain between Vidin and Nikopol (Bulgaria). The design, development and application of a coherent geodatabase for this purpose should be considered as fundamental steps in the project ROBUHAZ-DUN.

Keywords: Geographic Information Systems (GIS), geodata model, geodatabase, UML (*Unified Modelling Language*), UML Class Diagram, XML (*eXtensible Markup Language*), XMI (*XML Metadata Interchange*), ESRI Case (*Computer Aided Software Engineering*) Schema Creation, ROBUHAZ-DUN.

GEOGRAPHIC PERSPECTIVES ON TECHNOLOGICAL HAZARDS AND THEIR MITIGATION

Boian Koulov

INTRODUCTION

New regulations on the conditions, organization, and methods for analysis, assessment and mapping of disaster risks were recently introduced in Bulgaria (Н а п е д б а, 2012). Some deficiencies are identified in the Ordinance, e.g., a number of hazards are not dealt with, despite the explicit claims to the opposite, which leads to the conclusion that hazard sources' research receives insufficient attention.

This investigation aims to demonstrate the potential of the geographic perspective on technological hazards to contribute to the theory and practice of hazards mitigation. To this end, the paper is divided in four sections. In the first section, the author offers a definition of technological hazard from a geographer's point of view and points out two aspects where geographic expertise plays a crucial part: a/ outlining and characterization of the scale and boundaries of hazards' impacts and b/ formulation of strategies for minimization of the damage to the geographic system. The second section provides a critical review of specific technological hazards typologies and provides suggestions for further investigation in that field. Next, the paper proposes a classification of the ten municipalities under investigation in three classes, according to their hazard source(s) characteristics and degrees of risk they present. The last task of this research is to put forward basic principles of a theoretical model of a Hazard Mitigation GIS and propose its elements, structure, and most important functions.

The paper uses data and materials from extensive field work at the local level (2012–2013) in the Northwestern Bulgaria that the author performed under the auspices of two projects on technological hazards, in which the National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography at the Bulgarian Academy of Sciences was a partner (Z h e l e z o v, ed.) 2013; К у л о в, 2013 unpublished). Research methods include critical geographic analysis and assessment of Bulgarian, EU, U.S. Nuclear Regulatory Commission, and International Atomic Energy Agency (IAEA) regulations, regional and municipality-level administrative documentation and databases, as well as geographic typology, classification, and modeling. Nuclear power production, one of the best internationally regulated industries, in terms of safety protection

and hazards mitigation, serves in this study as a methodological example in dealing with other hazard sources.

TECHNOLOGICAL HAZARDS AND THEIR MITIGATION: A GEOGRAPHIC PERSPECTIVE

A 2012 Bulgarian government ordinance (Наредба ..., 2012), which lays down the conditions, organization, and methods for disaster risks analysis and assessment claims that the analysis and assessment of such risks should include identification and definition of the characteristics of every(!) hazard (Article 4). According to Kates et al. (1983, p. 7027) definition of risk as a measure of hazards, however, the Ordinance lists only five types of disaster risks: seismic, flood, nuclear or radioactive, geological, and forest fire. A number of technological hazards, like:

- explosion,
- fire from technological sources,
- structural failure/damage (dams, bridges, buildings, etc.),
- fall of aircraft and other flying objects,
- transportation of dangerous (radioactive, flammable, explosive, corrosive, oxidizing, asphyxiating, biohazardous, toxic, pathogenic, or allergenic) substances (solids, liquids, or gases),
- power outage,

that certainly present risks of disasters, are missing from this particular regulation. Most likely technological hazard sources in this respect would be economic and public infrastructure objects.

Moreover, the cited ordinance necessitates “spatial indication of the territories exposed to the hazard” – a phrase that apparently refers to cartography, but can hardly testify to the use of much geographic expertise in this text. Finally, the document, issued in 2012 and amended as recently as 2014, does not even mention sources of hazard or disaster, or the term “prevention.”

Geography is one of several sciences that provide significant insights into technological hazards and serve the theory and practice of their mitigation. From a geographer’s perspective, the definition of technological hazards describes them as threats of accident phenomena and/or processes of technological origin that can potentially cause significant damage to a geographic system, its elements (most importantly, life, human society, culture, nature, and/or material assets) and their interrelations. The temporal perspective is intricately interwoven in this definition: most significant, i.e., dangerous, are the types of technological hazards that can have long-lasting adverse effects on individual or society’s mental, physical, economic, and socio-cultural well-being.

The geographic view on technological hazards involves two intricately related aspects. The first refers to the geographic scale and boundaries of the significant negative impact of the accident phenomenon or process. The second perspective relates to strategies to minimization of damage to concrete elements and the structure of the geographic system. In both cases, geographic analysis and assessment of the disaster source, including its location, forecasting of the magnitude and scale of impact, as well as prognostication of possible effects on

the affected geographic system, is crucial for hazard mitigation and disaster prevention. This kind of research is also of great practical value to a wide spectrum of activities, including the economy (e.g., production site selection, the insurance and re-insurance industries), public safety, civil protection, public health, public information, environmental protection, spatial planning, and property damage and destruction prevention.

TYPOLOGY OF THE TECHNOLOGICAL HAZARDS ACCORDING TO THEIR SOURCES

The single most important activity for hazard mitigation is prevention, which is why hazards' origins should be examined with meticulous care. According to their sources, hazards are generally differentiated in two large types: natural and anthropogenic. Technological hazards make a sub-group within the anthropogenic hazards. Human misjudgment, accident, negligence and/or error serve as direct causes for malfunctions of technological origin. Human intent, however, plays an indirect role with technological hazards, only to the extent that sociological disasters (e.g., war, terrorism, crime, civil disorder) can also cause technological hazards.

S h o w a l t e r and M y e r s identify also "na-tech" events and define them as 'natural disasters that create technological emergencies' (1994, 169). In fact, natural phenomena and processes (e.g., earthquakes, floods, fire) can cause technological hazards even without reaching disastrous proportions. N i k o l o v a (1998) has proposed a typology of technological hazards in Bulgaria, which uses the characteristics: rate of occurrence, severity of damage, affected geographic scale, and approximate quantity of affected people, to add two more types to the "na-tech" events, discussed above. The first type is identified as "extreme" – most unlikely to happen but with potentially catastrophic consequences (p. 40). Nuclear power production accidents immediately stand out as an example in this hazard category, due to their exceptionally large-scale and long term effects. The second type of technological hazards is descriptively defined as more frequent, "regional or local in character, and affecting a limited number of people" (N i k o l o v a, 1998, 40).

A critical analysis of this typology shows that technological hazards are classified according to different characteristics. In the case of the "na-tech" hazards, the employed criterion concerns the origin of the phenomenon or process, while "frequency of occurrence" and "severity of damage" are the leading features in the "extreme" hazards category. In the "more frequent" category of hazards, the severity of damage is only limited to the number of people, while environmental or property damage are not taken into consideration. Finally, geographic scale appears as criterion only in one of Nikolova's types of technological hazards, while it is apparently quite relevant for them all.

Further theoretical work on the typology and, particularly, the classification of technological hazards has to necessarily include their quantitative characteristics. Risk assessment and forecasting are, in fact, not only very useful criteria for hazard typologization, but also absolutely necessary to the practice of hazard mitigation. Nevertheless, they have received inadequate attention so far.

CLASSIFICATION OF THE WEST BULGARIAN MUNICIPALITIES ALONG THE DANUBE RIVER ACCORDING TO CHARACTERISTICS OF THEIR TECHNOLOGICAL HAZARD SOURCES AND DEGREES OF RISK

To contribute to the typologization and classification of technological hazards, this paper examines hazard sources at the municipality level. Due to their importance for transnational disaster prevention and mitigation, ten administrative units along the western Bulgarian section of the Danube River, the state border with Romania, have been selected for study. The study area is slightly larger than 4 thousand km² with a total population of about 190 thousand people which live in 138 settlements, including 11 towns (Table 1). More detailed demographic and socio-economic analysis of the area can be found in Balteanu et al. (2013).

Table 1

*Main Demographic and Technological Hazards and Risks Characteristics
of the West Bulgarian Municipalities along the Danube River*

Municipality	Area in km ²	% of Area	Population Number in thousands (2011)	% of Population	Population Density per km ²	Settlements Number	Settlements per 100 km ²
Vidin	518	13	63	33	122	34	7
Lom	319	8	28	15	88	10	3
Dimovo	409	10	6	3	16	23	6
Dolna Mitropolia	663	16	20	11	30	16	2
Nikopol	417	10	9	5	22	14	3
Mizia	201	5	8	4	38	6	3
Oryahovo	324	8	12	6	36	7	2
Kozlodui	288	7	21	11	74	5	2
Valchedrum	433	11	10	5	23	11	2
Gulyantsi	459	11	12	6	27	12	3
TOTAL	4031	100	190	100	–	138	–
AVERAGE	403	–	19	–	48	14	3.5

This paper analyzes publicly available annual data about the potential technological hazard sources and risks by municipality and technological activity provided by the Regional Inspectorates to the Ministry of Environment and Waters in Montana, Vratsa, and Pleven that control and monitor ambient air, water, and land, as well as the Regional Inspectorate for Protection and Control of Public Health to the Min-

istry of Public Health in Vidin (Tables 2 to 4) (Р е г и о на л е н ..., Монтана, 2012; Р е г и о на л е н., Враца, 2012; Р е г и о на л е н., Плевен, 2012; Г о д и ш е н ., 2013; А к т у а л и з и р а н ..., 2013). According to the 2012, amended in 2014, Ordinance, other government bodies, that are responsible for the analysis and assessment of disaster risk and implementing the ordinance, are the General Directorate for Fire Protection and Civil Defense to Ministry of the Interior, the Ministry of Regional Development, the Nuclear Regulatory Agency, and the Ministry of Agriculture and Foods (Н а р е д б а..., 2012). Unfortunately, their publicly available databases lack data on municipal level. Institutional capacity to produce the necessary information on a regular basis also seems lacking.

T a b l e 2

Sources of Technological Hazards in the “High Risk” Municipalities’ Class by Settlement, Type of Sector and Degree of Risk

Settlement Type and Name	Technologic Activity Type/ Number of Units	Hazard Source Sector	Degree of Risk	
City of Vidin – Thermal Power Plant	Non-hazardous Cinder Depot	Secondary Sector	High	
	Coal-burning Energy Production			
City of Vidin – (Kozya Garbina Locality)	Municipal Waste Depot	Service Sector	Medium	
City of Vidin – Pneumatic Tires Plant	Tire Manufacturing	Secondary Sector		
City of Vidin – Vidahim	Closed Industrial Waste Depot			
City of Vidin – Southern Industrial Zone	Municipal Construction Waste Depot	Service Sector		
City of Vidin	Pump Manufacturing	Secondary Sector	Medium	
	Foundry/2			
	Construction Materials/2			
	Paints Manufacturing			
	Vehicles Dismantling Centers/3			
	Transport/2	Service Sector		
	Dry Cleaning			
	Petrol Terminal			
	Recyclables Collection Sites/7			
Town of Dunavtsi	Recyclables Collection Site	Secondary Sector		
Village of Pokraina	Vegetable Oil Refining			
Village of Novoseltsi	Tire Regeneration			
Village of Koshava	Gypsum Quarrying and Production of Construction Materials	Primary and Secondary Sectors		

City of Vidin	Sand Quarrying in the Danube River	Primary Sector	Low	
	Limestone Quarrying and Asphalt Production/3	Primary and Secondary Sector		
	Municipal Herb Processing Centers/7	Secondary Sector		
	Electronic Components/2			
	Milk Products			
	Furniture Production/3			
	Socks Production			
	Food Processing/3			
	Meat Processing/2	Service Sector		
	Grain Mills and Bread Production			
	Refrigerators and Air Conditioners Repairs			
	Gas Station/3			
	Paints Trading/3			
	Non-hazardous Industrial Solid Waste Depot			
	Municipal Waste Dumps About to be Closed			
	Coal Packaging	Primary Sector		
	Wine Making and Trade			
	Hospital			
Village of Novoseltsi	Pig Farm			
Village of Zheglitsa	Liquid Chemicals Waste Storage			
Village of Negovanovtsi	Agricultural Production	Primary Sector		
Village of Antimovo	Grain Mill	Secondary Sector		
Town of Dunavtsi	Meat Processing	Secondary Sector		
	Grain Mill	Secondary Sector		
Village of Koshava	Reclamation of Gypsum Quarries	Service Sector		
Village of Slanotrunk	Tire Recycling	Secondary Sector		
Village of Gradets	Fishery	Primary Sector		

Town of Lom	Pesticide Storage Facility	Primary Sector	High	
	Metal Pellets Production	Secondary Sector		
	Brewery	Secondary Sector	Medium	
	Military Goods Production			
	Metals Processing Plant			
	Recyclables Processing/5			
	Vehicles Dismantling Center/2			
	Port Facility	Service Sector		
	Limestone Quarry/2	Primary Sector	Low	
	Bread Production	Secondary Sector		
	Electrical Components Production			
	Meat Processing Plant/2			
	Milk Processing Plant			
	Foundry			
	Winery			
	Clothes Production			
	Fork Lift Trucks Production and Service			
	Pipe Production			
	Convector Production			
	Herbs Processing Facilities/3			
	Soft Drinks Production			
	Sewage System	Service Sector		
	Wholesale Paint Trading Business/3			
	Household Waste Depot			
	Waste Depot to be Closed			
	Hospital			
	Non-hazardous Waste Storage			

Village of Dobri Dol	Stock Breeding	Primary Sector		
Village of Staliiska Mahala	Construction Materials Production	Secondary Sector		
Village of Kovachitsa	Liquid Waste Depot	Service Sector		
Town of Dimovo	Pesticide Storage Depot	Primary Sector	High	
	Municipal Herb Processing Centers/11	Primary and Secondary Sector	Medium	
	Metals Processing	Secondary Sector		
	Household Waste Depot	Service Sector		
	Gas Station			
	Sewage System			
Village of Archar	Grain Mills	Secondary Sector	Low	
	Sewage System	Service Sector		
	Gas Station			
Village of Bela	Metals Processing	Secondary Sector		
Village of Oreshets Station	Limestone Quarry	Primary Sector		

Table 3

Sources of Technological Hazards in the “Medium Risk” Municipalities’ Class by Settlement, Type of Sector and Degree of Risk (The degree of risk for the Dolna Mitropolia and Nikopol Municipality is assigned by the author on the basis of identical technological activities)

Settlement Type and Name	Technologic Activity Type/ Number of Units	Hazard Source Sector	Degree of Risk
Town of Dolna Mitropolia	Vegetable Oil Production	Secondary Sector	Medium
	Sugar Production		
Village of Gorna Mitropolia	Poultry Farm	Primary Sector	Low
	Construction and Household Waste Depot	Service Sector	
Village of Komarevo	Furniture Production	Secondary Sector	Medium
Village of Baikal	Gas Station/2	Service Sector	
Town of Trastenik	Sewage System	Secondary Sector	
Village of Bozhuritsa	Meat Processing	Secondary Sector	
Village of Krushovene	Stock Breeding	Primary Sector	Low
	Gas Station	Service Sector	
	Liquid Chemicals Waste Storage	Service Sector	
Village of Orehovitsa	Clay Quarrying	Primary Sector	Medium
Town of Nikopol	Paper Production	Secondary Sector	
	No Water Purification and Sewage System	Service Sector	
	Liquid Chemicals Waste Storage	Primary Sector	
	Hospital	Service Sector	Low
Village of Muselievo	Batteries and Cleaning Products Plant	Secondary Sector	Medium
	Fruit Distillery	Secondary Sector	
	Construction and Household Waste Depot	Service Sector	
Village of Batsova Mahala	Stock Breeding	Primary Sector	Low
Village of Novachene	Meat Processing	Secondary Sector	
Village of Dragash Voivoda	Milk Processing	Secondary Sector	

Town of Mizia	Paper Production Installation	Secondary Sector	Medium Low	
	Poultry Breeding Installation	Primary Sector		
	Plastic Processing	Secondary Sector		
	Wood Processing			
	Closed Household Waste Storage	Service Sector		
Village of Sofronievo	Water Power Production Plant/2	Secondary Sector	Medium Low	
Town of Oryahovo	Regional Non-hazardous Waste Depot	Service Sector		
	Metal Processing, Spare Parts Production/2	Secondary Sector		
	Recyclables Collection Site/2			
	Hospital	Service Sector		
	Ferry Port			
	Closed Household Waste Depot			
	Municipal Sewage System			
	Gas Station			
Village of Selanovtsi	Wine Making	Primary Sector	Medium	
	Crude Oil and Natural Gas Drilling and Pumping			
Village of Leskovets	Wine Making			
	Crude Oil and Natural Gas Drilling and Pumping			
Town of Kozlodui	Poultry Breeding Installation	Primary Sector	Medium	
	Auto Repairs	Service Sector	Low	
	Dry Cleaning			
	Gas Station/4			
	Radioactive Waste Storage			
	Closed Household Waste Storage			
Village of Butan	Construction Materials Production	Secondary Sector		

Table 4

Sources of Technological Hazards in the “Low Risk” Municipalities’ Class by Settlement, Type of Sector and Degree of Risk (The degree of risk for the Gulyantsi Municipality is assigned by the author on the basis of identical technological activities)

Settlement Type and Name	Technologic Activity Type/Number of Units	Hazard Source Sector	Degree of Risk	
Town of Valchedrum	Herbs Processing Facilities/3	Secondary Sector	Low	
	Construction Materials Production			
	Tire Regeneration			
	Recyclables Processing/2			
	Sewage System Reconstruction	Service Sector		
	Gas Stations/2			
Village of Zlatia	Liquid Waste Depot			
Town of Gulyantsi	Stock Breeding/2	Primary Sector	Low	
	Liquid Chemicals Waste Storage	Service Sector		
	Refrigerators Repairs			
	Refrigeration Storage			
Village of Milkovitsa	Construction and Household Waste Depot			
Village of Kreta	Clay Quarrying	Primary Sector		

On the basis of analysis and assessment of the above data and documents, as well as the author’s own field work in the study area, the selected municipalities have been separated in three classes, according to the degree of risk that the potential technological hazard sources on their territory present (Table 5).

The “high risk” class of municipalities contains the municipalities of Vidin and Dimovo from the Oblast of Vidin and Lom from the Oblast of Montana. The largest in population Municipality of Vidin concentrates the highest number – a total of 73 – of the potential hazard sources in the studied area (38% of the total number). To complicate the situation even further, only 13 of the above mentioned hazard sources are located outside the city limits. The geographic distribution of the hazard sources overlaps with the most densely populated area (122 people per km²). Thus, not only the Vidin Municipality, but particularly the City of Vidin itself, is identified as the most dangerous technological hazard “hot spot” of the study area.

The Vidin municipality contains a disproportionately large share (50%) of high risk potential polluters and in the medium risk potential polluters (45%). While the

Table 5

Hazard Sources and Risk Indicators by Municipality

Municipality	Hazard Sources Number	% of Hazard Sources	Number of Sources by Degree of Risk						Number of Hazard Sources per 100 km ²	Number of Hazard Sources per Thousand People
			High Risk	%	Medium Risk	%	Low Risk	%		
Vidin	72	36	3	50	27	45	42	31	14	1
Lom	30	15	2	34	11	18	17	13	9	1
Dimovo	32	16	1	16	12	20	19	14	8	5
Dolna Mitropolia	15	7	0	0	3	5	12	9	2	1
Nikopol	11	5	0	0	3	5	8	6	3	1
Mizia	6	3	0	0	2	3	4	3	3	1
Oryahovo	11	5	0	0	1	2	10	7	3	1
Kozlodui	7	3	0	0	1	2	6	4	2	0
Valchedrum	11	5	0	0	0	0	11	8	3	1
Gulyantsi	7	3	0	0	0	0	7	5	2	1
TOTAL	202	100	6	100	60	100	136	100	5	1
AVERAGE	20	-	0.6	-	6	-	14	-	5	1

actual number of the high risk polluters is not large, all three of them are located in the city: the coal-burning “Vidin” Thermal Power Plant, its cinder waste depot, and the Municipal Waste Depot (Table 2).

The vast majority of the 27 medium risk potential polluters in the Vidin Municipality are also situated in the city. The other locations in this municipality which have potential polluters from the same risk category, are the town of Dunavtsi and three villages: Pokraina (vegetable oil refinery), Koshava (gypsum quarrying and production of construction materials), and Novoseltsi (a tire regeneration plant). The potential polluter sources in this category in Vidin are concentrated in the following processing sector economic activities: construction materials production, vehicles dismantling centers, foundries, paints manufacturing, pumps manufacturing, as well as a closed industrial waste depot. Some medium risk polluters belong to service sector activities: seven recyclables collection sites, petrol terminal, dry cleaning, two

transport companies, and a municipal construction waste depot. Notably, the number of vehicle dismantling and metal collection sites, as well as waste depots of different kind, is relatively high.

Potential low risk hazard sources are monitored in the City of Vidin, Town of Dunavtsi and following villages: Novoseltsi, Koshava, Zheglitsa, Negovanovtsi, Antimovo, Slanotrunk, and Gradets. The first four settlements feature both medium and low risk hazard sources (Table 2). The majority of the low risk technological hazard sources in Vidin Municipality are concentrated in the secondary and, to a lesser degree, the tertiary economic sector (Table 2). The greater part of the companies process agricultural, forestry, fishing, mining and quarrying products. A significant problem in the municipality is the relatively high number of waste depots. According to NSI data for 2009, Vidin has 10 landfills located on 68 acres. Several landfills have exhausted their capacity completely and the vast majority of them have control problems (Актуализиран..., 2013). In addition to the economic sectors, public and private transport and combustion installations are also among the most important hazard sources in the municipality. The City of Vidin reports one of the highest maximum daily average concentrations of particulate matter (PM10) in the country, comparable to the traditional problem areas in Sofia and Pernik (Актуализиран 2013). The projected heavy traffic, expected to result from the new Danube River Bridge between Vidin and Calafat, is likely to produce yet another hazard source related to ambient air and the acoustic environment pollution.

The integrated risk analysis and evaluation of the technological activities' characteristics for all risk categories places the Vidin municipality unequivocally at the top of the "high risk" class of all ten studied local administrative units along the Danube River and further proves its "hot spot" classification (Table 5). The other two municipalities in the study area that fall within the same class are Lom (Montana Oblast) and Dimovo (Vidin Oblast) (Table 2).

Lom Municipality, with its population of about 25 thousand people (Популация..., 2011), is second in the study area also with its 30 monitored possible sources of technological hazards. These include two high risk potential polluters – the Metal Pellets Production Plant and a pesticide storage facility – located in the only town in the municipality. A total of eleven medium risk potential polluters (18% of the total for the study area) are among the potentially hazardous activities of medium risk: brewing, military goods production, metals processing, recyclables processing that takes place in five locations, and vehicle dismantling (Table 1 and 2). Only one potentially hazardous activity – transportation – belongs to the service sector. Similar to the case of Vidin, all of these hazard sources are situated in the administrative center of the municipality.

The share of the low risk potential polluters in this class of municipalities is also relatively high (13% of the total). They are also located predominantly in Lom, but also feature in three of the villages: Dobri Dol, Staliiska Mahala and Kovachitsa. Machine building and food industry are the main industrial activities.

Dimovo is the third and last municipality in the study area which reports a high risk potential polluter, and is, therefore, categorized as a "high risk" class municipality. The hazard source is a pesticide storage depot, located in the largely agricultural town. There are twelve medium risk potential hazard sources in this municipality altogether (20% of the total in this category), most of which municipal herb processing centers and a metals processing facility. Overall, a total of 32 potential hazard

sources are monitored in this municipality of 6 000 people, 5 of which located in the surrounding villages (Table 1). The majority of the hazards – eleven – are Municipal Herb Processing Centers. Another significant problem in Dimovo, as well as in Vidin municipalities is the pollution of farmland with construction and household waste. Waste management is identified as the most important problem of environmental preservation in Vidin Oblast (А к т у а л и з и р а н ..., 2013). Due to the below average population numbers, Dimovo has an almost five times higher than average number of hazard sources per thousand people (Table 2).

Five municipalities in the study area fall into the “medium risk” class administrative units. These are: Dolna Mitropolia and Nikopol from the Pleven Oblast, and Mizia, Oryahovo, and Kozlodui from the Vratsa Oblast. They do not list any sources of potential high risk technological hazards. The share of medium risk technological hazard polluters in this municipality class is also significantly lower – 17% – compared to the municipalities in the “high risk” category (83%). The number of sources per municipality varies between 1 and 3 versus 11 to 27 in the “high risk” category municipalities (Table 5).

The three “medium risk” technological activities in the Municipality of Dolna Mitropolia are vegetable oil and sugar production, and a poultry farm. The municipality of Nikopol monitors two such activities (batteries and cleaning products manufacturing), while the lack of municipal water purification and sewage system is also considered a “medium risk” polluter. There are two medium risk potential hazard sources in the Mizia Municipality: a paper production plant and a poultry breeding installation. The municipalities of Oryahovo and Kozlodui list only one medium risk potentially hazardous activity – a regional non-hazardous waste depot and a poultry breeding installation, respectively. All “medium risk” technological activities in this municipality category are situated in the municipal centers.

The municipalities of Kozlodui and Mizia should be regarded a special cases in this classification, due to the location of the “Kozlodui” Nuclear Power Plant (NPP) on their territory. Despite the fact that this type of technological activity is one of the most regulated – internationally and nationally – the NPP certainly represents a potential hazard source and this author has done extensive field and theoretical work on the degree of risk it presents. Neither the data, nor the evaluation criteria and methods, however, are comparable with the data that this particular study uses and for those reasons, this hazard source and, respectively, the Kozlodui and Mizia municipalities at the very least, are reserved here for potential reclassification.

The low risk activities that the Regional Inspectorates monitor in the five municipalities in the “middle risk” class vary between 4 and 12. These numbers figure below the average per municipality (14) and significantly lower than the potentially hazardous technological systems in the “high risk” municipalities (17 to 42 per municipality) (Table 5). Multiple loosely controlled construction, household, and liquid waste depots and recyclables collection sites present ecological hazards across these municipalities too. Gas stations and small water power production plants are monitored as potential hazards. Small scale technological units that produce and process agricultural goods, metals, plastic, and wood contribute to the most common hazards’ list. The primary sector features with clay quarrying and crude oil and natural gas drilling (Table 3).

Only two, out of the ten studied municipalities along the Danube River, fall in the “low risk” municipalities’ class: Valchedrum (Montana Oblast) and Gulyantsi

(Pleven Oblast). No reported high and medium risk technological activities are situated on their territory. With a total of 18 potential hazard sources, they fall below the average number and generally hold 8% of the total and 12% of the “low risk” sources of technological hazards. The most common technological units and activities that are monitored as potentially hazardous belong to the service sector (gas stations, sewage system reconstruction, construction, household, and liquid waste depots, refrigeration storage and repairs). The primary sector hazardous activities include stock breeding and clay quarrying.

In summary, the three municipalities that belong to the “high risk” class – Vidin, Lom, and Dimovo – take up only 31% of the study area and are situated in its westernmost part (Fig. 1).

These municipalities stand out among the rest by the number of hazard sources per 100 km² of their area: the average number of hazard sources for the study area per 100 km² is 5, while their numbers vary from 8 for Dimovo to 14 for Vidin (Table 5). The three municipalities together concentrate a 100% (a total of 6) of the high risk, 85% (a total of 50) medium risk and 58% (78) of the low risk potential technological hazard sources in the study area (Table 1 and 5). In addition to that, all of the high risk and the vast majority of the medium risk potential hazards are situated in the municipal administrative centers, which raise the degree of concentration of technological hazard sources even more. Unfortunately, these municipalities also make up the largest population and economy concentration in the study area (51% of the total population) and, except for Dimovo, make the most densely populated region. These circumstances expose a comparatively larger number of people to higher risk of tech-

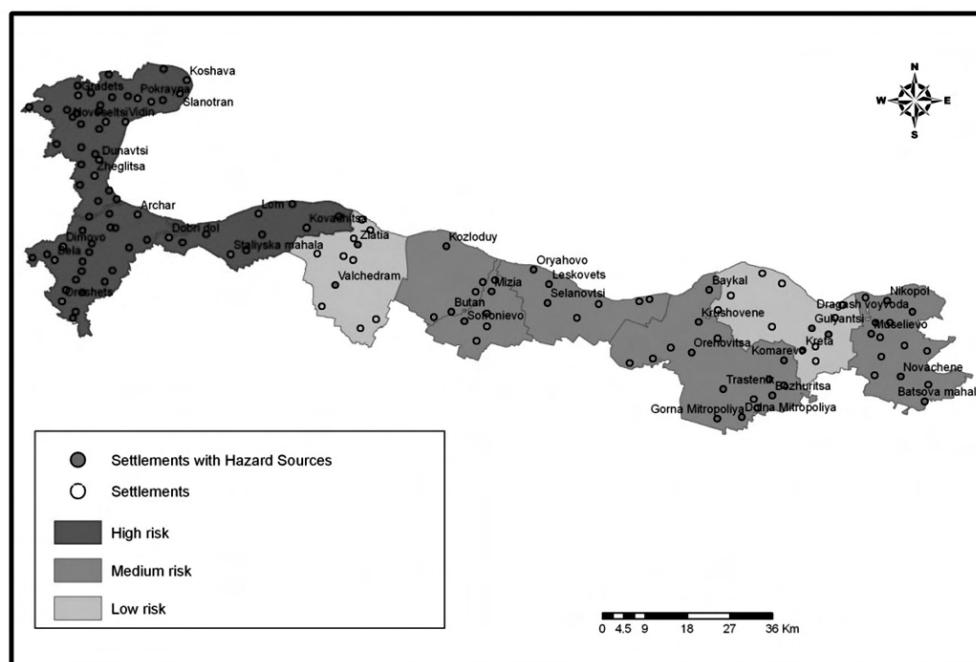


Fig. 1. Classification of the Municipalities According to Degree of Risk

nological hazards, therefore raising these municipalities' vulnerability or "potential for loss" (Cutter, 1996, 529). This influence, however, is not one-directional: these municipalities enjoy comparatively more favorable economic and politico-geographic, including administrative positions, which simultaneously act towards decreasing the municipalities' vulnerability.

The established concentration of hazard sources at the same time territorially limits the exposure of the geographic space of the studied area, including the majority of the settlements, to higher technological risk. As one moves eastward and downstream along the Danube, the technological hazards' degree of risk sharply diminishes. Municipalities from the "medium" and "low risk" classes take the eastern, twice larger, part of the studied region (Fig. 1).

This research is very much along the lines of Cutter's (1996) conceptual model of vulnerability: "the hazards of place" (529). The actual benefit that makes this classification of the municipalities practical is to demonstrate the importance of geographic analysis, assessment, and forecasting for hazard mitigation and disaster prevention planning. The proposed approach to the organization and presentation of the necessary geographic information for this purpose is the systems approach.

HAZARD MITIGATION GIS: A THEORETICAL MODEL

Analysis of topical research and safety regulations in the nuclear power industry (Cutter, 1996; I N E S, 2008; C o m b i n e d, 2007; S i t e, 2003; E x t e r n a l ..., 2002; D i s p e r s i o n ..., 2002; S t a n d a r d ..., 1978; С а н и т а р н ы е ..., 2013; З а к о н ..., 2012; Н а р е д б а ..., 2012a; 2012b; П о с т а н о в л е н и е ..., 2012; Н а р е д б а ..., 2004a; 2004b; 2004c; 2004d) leads to identification of two mutually supporting hazard mitigation strategies, in which the geographic perspective and GIS-aided analysis and assessment are instrumental. Ultimately, the main goals in both instances are selection of the safest possible site for the respective technological system and minimization of possible disaster damages. For that purpose, regulations categorize hazard sources in two types – external and internal – in respect to the technological site (Н а р е д б а ..., 2004a). The differentiating criterion is sources' location and, therefore, the directions of their influences.

The first strategy emphasizes prevention, i.e., site selection that will minimize the effects of "external" hazards of any type. The proposed list of external hazards, which should be assessed under nuclear power regulation ordinances, includes the following:

- Extreme weather conditions;
- Earthquakes;
- External flooding;
- Aircraft crashes;
- Industrial activities and transportation in the vicinity of the site;
- Sabotage and subversion;
- Electromagnetic fields (Н а р е д б а ..., 2004a, Art.13).

The second strategy of hazard mitigation, in which geography plays a vital role, stresses site protection and emergency civil defense planning. In this instance, the ordinance (Н а р е д б а ..., 2004a, Art.12, 4) requires the assessment of hazards that are "internal" to the technological system's site. These include:

- Forces induced by the destruction of pipelines under high pressure, like jet forces and pipe whipping;
- Internal flooding and flooding caused by leaks or breaks in piping, pumps and valves;
- Impacts from flying objects caused by the failure of components;
- Load drop;
- Internal explosions;
- Fires.

The categorization above is neither absolute, nor it is comprehensive. Nevertheless, its principles can adequately serve the purpose of conceptualization of a theoretical model of Hazard Mitigation GIS.

The results from the analysis and assessment of the regulations and NPP site selection research focused on hazard mitigation (the nuclear industry is the most heavily regulated – nationally and worldwide), as well as the study of the western municipalities along the Bulgarian sector of the Danube River, show that the conceptualization of hazard mitigation as a system leads to a theoretical model, which includes the following elements:

- a) Source(s) of Hazards, including particular constructions and technologies sites, i.e., technological hazard sources (Fig.2);
- b) Region(s) of Impact (Fig. 3), which vary in every occurrence and are dependent on the particular type of hazard. Objects of monitoring and investigation in this case are areas with higher temporary or permanent human population density and animal farms, and include the social infrastructure (education, health, social and other facilities, recreation, sports and social events locations, markets, bus stations), economic facilities, administrative offices. This part of the research focuses on the vulnerability of places and its geographic results take the shape of regions of various

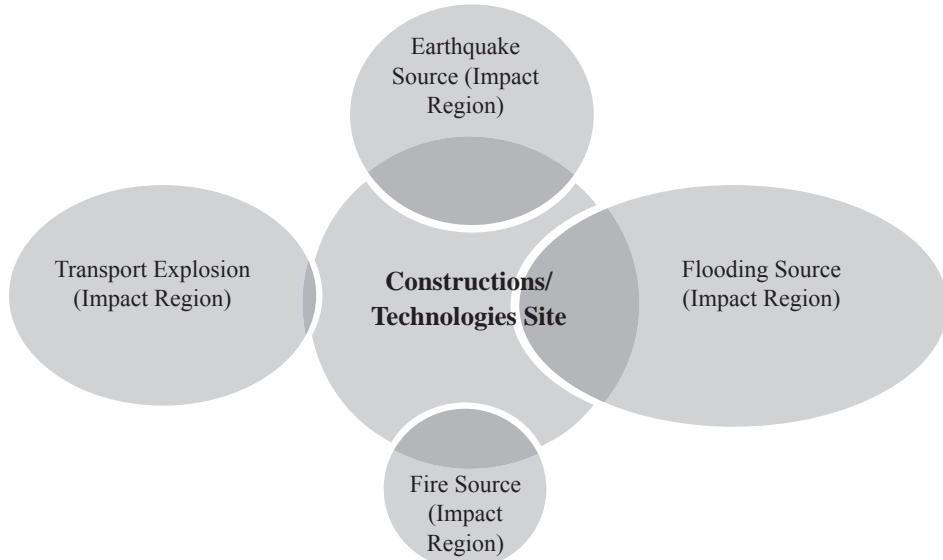


Fig. 2. External Hazard Sources and their Impact Regions

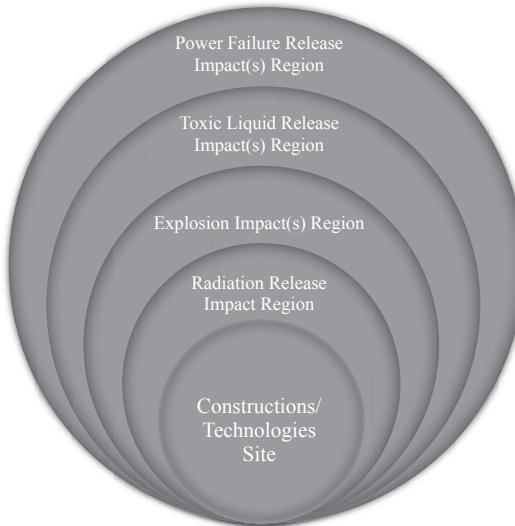


Fig. 3. Internal Hazards and their Impact Regions

vulnerability. It strongly relates to emergency planning – a 5th level organizational hazard mitigation measure (H а п е д а ..., 2012) – that requires extensive use of up to date, high quality geo-data.

The interrelations and interdependence among the hazards' sources and their impact(s) regions, including the dynamic characteristics of the geographic space involved, define the system's structure. The main functions of Hazard Mitigation GIS are to support the establishment of up to date protection and monitoring zones and all real time planning and control functions of a knowledge-based hazard mitigation management system. For this purpose, the geographic aspect of hazard mitigation requires regular monitoring, data updating, analysis, assessment, and forecasting of the individual elements' qualitative and quantitative characteristics, as well as adapting the structure of the modeled geo-spatial system to mirror the real world geospatial relations between hazard sources and their areas of impact(s).

CONCLUSION

All the “high risk” and the overwhelming majority of the “medium risk” technological hazards sources in the studied area are territorially highly concentrated in the administrative centers of the municipalities that are part of or geographically close to the population and economic hub of the Oblast (Vidin), the only Oblast center in the study area situated on the Danube River. This raises the exposure of a comparatively larger number of people, social economic infrastructure, and makes hazard mitigation a vital public activity. Nevertheless, hazards research and, in particular, risk assessment and forecasting, receive insufficient attention, which is partly due to the inadequate capacity of public institutions to gather the necessary data.

The geographic perspective on technological hazards, in terms of both source and impact regions' analysis, assessment, and forecasting, can significantly contribute to the theory and practice of hazard mitigation and disaster prevention. This includes the design of Hazard Mitigation GIS, which should be modeled after the elements and the structure of the actual geographic system and support all real time planning and control functions. Nuclear power production, one of the best internationally regulated industries in safety protection and hazards mitigation, can serve as a methodological example in hazard mitigation and disaster prevention.

B I B L I O G R A P H Y

- Balteanu, D., D. Dogaru, G. Zhelezov, B. Koulov. Geographic Characteristics of the Region Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol. Zhelezov, G. (ed.) Hazard Assessment and Mitigation in the Danube Floodplain Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol Sector. Technical Guide in Bulgarian and English. Sofia: TerArt, 2013, 11-23;
- Balteanu, D., M. Sima (eds.) Hazard Assessment and Mitigation in the Danube Floodplain Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol Sector. Technical Guide. Craiova: Universitaria, 2013, 13–20.
- Cutter, S. Vulnerability to Environmental Hazards. *Progress in Human Geography* 20:4, 1996, 529–39.
- Kates, R., J. Kasperson. Comparative Risk Analysis of Technological Hazards (A Review). – Proc.Natl.Acad. Sci. USA, Vol. 80, 1983, 7027–7038.
- Nikolova, M. Technological Hazards in Bulgaria. – In: Bulgaria in Transition: Environmental Consequences of Political and Economic Transformation. Paskaleva, K., P. Shapira, J. Pickles, and B. Koulov (eds.). Aldershot and Brookfield: Ashgate Publishing, 1998, 39-56.
- Shawalter, P. S., M. F. Myers. Natural Disasters in the United States as Release Agents of Oil, Chemicals, or Radiological Materials Between 1980-1989: Analysis and Recommendations. – *Risk Analysis*, 14, 1994, 169–182.
- Zhelezov, G. (ed.) Hazard Assessment and Mitigation in the Danube Floodplain Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol Sector. Technical Guide in Bulgarian and English. Sofia: TerArt, 2013, 11–23;
- xxx Population and Housing Census in the Republic of Bulgaria, National Statistical Institute, 2011. <http://www.nsi.bg/census2011/indexen.php>, accessed on December 27, 2013.
- xxx Site Assessment for Nuclear Installations, IAEA Safety Norms Series No. NS-R-3. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2003.
- xxx External Human Induced Events in Site Assessment for Nuclear Power Plants. IAEA Safety Norms Series No. NS-G-3.1, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2002.
- xxx Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Assessment for Nuclear Power Plants. IAEA Safety Norms Series No. NS-G-3.2, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2002.
- xxx Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants. LWR Edition, Regulatory Guide 1.70, Revision 3, Office of Standards development, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1978.
- xxx Combined License Applications for Nuclear Power Plants, Regulatory Position Part I: Standard Format and Content of Combined License Applications. C.I.2 Site Characteristics, Regulatory Guide 1.206, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2007.
- xxx INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual. International Atomic Energy Agency, Department of Nuclear Safety and Security, Vi-

enna (Austria) 2008. http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/42/072/42072783.pdf, accessed on November 13, 2013.

К у л о в, Б. Изследване и определяне местоположението на нова ядрена мощност на площадката на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД: Антропогенни въздействия. (Investigation and Determination of the Location of a New Nuclear Reactor on the Site of the Kozlodui NPP: Anthropogenic Influences) Технически доклад. 2013, unpublished.

х х х Актуализиран документ за изпълнение на областна стратегия за развитие 2010–2013 г. (Updated document for the implementation of regional development strategy for 2010–2013 years) Областна администрация Видин, 2013.

х х х Годишен план за контролна дейност на инспекцията за 2013, РИОСВ-Монтана, 2013.

х х х Закон за безопасно използване на ядрената енергия. ДВ, бр. 63 от 28.06.2002 г., изм. ДВ. бр.38 от 18 Май 2012 г.

х х х Наредба за условията, реда и органите за извършване на анализ, оценка и картографиране на рисковете от бедствия. (Ordinance for the Conditions, Organization, and Bodies to Carry Out Analysis, Assessment and Mapping of Disaster Risks.) Приета с ПМС № 264 от 25.10.2012 г., Обн. ДВ. бр.84 от 2 ноември 2012 г., в сила от 02.11.2012 г., изм. ДВ. бр.9 от 31 януари 2014 г.

х х х Наредба за осигуряване безопасността на ядрените централи (Ordinance to Ensure the Safety of Nuclear Power Plants). 172 ПМС/19.07.2004 г., Обн., ДВ, бр. 66 от 30.07.2004 г. изм., ДВ, бр. 53 от 10.06.2008, в сила от 10.06.2008 г. (а).

х х х Наредба за реда за издаване на лицензии и разрешения за безопасно използване на ядрената енергия. Приета с ПМС № 93 от 4.05.2004 г., Обн., ДВ, бр. 41 от 18.05.2004 г., изм. и доп. ДВ. бр.76 от 5 октомври 2012 г. (б).

х х х Наредба за условията и реда за определяне на зони с особен статут около ядрени съоръжения и обекти с източници на ионизиращи лъчения. Приета с ПМС № 187 от 28.07.2004 г., обн., ДВ, бр. 69 от 6.08.2004 г., изм. и доп. ДВ. бр.76 от 5 октомври 2012 г. (с).

х х х Наредба № 7 за правила и нормативи за устройство на отделните видове територии и устройствени зони. Обн., ДВ, бр. 3 от 2004 г., изм. и доп., бр. 51 от 2005 г.; Решение № 7028 на ВАС от 2005 г. – бр. 63 от 2005 г.; изм., бр. 41 от 2008 г. (д).

х х х Наредба за основните норми за радиационна защита. Приета с ПМС № 229 от 25.09.2012 г., обн., ДВ, бр. 76 от 6.10.2012 г. (а)

х х х Наредба за предотвратяване на големи аварии с опасни вещества и за ограничаване последствията от тях. Приета с ПМС № 238 от 28.09.2012 г., Обн. ДВ. бр.76 от 5.10. 2012 г. (б)

х х х Постановление № 229 за приемане на нормативни актове по прилагането на Закона за безопасно използване на ядрената енергия. Обн. ДВ. бр.76 от 5.10.2012 г.

х х х Регионален доклад за състоянието на околната среда (Regional Inspectorates on Environment and Waters Regional Reports in Montana, Vratsa, and Pleven for 2011–2012 and Yearly Plan for Control Activity of the Inspectorate for 2013), РИОСВ – Монтана, 2012.

х х х Регионален доклад за състоянието на околната среда, РИОСВ – Враца, 2012.

х х х Регионален доклад за състоянието на околната среда, РИОСВ – Плевен, 2012.

х х х Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций, Министерство Здравоохранения Российской Федерации, СанПиН 2.6.1.24-03. 2003.

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

ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ОПАСНОСТИ И ТЯХНОТО СМЕКЧАВАНЕ: ГЕОГРАФСКИ ПОГЛЕД

Б. Кулов

(Р е з ю м е)

Настоящото изследване има за цел да демонстрира потенциала на географската наука за изучаване на технологичните опасности и подпомагане на дейностите по тяхното смекчаване. Използван е критичен географски анализ и оценка на документи на ЕС, Комисията за ядрено регулиране на САЩ и Международната агенция за атомна енергия (МААЕ), както и българска държавна, регионална и общинаска документация и бази данни. Проведена е детайлна теренна работа на местно ниво в Северозападна България. Регулативната рамка и практиките за намаляване на риска, използвани в ядрената енергетика, служат като методическа основа.

На базата на характеристиките на източниците на технологична опасност и степените на риск, който те представляват, е направена класификация на десет общини по поречието на р. Дунав. Резултатите показват, че в изследваната зона източниците на опасности с „висок“ и преобладаваща част от тези със „среден“ риск са концентрирани в административните центрове само на една трета от изследваните общини. Тази силна териториална концентрация повишава вероятността от негативно въздействие върху сравнително по-голям брой хора, селскостопански животни, върху социалната и икономическата инфраструктура и прави смекчаването на технологичните опасности жизнено важна обществена дейност. Направените изводи се намират в противоречие с недостатъчното внимание, което научните изследвания и, в частност, географската оценка и прогнозиране на тези опасности получават в България. Отчасти това се дължи на недостатъчния капацитет на публичните институции за мониторинг, осигуряване и подходящо представяне на необходимите данни. Изследването предлага концептуален модел на ГИС, който би бил в помощ на теорията и практиката на смекчаване на опасностите и аварийното планиране.

OVERVIEW ON LANDSLIDE DISTRIBUTION ALONG BULGARIAN DANUBE RIVER BANK BETWEEN VIDIN AND NIKOPOL

*Nikolai Dobrev, Boyko Berov, Plamen Ivanov, Miroslav Krastanov,
Aleksey Benderev, Boyka Mihalkova*

Keywords: landslides, seismogravitational phenomena, Bulgarian Danube river bank

INTRODUCTION

Bulgarian Danube river bank has a length of 467.8 km. There are located 11 towns and over 20 villages, large industrial, energy and irrigation systems. At the same time, a large part of the shore is covered by landslides, which cause considerable damage to the real estates, communications, facilities and fertile lands (Demirev et al., 1981; Angelov et al., 1983). Mostly affected part is western one - a strip of 200 km from Tsar Simeonovo Village (Vidin region) to Nikopol Town. Catastrophic landslides often occur in this region and the consequences of which are heavier and countermeasures are more difficult and more expensive.

The characteristic features of catastrophic landslides are: speed of movement of earth in the active stage of landslide processes ranging from few cm per 24 h to few meters per minute; total change of field configuration after landslide action with the formation of typical landslide relief forms – steps, small hills, reverse slope inclinations at some parts, depressions, ponds, wide cracks, landslide shafts; significant landslide masses moving down the slope reaching tens of meters; serious damages or complete destruction of buildings, roads, disruption of communications and others.

GEOLOGY AND GEOMORPHOLOGY

The Danubian plain is characterized by plain-hilly relief, genetically and spatially predetermined by the structural geological base of the Moesian plate, mainly as a result of the negative development of the western part of the Moesian superstructure plate and the slight positive development of its eastern part during the Neogene-Quaternary. The research area, Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol sector, is situated entirely within the western part of the Danubian plain, defined as Lom Depression.

Lom Depression is built mainly of Neogene sediments and is characterized in geomorphological aspect by slightly hilly, almost plain relief and well expressed asymmetric river valleys (Table 1). The Danube river have steep right and inclined left slopes. Vast watershed areas with an altitude of 100–150 m predominate.

The geology of area is characteristic by Neogene and Quaternary formations.

The Neogene sediments are represented by Furen, Byala Slatina and Brusartsi Formations. Furen Formation (*K o y u m d z h i e v a*, *P o p o v*, 1988) is developed in the eastern part of research area and it is well known from outcrops in the valleys of the rivers Danube, Skat and Ogosta. It is represented by oolitic, sandy, detritic, shellfish and other calcareous clays and sand layers. Its thickness reaches 40 to 50 m.

The Byala Slatina Formation is developed east of Ogosta River. This formation is represented by yellow sands with variable particle size, conglomerate lenses and layers from aleurites and aleuritic clays. The greatest thickness of 143 m is observed in Oryahovo, and eastward it decreases to 40–50 m.

The Brusartsi Formation is presented by grey-greenish sandy clays. In the upper parts there are sand layers, and at lower parts there are lignite coal layers. Their total thickness is 50–70 m, the age is assumed to be Dacian-Romanian.

Quaternary system is represented by formations with a different genesis that are related to Eopleistocene, Pleistocene and Holocene age. The eolic formations of Pleistocene have relation to landslide phenomena

The eolic formations treat loess complex in the area are widespread and substantial thickness. The transition between them is gradual. Loess has a specific beige-yellowish to grayey-yellowish coloration with fine-grained, porous, chalky in varying degrees, with clayey-silty content. Porous texture of the loess sets a good water permeability in the vertical direction and pronounced sectility, in the same direction. Consequently, in loess, numerous vertical walls are formed near the banks of the Danube between Kozloduy and Oryahovo.

A characteristic feature of loess is its ability to collapse and reduces the volume when it is water saturated. The types of loess in research area is mainly sandy and typical. Sandy loess is seen as a very narrow strip, 2–3 km wide, along the Danube River, between Kozloduy and Oryahovo.

Paleosoil horizons are more or less dark brown to reddish brown humus soil, with modified and cleyey weathering horizons among loess. Loess complex has a thickness of 40 m near Kozloduy to 120 m in the east Oryahovo, which consists of seven and six loess paleosoil horizons (*Y a r a n o v*, 1956; *M i n k o v*, 1968, and others).

LANDSLIDE PROBLEM

The most favorable conditions for geological-geomorphological considerations arise where there are landslides in the geological profile having significant quantities of clay, clayey or weak layers, slightly sloping to the Danube river. Landslide movements occur mostly in these geological strata. The other sediments as sands, marls, clayey and sandy loess complex are involved in landslide process with their geological load that create slip surface.

At least 21 catastrophic landslides have occurred in the last 50 years along the Bulgarian Danube river bank (Table 1). Concentration of high-speed landslides is

within Lom depression - between the towns of Dunavtsi and Oryahovo, near Tutrakan and Nikopol (Lukanova, 1979). The western part of the coast is dominated by active landslides with a volume of over 1 million cubic meters.

The distribution of catastrophic landslides is not constant in time. There is a certain cycle, which is more pronounced in landslides with a larger scope – the depth of the slip surface $h > 20$ m and volume $V > 1$ million m^3 . There are activations every 6–8 years – in 1972, the period 1978–1980, 1988 and 1991 suddenly shallow landslides and smaller volume occur relatively frequently – usually every 1 year. Predisposing to this type of landslides in the hills and have half of Danube bank: mainly at Oryahovo and Nikopol. Shallow earth-flow type landslides with low speeds occur almost every year in Oryahovo. According to seasonal distribution, shallow catastrophic landslides trigger usually in the periods March-April and October-November, when the main role is played by the spring and autumn rains (Bruchev, Frangov, 2000; Berov et al., 2002; Bruchev et al., 2006).

The higher number of landslides in the March-April compared to autumn period is associated with an additional influence of snowmelt, as well as technogenic waters from constantly flowing taps during the winter period. In deep-seated catastrophic landslides, time of occurrence varies in a wide range – from February to May and from October to December. Their distribution by month is almost uniformly – it shows that the reasons for their occurrence are related not only to flood the slope and is the result of the combined influence of various factors.

The most common causes activation of deep earthquakes and landslides have penetrated the body of the landslide rainfall and technogenic waters. Coastal erosion has great influence on the landslide in Boruna quarter, Lom Town. Other deep landslides are separated by 2–3 km away from the river and virtually no erosion affects them. In shallow catastrophic landslides also play a major role in their storage and artificial rainfall waters. River erosion driven mostly shallow landslides in the areas closest to the nut. Deep erosion has a significant impact on landslides in Oryahovo, Ostrov and Nikopol.



Fig. 1. Landslide distribution map of research area

Table 1

Manifestation of catastrophic landslides along the Danube river bank

No	Landslide, location	Year of activation	Month	Volume x10 ³ m ³	Triggering cause of the event	Damages
1	Gorni Tsibar Village	1940	XI	2000	Earthquake	Unknown
2	Moesia Town, below the local reservoir	1980 1972	II-III IV	2450 1000	Earthquake, water saturation Water saturation	Destroyed and deformed 432 houses Affected agricultural lands 500 dka
3	Oryahovo Town – numerous massive landslides	1973	III-IV	90	Infiltration of precipitation waters	Destroyed 200 buildings
	– area around the station	1977	IV	150	Earthquake, precipitations	Destroyed 100 buildings
	– lodge “Chayka”, East from the town	1981	unknown	290	Water saturation	
4	– East part of town Orsoya Village	2006 1978	I and IV XII	19000	Infiltration of precipitation waters Complex	Cracking of the bridge Destroyed 195 buildings and facilities Destroyed road Vidin-Lom
		1988	X	16000	Complex	
		1973	III-IV	30	Water saturation	
5	Nikopol Town – numerous massive landslides	1985	X	17	Water saturation	Unknown number of buildings destroyed
	– “Russian monument” Quarter – Landslide at Shipka street	1985	X	17	Water saturation	Destroyed 2 buildings
6	Lom Town, Boruna Quarter	2006 1979	I and IV II	30400	Infiltration of precipitation waters Complex	Destroyed 2 buildings and communication facilities
7	Ostrov Village	1980	IV	85	Water saturation from the piping	Heavily deformed 10 buildings
8	Dunavtsi Town	1980	V	4800		Wastewater treatment plant destroyed
9	Slivata Village	1991	X	9000	Complex	Destroyed 4 buildings and road Vidin-Lom

CURRENT STATE OF LANDSLIDE ACTIVITY

Landslides in Lom area

In 2012–2013, landslide movements have been established at many places along the road Lom–Archar with subsiding of some section, which is a sign of ongoing landslide activity. The mayor of the village of Dobri Dol has shown a new formed fresh crack in the ceiling of the building indicating recent activity. To the west direction, landslide is still active almost to the village Archar. The neighboring landslides can be characterized as potential.

Potentially unstable slope is located in the western part of the Lom Town (information from Lom Mayoralty).

Few landslides affect the villages Botevo and Tsar Simeonovo westward from Dobri Dol Village. They are developed in gentle slope not exceeding 5° to Danube River. Slight creep movements are noticed at Tsar Simeonovo Village at the eastern part of the village. Movements are associated with fluctuations in the shallow groundwater table and the poor condition of the drainage system.

Landslides in Gorni Tsibar area

Landslide strip covers the right bank of Tsibritsa River at its lower course and slope above Gorni Tsibar Village. This is the most active part of the landslide in this sector. Continuing activity of this landslide is demonstrated by the deformations affecting road Lom – Kozloduy (Fig. 2). These are subsidences on the road and fresh cracks in places that show a high risk to be interrupted if the



Fig. 2. Deformations affecting the road Lom – Kozloduy (30.10.2013)

movements continue. In the village, there are also observed cracks in buildings suffered as a municipality, where, according to the mayor, cracking continues in present days.

Landslides in Oryahovo area

The town of Oryahovo is highly affected by landslides. In most part of houses can be seen cracks and deformations. Most intense movements have been established at the eastern part of Oryahovo (Figs. 3 and 4). On the road trace, fresh cracks showing serious subsiding have been identified. In this part there are destroyed old houses. The recent deformations reach the ferry port. There is a marshland between the road and the Danube river, which indicates that landslide is deep seated and the slip surface extends almost to the level of the river. Active landslide section has been established at Zelena Bara area, also at nearest Center for technical inspection of cars where the cracks in retaining walls and in asphalt road are exceeding 15 cm per year (measured for period March-November 2013).

Movements affect almost the whole section of the high bank of Danube River from the west side of Oryahovo, reaching almost to the village of Leskovets.

In the village Leskovets traces of relic landslides have been found, i.e. without recent movements.



Fig. 3. Retaing wall damaged by landslide movements (22.10.2012)



Fig. 4. Deformations on the road at the Center for technical inspection of cars (07.02.2013)

Landslides in Dolni Vadin – Ostrov area

Landslide road between the villages of Ostrov and Dolni Vadin also shows movements. The most significant are they in the northeast of the village of Ostrov and the villages of Gorni Vadin and Dolni Vadin. Some indications for activities on the river bank near the village of Baykal. However, observations and countermeasures are missing in these areas.

Landslides in Somovit area

In the vicinity of Somovit Village two sectors in unstable conditions have been established. They are located in two large bodies of huge landslide cirques, which are in relatively stable condition (“dormant” type). But at some places fresh cracks in the houses of the village show an activity in present days (Fig. 5).

Landslides in Nikopol area

Recent activation of landslides occurred in 2006. A landslide is located about 300 meters east of the Russian monument. This slide however was relatively shallow, flow type, as much of the land mass been removed. At present there are no signs of moving, although some typical landslide geomorphological elements are clearly distinguishable in the field (Fig.6).



Fig. 5. Cracked house in Somovit village. The concrete slab is cut (21.10.2012)



Fig.6. Landslide damages of stadium terrain, "Shipka street" Landslide, Nikopol Town (16.04.2013)

SEISMICALLY ACTIVATED LANDSLIDES

As a part of the Alpine-Himalayas seismic zone, the territory of Bulgaria is characterised by a relatively high local seismicity. In North Bulgaria, these are the regions of Veliko Turnovo – Gorna Oryahovitsa and the Dobroudja Black Sea coast, the Shumen district (all are outside the project area), as well as the seismic foci in neighbouring Romania (Vrancea and Timisoara). Seismic hazard in the region is mostly related to the events of Vrancea seismic zone where earthquake hypocenters are at depths mostly from 80 to 120 km (B r a n k o v, ed., 1983). Maximum expected magnitudes do not exceed 4.0 for the almost whole area.

Earthquakes in this zone reach the Danube river bank of Bulgaria and subject it to macroseismic effects. This part of the territory of the country had been subjected to strong historic and contemporary earthquakes causing great human losses and destruction (Table 2, Fig. 7). A number of secondary seismogravitational phenomena and deformations of the Earth's crust are known which cause additional destruction (I l i e v, 1967; B r a n k o v, ed., 1983; R i z z o et al., 1986; F r a n g o v et al., 2007).

The Vrancea earthquake (1940) ($M=7.3$) was felt on the whole territory of Bulgaria. The highest degree was observed in Nikopol – VIII, and in the whole area along the Danube the intensity was of the VII degree (B r a n k o v, ed., 1983). Some landslides along the bank of the Danube (the Gorni Tsibar village, etc.) were activated.

Table 2

The most significant earthquakes in the region

Strong earthquake	Date	Magnitude	Max. Intensity MSK in N. Bulgaria	Consequences in the region of Northern Bulgaria
Vrancea, Romania	01.11.1940	7.3	VIII	Destroyed buildings and constructions in the towns along the Danube river bank
Vrancea, Romania	04.03.1977	7.2	VIII	More than 100 people killed in the town of Svishtov, 3 buildings fully destroyed, a lot of damages. The Svishtov-Nikopol area is the most affected one
Vrancea, Romania	30.05.1990	6.8	VII	Two people killed; cracked buildings; many rockfalls triggered along the plateau scarps

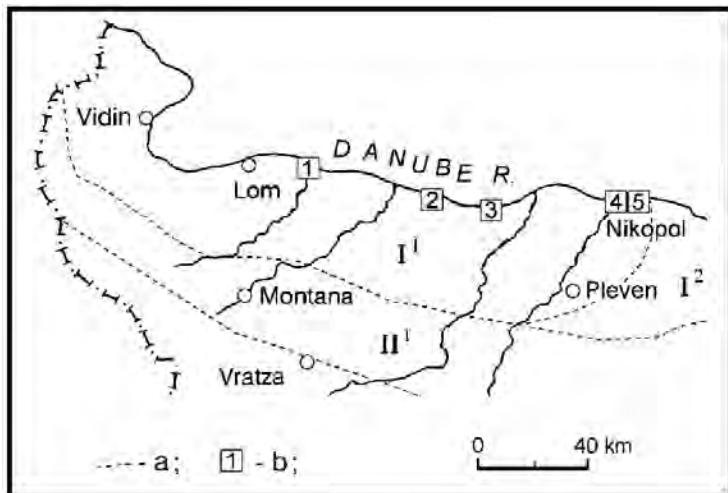


Fig. 7. Known seismogravitational phenomena in research area (modified after Frango et al., 1998): a – boundaries of the regions; I¹ – Lom depression; I² – North Bulgarian rising; II¹ – Fore-Balkan area; b – case histories (macroeffects): 1 – Gorni Tsibar; 2 – Oryahovo; 3 – Gorni and Dolni Vadin; 4 – Somovit; 5 – Nikopol

Another strong earthquake with an epicenter in Vrancea occurred in 1977 ($M=7.2$). In the whole area along the Danube Floodplane the intensity was of the VIII degree. Affects several damaged buildings in Vidin, Lom, Kozloduy, Oryahovo, Nikopol and many other places, cracks in the terrain built of clay and loess sediments cracks in landslide areas in villages Gulyantsi, Shiyakovo and Lenkovo. Loess massifs on vertical slopes collapsed under its action (to the southeast of Nikopol, etc.), as well as many landslides triggered (Gorni Tsibar, Oryahovo, Gorni and Dolni Vadin, Somovit, Nikopol). Only in the Oryahovo town within old landslide nearly 900 buildings are affected, 102 of which are unsuitable for habitation. The number of affected buildings in the Somovit are 240, as unfit for habitation 40, in the Gorni and Dolni Vadim are affected 166 buildings, 60 of which have become unusable and in Nikopol ratio is 1087 to 144 (Brankov, ed., 1983). As secondary seismic events occur liquefaction and flow of water saturated clayey and sandy-clayey alluvial sediments and a series of sandy-clayey cones with a length of 2–3 m to 300 m along the terraces of the Danube River and its major tributaries (Brankov, ed., 1983; Iliev – Brutchev, ed., 1994).

DISCUSSION

Stability of the landslides is determined by the erosive effects of the Danube River, the fluctuation of groundwater levels and surface water, earthquakes, rainfall and technical activities. Putting the dominant factor for the occurrence of catastrophic landslides is very difficult without specific multiannual observations, and in many cases the reserve of stability of a slope is exhausted from all the relevant factors in complex proportions and ratios.

The preventive activity in the expression of instability on the slopes of the high Danube banks should be directed at eliminating or reducing the effects of destabilizing factors.

Useful measures increasing slope stability are: drying of landslide slopes with different types of drainage, avoiding saturation the land by removal the surface runoff, sewage system construction in the settlements, checking and sealing all canals and pressure pipes passing through or over the landslide slopes, reducing the erosive action of the Danube River.

To avoid artificially increasing the lateral river erosion should be carefully selected locations for extraction of inert materials from the river. When erosion activity at the base of the slope is manifested, a lining from roughcast stone can be made with a suitable, depending on the flow speed, size of individual pieces. The lining can be turned into a buttress, which besides erosion control, there will be a static function, helping to increase retention forces in the heel of the slope.

Should not allow an adverse change in the ratio of the active and passive forces providing the minimum reserve of stability. Undercutting the slope to form a level surface (for track of road) should be undertaken only after computational verification on the factor of safety under the new conditions, respectively after the construction of appropriate strengthening measures. Still the same purpose must not be allowed increasing the load on the upper (active) part of the slope, for example due to deployment of the embankments, heavy construction machinery, buildings, etc. Only preventive measures will not ensure the stability of slopes and prevent the occurrence of a catastrophic landslide, but it will help a lot in this regard. The preventive measures on landslide slopes in combination with reliable strength constructions will be able to solve the problem on stabilizing of the creeping slopes along the Danube shore and preventing of catastrophic landslides.

REFERENCES

- Angelov, K., D. Yordanov, R. Angelova. 1983. Geodynamic analysis of detrusive process of landslide at Orsoya Village, Mihaylovgrad region. – Hidrotehn. i Mel., 8, 11–16 (in Bulg.)
- Berov, B., N. Dobrev, I. Bruchev, T. Fukuzono. 2002. Landslides in Bulgaria. Landslide Society of Japan. – Landslides, Vol. 38, No. 4, pp. 34–43.
- Brankov, G. (Ed.) 1983. Vrancea earthquake in 1977. After-effects in the Republic of Bulgaria. Publ. House of Bulg. Acad. of Sci., Sofia:428 p. (in Bulgarian).
- Bruchev, I., G. Frangov. 2000. Erosion and landslide processes along Danube riverside. – Mining and geology. 5, 19–24 (in Bulgarian).
- Bruchev, I., G. Frangov, R. Varbanov, N. Dobrev, P. Ivanov, C. Cekov. 2006. National programme 2007–2015 for landslide stabilization, erosion and sea-erosion protection of Danube and Blacksea coast and landslide control of technical infrastructure and settlements. – In: National Scientific and Technical Conference “State and Stabilization of landslide and erosion processes in Bulgaria”, 30.XI–1.XII 2006, Sofia, Acad. Publishing House “Prof. M. Drinov”, 9–22 (in Bulgarian).
- Bruchev, I., G. Frangov. 2000. Erosion and landslide phenomena along the Bulgarian Danube riverside. – Minno delo i Geologia Journal, 5, 2000, 19–27 (in Bulgarian).
- Demirev, A., L. Ilieva, K. Angelov, P. Stoeva. 1981. Forecasting of stability of High Danube River bank. Ann. MGI, 2, 290–300. (in Bulg.)

- Frangov, G., I. Iliev, P. Ivanov, N. Dobrev. 1998. Seismogravitational effects in Northern Bulgaria. – In: Proc. 8th Congress IAEG, Vancouver, Canada, 703–708.
- Frangov, G., I. Bruchev, P. Ivanov, N. Dobrev. 2007. Macro and micro displacements in Northern Bulgaria due to local and regional seismicity. – In: Proc. of International Project of UNESCO and BAS “Seismo-hydrogeological vulnerability of the environment and society in the Balkan region”, Second Meeting, 22–26 November 2006, Sofia, 91–98.
- Iliev, I. 1967. Certain regularities of the spread of landslides and the seismic areas in Bulgaria. – Rev. Bulg. Geol. Soc., 28, 1: 88-93 (in Bulgarian).
- Iliev-Bruchev, I., Ed. 1994. Geological Hazards in Bulgaria. – BAS, Sofia, 1994, 143 p. (in Bulgarian, English Summary).
- Koyumdzhieva, E., N. Popov. 1988. Lithostratigraphy of Neogene sediments in North-East Bulgaria. – Paleont. strat. and lithol., 25, 3, 26–47 (in Bulg.).
- Lukanova, A. 1983. Evolution of landslides at Tutrakan. – Ann. SU, GGF, 2, 52–60 (in Bulg.).
- Minkov, M. 1968. Loess in North Bulgaria. Sofia, BAS, 202 p.
- Rizzo, V., I. Iliev, S. Tzvetkov. 1986. Seismogravitational phenomena along the Bulgarian Danube riverside. – In: Proc. of the Int. simp. on eng. geol. probl. in seismic areas, Bary, Italy, 2: 383–390.
- Yararov, D. 1956. Loess and Loess-like Sediments in Bulgaria. – Bull. of the Soil Institute, BAS, 3; 37–76.

Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences

ПРЕГЛЕД НА РАЗПРОСТРАНЕНИЕТО НА СВЛАЧИЩАТА ПО БЪЛГАРСКИЯ ДУНАВСКИ БРЯГ МЕЖДУ ВИДИН И НИКОПОЛ

*Н. Добрев, Б. Беров, Пл. Иванв, М. Кръстанов,
А. Бендерев, Б. Михалкова*

(Резюме)

Настоящото изследване разглежда разпространението на свлачищата по високия Дунавски бряг в участъка от Видин до Никопол. По-голямата част от тях са с дълбоко разположена хълзгателна повърхнина и обеми над 1 млн. м³. Основните фактори на свлачищната активност са валежите, ерозията от р. Дунав, земетресенията от Бранча, Румъния, както и от техногенни въздействия. Разгледано е състоянието на активността на свлачищата през 2013 г. в основните сектори на изследвания участък: при Лом, Горни Цибър, Оряхово, Остров-Долни Вадин, Сомовит и Никопол. Установена е активност при някои от свлачищата, като най-интензивна е тя в района на гр. Оряхово, където е измерена скорост от 15 см за година в района на Центъра за технически прегледи. Други активни участъци са установени при с. Добри Дол, с. Горни Цибър и гр. Никопол.

ПРОПАДАНЕ НА ЛЬОС МЕЖДУ ГРАДОВЕТЕ ВИДИН И НИКОПОЛ

Бойко Беров, Пламен Иванов

УВОД

Една от основните геологки опасности, наред със земетресенията, свлачищата и ерозията, в изследвания участък по проекта ROBUHAZ-DUN между градовете Видин и Никопол и прилежащите общини по поречието на р. Дунав, е свързана с явлението пропадане на лъос. Неговата проява е изследвана от редица инженергеолози, най-вече свързани с работата на бившата Лаборатория по геотехника на слаби земни основи и терени (ЛГСЗОТ) към БАН. Целта на настоящата статия е да се обобщят, доколкото е възможно, многобройните изследвания и да се представи още веднъж важността на този проблем за района на проекта.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСНОВНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЛЬОСА

Лъосът е лека пореста почва, образувана при еоличното отлагане на песъчливи, прахови и глиниести фракции. Той е относително еднороден, свързан и обикновено светлокрафяв до бежов на цвят. Лъосът обхваща около 15% от сушата. В България е разпространен почти навсякъде в северната част на страната и заема 1/11 от територията.

В състава му са включени: пясък – до 10%, глиниести частици – около 14%, и прахово съдържание – до 85%. В зависимост от процентното съдържание на основните компоненти в състава му лъосът се дели основно на песъчлив, типичен и глиnest, като към тези основни видове се добавят лъсовите пясъци и лъсовите глини.

Порестост – характерно свойство на лъоса е високата му обща порестост – 40–60%. Лъосът съдържа макро- и микропори. Като се позовават на условието за видимост с просто око, М и н к о в и С то и л о в (1965) предлагат за граница между микро- и макропори да бъде приета стойността 0,1 mm. При това условие порестостта е, както следва: микропори – с размер до 0,1 mm, невидими с просто око; макропори – с размер от 0,1 до 2,0 mm,

видими с просто око; ходове – от 2 до 20 mm; и кухини – едри ходове и празници с размери над 20 mm.

Водоустойчивост – лъсът е водонеустойчив. Той бързо се размеква и разпада във вода поради праховия си състав, малкото естествено водно съдържание и наличието на макропори (фиг. 1 – приложение).

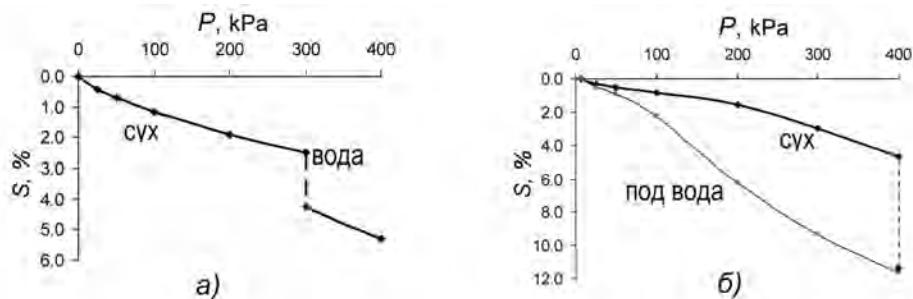
Водопропускливоност – лъсовите почви имат най-голям коефициент на филтрация (k_f) от всички свързани строителни почви. В лъсовидните пясъци k_f е от 3 до 5 m/24h, в песъчливия лъс – от 1,0 до 2,5 m/24h, в типичния лъс – от 0,25 до 0,35 m/24h, в глиnestия лъс – от 0,18 до 0,20 m/24h, а в лъсовидната глина – < 0,10 m/24h (М и н к о в, Е в с т а т и е в, 1962a). Водопропускливостта във вертикална посока обикновено е по-голяма, отколкото в хоризонтална. Разликата в двете посоки е в интервала от 10 до 20% при песъчливия, типичния и глиnestия лъс (Е в с т а т и е в, А н г е л о в а, ред., 1993).

Пластичните свойства на лъса са ниски. Показателят на пластичност (I_p) за песъчливия лъс е от 5 до 8 %, за типичния лъс – 8-13 %, за глиnestия лъс – 15-19 %.

Пропадъчност – при навлажняване лъсът преминава от неупълтнено в нормално за дадено налягане състояние вследствие на разтваряне на връзките и разрушаване на макропорестата структура. Това е съпроводено с рязка загуба на якостни свойства, намаляване на порестостта и бързо развиващи се деформации на уплътнение – пропадане. Пропадането на лъса може да се определи:

– Косвено – косвените показатели дават качествена представа за пропадъчността. Те са основани на порестостта и естественото водно съдържание (W_n) на лъса. Лъсът се счита за пропадъчен, когато обемът на макропорите (n_m) е повече от 1 %. Пропадането се оценява с относителното пропадане при геологически товар ($\delta_{пр.γ}$), който за пропадъчни почви е $\delta_{пр.γ} > 1\%$. Пропадането започва при начален товар $P_{нач}$.

– Директно – лабораторно, чрез компресионен опит по два начина: метод на едната крива и метод на двете криви (фиг. 2).



Фиг. 2. Определяне на пропадането на лъс: а) метод на едната крива;
б) метод на двете криви

ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПРОЦЕСА НА ПРОПАДАНЕ НА ЛЬОСА

Пропадането на лъса е процес с непрекъснато действие, водещо до внезапни рискови хлътвания на терена (Илиев - Бучев, 1984). Лъсовите почви се отличават от другите кватернерни глинисти седименти по своята структурна неустойчивост и недоуплътненост, което е причина за тяхното пропадане. След намокряне на почвите в пропадъчната зона, водонеустойчивите структурни връзки се разрушават, в резултат на което се осъществява пропадането. Този процес се подпомага и от макропорите от зоогенен и фитогенен произход, които са в горната част на лъсовите комплекси, най-често до дълбочина 3 м. Лъсът се характеризира и със своята микропорестост, която допълнително подпомага пропадъчността.

Освен недоуплътнеността и водонеустойчивостта на лъса, пропадъчността е повлияна и от действието на собствения (геологки) или допълнителен (строителен) товар, а до голяма степен и от началното водно съдържание (W_r), съответно от степента на водонасищане (S_r). Установено е, че при $S_r > 0,60\%$ лъсът пропада малко, дори и при голям обем на порите ($n > 43-44\%$) (Евстатиев, Ангелова, ред., 1993; Karastanov, Stoinev, 1997; Норми за проектиране..., 1996).

Лъсовата основа в зависимост от склонността ѝ към пропадане се поделя на: основа от нулев тип (T_0) – непропадъчна при обикновените строителни на товарвания; основа от първи тип (T_1) – пропадъчна само от допълнителен товар (или сумарно пропадане от геологки товар – $S_{\text{пр.}y} < 5 \text{ cm}$) и основа от втори тип (T_2) – пропадъчна от геологки или от геологки плюс допълнителен товар, където $S_{\text{пр.}y} > 5 \text{ cm}$ (Евстатиев, Ангелова, ред., 1993).

Когато недоуплътнен лъс бъде намокрен, структурните му връзки отслабват и той претърпява пропадане както под действието на собственото си тегло, така и под действието на допълнителен товар, ако върху него има изградено съоръжение. Показателите на пропадане на лъса при естествен геологки товар (δ_y), при допълнителен товар от 0,3 MPa (δ_x), както и общата деформация (S) се изразяват чрез своите относителни стойности в проценти на единица дебелина от лъсовия комплекс и чрез абсолютните им стойности в сантиметри за цялата дебелина на комплекса. Средните стойности на тези показатели варират за различните видове лъс от 2,5% до 7,0%, а максималните стойности при естествен геологки товар (δ_y) достигат до 80-100 см (Минков, Евстатиев, 1975).

ПЛОЩНО РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА ЛЬОСА

Непрекъснатата лъсова покривка в Северна България заема площ от около 9800 km² (Янков, 1956; Елогиев, 2006). В разглежданятия участък между Видин и Никопол площта на лъса възлиза на около 4000 km². Пропадъчните лъсови седименти образуват една почти непрекъсната ивица южно от р. Дунав. Между Видин и Арчар лъсът се прекъсва. По изток той се проследява по линията на селата Добри дол (на р. Дунав) – Васильовци (на р. Лом) – Дъл-

годелци (на р. Цибрица) – Громшин (на р. Огоста) – Бъркачево (на р. Скът) – Койнаре (на р. Искър) – Садовец (на р. Вит) – Дойренци (на р. Осъм) (Минков, 1968). Широчината на лъсовата ивица в западните райони на Северна България е до 30–35 km, а в средна Северна България до 50 km (фиг. 3 – приложение).

Особен важно е, че в България лъсът заема около 40 % от равнинните земи с надморска височина до 250 m, в пределите на които има добре развита промишленост и селскостопанска дейност (Минков, 1968; Кастанев, 1994). Това предопределя голямата важност и тежест на неблагоприятните геотехнически свойства на лъса, а именно пропадъчността и голямата водопропускливоост, в общата скъла на геологката опасност в Дунавската равнина.

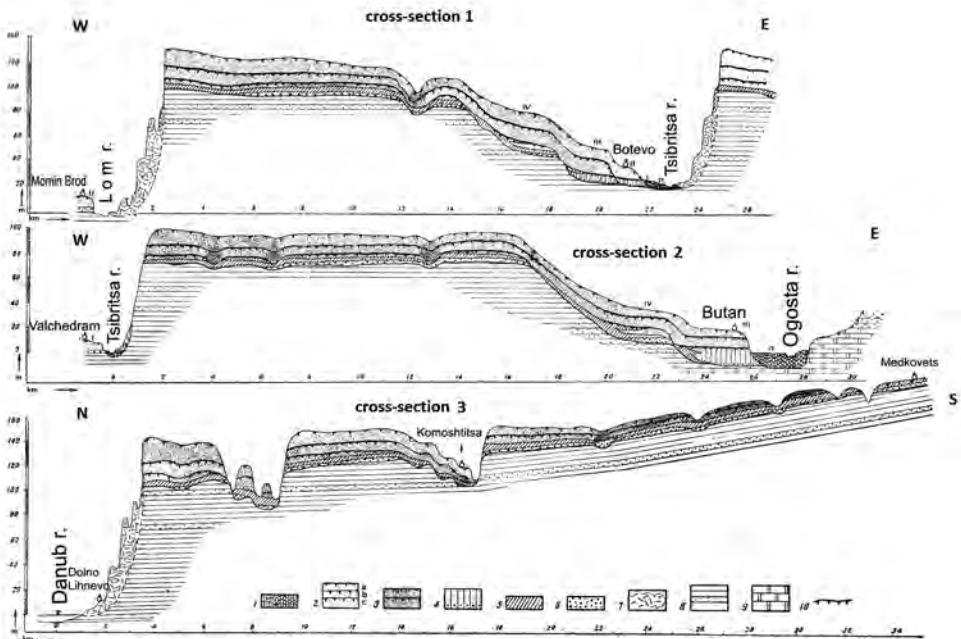
Общата средна дебелина на лъсовите наслаги варира от 40–50 m в близост до р. Дунав и намалява в южна посока, като в периферията на Предбалкана е около 3–5 m. Дебелината на лъсовата формация е по-голяма върху някои участъци на речните тераси: на р. Лом достига до 65–70 m, на р. Цибрица – до 60–65 m, на р. Огоста – до 55–60 m, на р. Искър – до 65–70 m, на р. Вит – до 70–75 m (Минков, 1963, 1968). Дебелината на лъса варира в широки граници – във Видинско 12–14 m, Ломско – 50 m, а на места и до 100 m, в Плевенско – 15–20 m (Каменов, Илиев, 1963)

ХАРАКТЕРИСТИКА НА РЕЛЕФА

Областта от Дунавската равнина между Видин и Никопол попада в рамките на т. нар. Ломско-Оряховска подобласт според географската подялба на Михайлов и др. (1966) или в рамките на Ломската инженерногеоложка област според подялбата на Каменов и Илиев (1963). Областта се характеризира със слабо хълмистия си, почти равнинен релеф. Характерните морфологични елементи са междууречните платовидни форми на релефа или вододелни плати и ясно изразените асиметрични долини на реките, вливащи се в р. Дунав: реките Лом, Цибрица, Огоста, Искър, Вит и Осъм. Образуването на платовидните форми е резултат от насичането от притоците на р. Дунав, на оформената през плиоценена денудационна повърхнина, която по-късно е била затрупана от лъсовите отложения (Каменов, Илиев, 1963).

Платовидните масиви се издигат средно на около 70–80 m над нивото на ограничаващите ги реки, а при устията им относителната височина достига 180 m. Лъсът има най-голяма дебелина в северозападните части на вододелните плати, където те са високо издигнати. Платата увеличават своята височина в западна посока – при с. Долна Рикса тя е 260 m, при с. Медовница – около 310 m, а още по-на запад – 320–380 m (Михайлов и др., 1966).

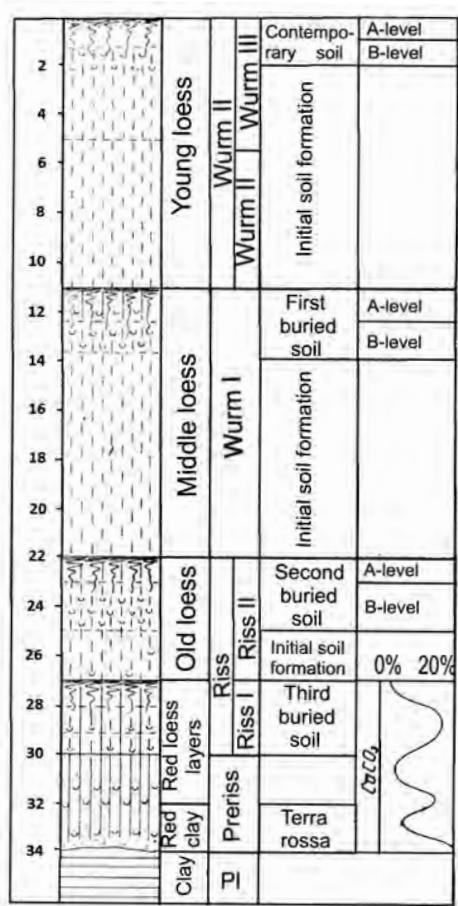
Речните долини са подчертано асиметрични. Десните долинни склонове са високи, стръмни, по-тесни – до 1 km, и по тях се развиват свлачищни процеси с различно количествено участие на лъса. Високо на лъсовидното плато са оформени стръмни откоси, от които надолу следва по-полегата нахълмена зона. В тази зона са развити силно удължени стъпаловидни свлачища. Склоновете са изградени от различни по вид и свойства лъсови отложения (фиг. 4).



Фиг. 4. Геоложки профили през льосовата формация в Ломско (по М и н к о в, 1963). Профил I: Момин брод – Ботево; Профил II: Вълчедръм – Бутан; Профил III: Долно Линево – Медковец; 1. Алувиални отложения на заливната (П) и първа незаливна тераса (I); 2. Льос (песъчлив, типичен, глинеист): а – млад, б – среден, в – стар; 3. Льосовидна глина; 4. Алувиални песъчливо-глинеисти и льосовидни отложения на льосовите тераси; 5. Льосовидни и глинеисти хоризонти в основата на формацията; 6. Плейстоценски чакъли; 7. Делапициен льос и глини от свлачищата; 8. Плиоценски глини и пясъци; 9. Сарматски варовици; 10. Съвременни и погребани почви; П – заливна тераса; I – първа незаливна тераса; II – еднольосова тераса; III – двульосова тераса; IV – трильосова тераса

Левите долинни склонове са полегати и по-широки. Средната им широчина е до 3 km. Към тях се отнасят по-старите тераси: надзаливна, еднольосова, двульосова и трильосова тераса (М и н к о в, 1963). Двульосовата тераса е най-характерна и широко развита. Върху нея се срещат групи от т. нар. степни блюда (блюдца), които представляват хълтвания на терена на дълбочини до 4 m (М и н к о в, 1960). Броят на тези блюда в района на „Златията“ при Лом, Козлодуй и Хърлец е повече от 50-60. Най-често те се разполагат по протежение на затрупаните от льоса долинни участъци на предльосовия релеф. Льосът в степните блюда е претърпял естествено уплътняване и е по-устойчива основа при изграждане на съоръжения (К а м е н о в, И л и е в, 1963). В западна посока по долните на реките са развити и трильосови тераси. Те постепенно прехождат в долинни склонове с широчина от 2 до 4 km и наклон от 3–4°.

Заливните тераси на реките са широко развити. Към тях се отнасят Арчар-Орсойската, Цибърската и Козлодуйската крайдунавски низини.



Фиг. 5. Стратиграфска схема на лъсовата формация в Ломска област
(по М и н к о в, 1963)

СТРАТИФИКАЦИЯ

Върху най-старите релефни форми е установена следната обобщена стратиграфска схема: млад лъос – погребана почва – среден лъос – втора погребана почва – стар лъос и основни лъсовидни хоризонти, разделени с карбонатни зони, тераросо-подобни глини и най-стар плейстоценски чакъл, който бележи границата с плиоцен (М и н к о в, 1960).

Най-широко разпространение и най-голяма дебелина имат младият и средният лъос. Старият лъос и основните лъсовидни хоризонти имат ограничено разпространение. В южна посока те стават все по-глинисти и прехождат в основните глини (М и н к о в, 1963) (фиг. 5).

При най-големите дебелини на речните тераси се различават до 6 лъсови хоризонта и 5 погребани почвени хоризонта (М и н к о в, 1968).

Типичният лъос има вертикална цепителност и запазва отвесни откоси със значителна височина (фиг. 6 – приложение).

ВИДОВЕ ЛЬОС

Установена е отчетлива изменчивост в зърнометричния състав на льосовите седименти в посока север-юг, като са разграничени няколко вида льос и льосовидни наслаги: льосовидни пясъци, песъчлив льос, типичен льос, глинест льос и льосовидна глина (Минков, 1960; 1963). Изменението на количеството на глинестата фракция ($<0,005$ mm) се използа като главен критерий в класификацията по зърнометричен състав: льосовидни пясъци и песъчлив льос – до 10%, типичен льос – до 20%, глинест льос – до 30%, и льосовидна глина – $>30\%$.

С най-голяма тежест относно процеса на пропадане на льоса са песъчливият, типичният и глинестият льос.

Песъчливият льос се разполага в непосредствена близост до десния бряг на р. Дунав, като изгражда една ивица с ширина до 5–6 km между градовете Лом и Свищов. Разкрива се и в ограничени участъци северно от Видин.

В посока юг във вид на по-широва ивица (10–30 km) типичният льос следи линията Вълчедръм–Кнежа–Долна Митрополия, като при реките Цибрица, Огоста, Вит, Искър и Осъм широчината му достига до 30 km.

Глинестият льос заема следващата ивица от льосовата област в посока юг. В Ломско и Оряховско тази ивица е относително тясна, със средна широчина около 12 km.

ПРОПАДЪЧНОСТ ПРИ РАЗЛИЧНИТЕ ВИДОВЕ ЛЬОС

С най-силно проявени пропадъчни свойства са типичният и глинестият льос, като средните стойности на относителното пропадане при геологически товар (δ_y) и при допълнителен товар от 0,3 MPa (δ_3) са съответно 3,2% и 6,5%. При типичния льос те са 2,5% и 7,0% при глинестия льос (табл. 1) (Карастанев, 1994).

Таблица 1

Основни физикомеханични показатели на пропадъчните льосови почви
(по Минков, 1968; Minkov et al., 1977; Карастанев, 1994)

Видове льос	Песъчлив льос	Типичен льос	Глинест льос
Водно съдържание (W_n , %)	10,5	13,8	19,0
Обемна плътност на скелета (ρ_d , g/cm ³)	1,42	1,39	1,47
Обем на порите (n , %)	48,0	49,1	46,3
Степен на водонасищане (S_r)	0,30	0,45	0,57
Показател на пластичност (I_p , %)	6,4	9,5	17,1
Относително пропадане при геологически товар (δ_y , %)	2,2	3,2	2,5

Относително пропадане при допълнителен товар 0,3 MPa (δ_3 , %)	4,5	6,5	7,0
Потенциално сумарно пропадане при геологически товар (δ_n , см)	10–40	25–120	0–15

Забележка: Тези стойности са аритметично средни от 500 изследвания върху пробы от първия и втория лъсов хоризонт за всяка разновидност.

При песъчливия лъс средните стойности на относителното пропадане са по-малки – 2,2% при геологически товар (δ_3) и 4,5% при товар от 0,3 MPa (δ_3).

Дебелината на пропадъчния слой предопределя сумарното пропадане. Най-голяма е тази дебелина в комплексите на песъчливия лъс, поради което потенциалното сумарно пропадане при него е по-голямо, и на практика в районите, покрити с песъчлив лъс, са проявени много по-значителни пропадания в сравнение с глинестия лъс (Каратанев, 1994; Каратанев, Стойнев, 1997).

ЩЕТИ ОТ ПРОПАДАНЕ НА ЛЪСОВИ ТЕРЕНИ

Пропадането на лъса се осъществява след намокряне и поради тази причина най-силно засегнати са застроените територии и районите с изградени напоителни системи, където намокрянето е неизбежно. Загубите от пропадането са преки – разходи, необходими за възстановяване на пострадалите обекти, и косвени – пропуснати ползи от непроизведената промишлена и селскостопанска продукция.

В по-големите градове на изучаваната област на територията на Северна България – Лом, Козлодуй, Оряхово, Плевен, десетки сгради са в състояние на потенциален рисков деформиране при пропадане на лъс. Такива са сградите, фундирали до средата на 60-те години на ХХ век, както и такива, построени след това, но недостатъчно осигурени срещу слягане и пропадане. Тежки аварии от големи пропадъчни деформации на лъсовата основа са претърпявали Техникумът в Лом, у-ще „Хр. Ботев“ в Оряхово, 4 големи жилищни блока в Козлодуй, 2 жилищни блока в Плевен и др. (Евстатиев, Ангелова, 1993; Каратанев, 1994).

Пропадането на лъса играе особено отрицателна роля при хидромелиоративните съоръжения. Едва 35–45% от напоителните канали работят нормално и не се нуждаят от ремонтни и възстановителни работи. Много напоителни системи не са могли да бъдат въведени дълги години в експлоатация поради интензивно развитие на пропадъчни и други филтрационни нарушения на основата (Каратанев, 1994). Размерът на пропаданията достига до 80–100 см, като хълтналите участъци са широки 40–50 м и дълги от 100 до 300 м (Сотиров, 1969; Минков, Евстатиев, 1975). Такива са пропаданията на канали от напоителната система „Шишманов вал“ (около гр. Козлодуй, селата Гложене, Хърлец, Бутан и гр. Вълчедръм). По тази напоителна система са измерени най-голямото пропадане (170 см) на канал в България и суфозионни ями с дълбочина 4–5 м и дължина 10–20 м (Евстатиев, Ангелова, 1993; Каратанев, 1994).

МЕРКИ ЗА ПРЕДПАЗВАНЕ ОТ ПРОПАДАНЕТО НА ЛЬОСА

При строителството в льосови терени се взимат водозащитни мерки и мерки за отстраняване на пропадъчните свойства на льоса. Избират се подходящи конструкции за сградите и съоръженията. Водозащитните мерки включват: планировка на строителна площадка за бързо отвеждане на повърхностните води, хидроизолационни работи, предпазване от повреда на ВиК мрежата.

Мерките за отстраняване на пропадъчните свойства на льоса са:

– Механични – разрушава се структурата на льоса чрез предварително механично уплътняване (повърхностно или дълбочинно). Повърхностното се извършва с тежки трамбовки, а дълбочинното – с пясъчни и почвени пилоти, дълбочинно взривно уплътняване и запълване с пластична циментопочва и др.

– Физико-химични, химични – заздравяване с хидравлични свързвачи вещества, термично заздравяване, силикатизация, обработка с различни соли, смесване на льосовите почви с вар, портланд цимент, смеси от активирана пепел от ТЕЦ и фосфогипс и др.

Един от успешните методи за фундиране в льосови почви на редица сгради и съоръжения, както и при хидромелиоративното стрителство, е т. нар. метод на използване на циментопочвени възглавници. Те комбинират две основни качества – преразпределение напреженията от фундаментите подобно на плоча и висока водопропускливост и неразмекаемост. Основни приноси за използването на тези методи могат да се разгледат в работите на Минков, Евстатиев (1962б, 1973, 1976), Минков и др. (1969), Минков и др. (1971), Евстатиев (1965, 1973, 1984), Евстатиев, Ангелова, ред. (1993) и др.

Най-голям обем – около 400 000 м³, по изграждането на циментопочвени възглавници е бил изпълнен в льосова основа от първи тип (пропадъчна само при допълнителен товар) при фундирането на основните съоръженията на АЕЦ „Козлодуй“. Най-трудни са били инженерногеоложките условия на първите два енергоблока, където лъсът е с дебелина 10–11 м. Средно около 4,5 м под котата на фундирането, сумарното пропадане при натоварване 0,3 МПа е достигало 12 см, а сумарното слягане – до 31 см (Минков и др., 1969).

Чрез мерките за отстраняване на пропадъчните свойства на льоса се цели отстраняването на неравномерни и големи слягания под фундаментите.

ЛИТЕРАТУРА

- Елогиев, Й. 2006. Плейстоценът и холоценът в Дунавската равнина. Дисерт. докт. на геол. науки, 240 с.
- Евстатиев, Д. 1965. Изследвания върху заздравяването на льоса в Северна България с портланд-цимент. – Трудове върху геология на България, сер. Инж. геол. и хидрогеол., кн. IV, 131–153.
- Евстатиев, Д. 1973. Някои закономерности в изменението на якостните показатели на циментольосовите смеси. – Изв. Геол. Инст., сер. Инж. геол. и хидрогеол., кн. XXI–XXII, 87–101.

- Е в с т а т и е в, Д. 1984. Формиране на якостта на циментопочвите. Изд. БАН, С., 94 с.
- Е в с т а т и е в, Д., Р. А н г е л о в а, ред. 1993. Циментация на скали и дисперсни почви. – Изд. БАН, София, 206 с.
- Илиев - Бручев, ред. 1994. Геоложката опасност в България. Изд. БАН, С., 143 с.
- Каменов, Б., И. Илиев. 1963. Инженерногеоложко райониране на България. – Труд. Геол. на Бълг., сер. Инж. геол. и хидрогеол., № 2, 5-123.
- Ка р а с т а н е в, Д. 1994. Пропадане на лъос. – В: Геоложката опасност в България, ред. Илиев-Бручев 1994., С. БАН и Комитета по геология, 92-97.
- Ка р а с т а н е в, Д., С т о й н е в. 1997. Динамична устойчивост на лъос при условия на циклично триаксиално натоварване. – Сп. на Бълг. геол. д-во, год. 58, кн. 3, 197–203.
- Ми н к о в, М. 1960. Лъосът и лъсовидните седименти между реките Скомля и Огоста. – Труд. Геол. на Бълг., сер. Стратиграф. и тектоника, кн. 1, 249–294.
- Ми н к о в, М. 1960. Степните блюдца между реките Лом и Огоста и възможности за тяхното развитие при напояването. – Изв. Геол. Инст. БАН, кн. VIII, 105–131.
- Ми н к о в, М., Д. Е в с т а т и е в. 1962а. Изследвания върху водопропускливостта на лъоса в Северна България. – Изв. Геол. институт, кн. XI, 203–221.
- Ми н к о в, М., Д. Е в с т а т и е в. 1962б. Землени облицовки на канали в лъсов терен. – Хидротехника и мелиорации, кн. 2, 46–48.
- Ми н к о в, М. 1963. Физико-механични свойства на лъсовите скали между реките Скомля и Огоста. – Труд. Геол. на Бълг., сер. Инж. геол. и хидрогеол., № 2, 125–217.
- Ми н к о в, М., К. С т о и л о в. 1965. Към въпроса за ролята на макропорите в процеса на просядане на лъоса. – Трудове върху Геология на България, сер. Инж. геология и хидрогеол., кн. IV, 75–93.
- Ми н к о в, М. 1968. Лъосът в Северна България. С., БАН, 202 с.
- Ми н к о в, М., Д. Е в с т а т и е в, Т. А т а н а с о в. 1969. Инженерногеоложки условия на фундирането на АЕЦ „Козлудуй“. – Год. на Енергопроект, 13, № 1, 213–236.
- Ми н к о в, М., Д. Е в с т а т и е в, С. В. Р у с е в. 1971. Фундиране на охладителни кули на ТЕЦ върху циментопочва. – Строителство, кн. 2, 14–16.
- Ми н к о в, М., Д. Е в с т а т и е в. 1973. Основни свойства и приложимост на циментопочвени възглавници при фундиране в пропадъчен лъос. – Изв. Геол. институт, сер. Инж. геол. и хидрогеол., кн. XXI–XXII, 77–86.
- Ми н к о в, М., Д. Е в с т а т и е в. 1975. Основи, облицовки и екрани от заздравени лъсови почви. С., Техника, 189 с.
- Ми н к о в, М., Д. Е в с т а т и е в. 1976. Указания за фундиране на сгради и съоръжения в пропадъчни (лъсови) почви посредством лъсоциментова възглавница. – Бюлетин за строит. и арх., 20, № 1–2, 4–21.
- Михайлов, Цв., К. Мишев, В. Попов. 1966. Дунавска хълмиста равнина. Регионална характеристика на релефа. – В: География на България, т. 1, Физическа география, Герасимов, И., Ж. Гъльбов (ред.), С., Изд. БАН 1966, 57–79.
- С о т и р о в, И. 1969. Пропадъчни деформации при каналите и хидромелиоративните съоръжения, изградени върху лъсовия комплекс на Северна България. – В: Сб. Доклади, изнесени на научни сесии на секцията „Хидрогеология и инженерна геология“ в периода 1966–1969 г., НТС по водно дело в България, 46–55.
- Яра н о в, Д. 1956. Лъосът и лъсовидните седименти в България. – Изв. на Почв. инст. на БАН, кн. III.
- х х х Норми за проектиране на плоско фундиране. Наредба № 1, ДВ, бр. 85 от 8 октомври 1996 г.
- Ка r a s t a n e v, D., S t. S t o i n e v. 1997. Strength behavior of loess depending on the degree of saturation. – In: Bulgarian-Japanese Seminar on Geotechnics of Soft soils, Sofia, 27 March 1997, 17–27.

Minkov, M., D. Evstatiev, A. Aleksev, P. Donchev. 1977. Deformation properties of Bulgarian Loess Soils. – In: Proc. of the IX Intern. Conf. of SMFE, Tokyo, 215–218.

Геологически институт, БАН
b_berov@geology.bas.bg;
boyko_berov@yahoo.com;
plivanov62@geology.bas.bg

COLLAPSIBILITY OF LOESS BETWEEN THE TOWN OF VIDIN AND THE TOWN OF NIKOPOL

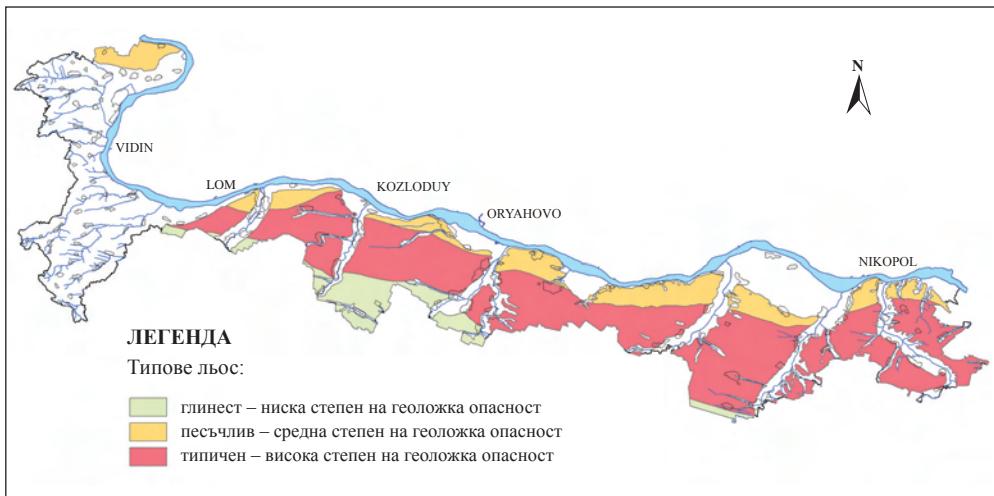
B. Berov, Pl. Ivanov

(Summary)

In this paper the problem of the collapse of loess is discussed as one of dangerous geological processes in the research area of the municipalities along the Danube River between the Vidin town and Nikopol town. The basic characteristics of loess – its porosity, water resistance, permeability, plasticity have been considered. The nature of the process of loess collapsibility was clarified. Depending on their tendency to collapse loess basis is divided into three types. The area distribution of loess soils in the investigated region is presented. A brief description is given of the relief and the spread of so-called steppe dishes. The stratification of loess is also detailed in the total cross section in loess formations: young loess – buried soil – middle loess – second buried soil – old loess. The main types of loess and loess sediments are described: loess sands, sandy loess, typical loess, clayey loess and loess clays. The types of sandy loess, typical loess and clayey loess have the greatest importance on the process of collapsibility of loess. A more detailed analysis is given of the collapsibility with these types of loess. Examples of damage and destruction of subsidence over the loess areas are listed. Finally, the basic measures to prevent collapse of loess are given. The purpose of this article is to summarize the numerous studies and to present once again the importance of this problem for the research area of ROBU-HAZ-DUN project in Bulgaria.



Фиг. 1. Празнини в лъса



Фиг. 3. Граници и площи на лъсовите площи в изследвания район



Фиг. 6а. Вертикални лъсови откоси



Фиг. 6б. Вертикални лъсови откоси

ОЦЕНКА НА ОСНОВНИТЕ ФАКТОРИ, ВЛИЯЕЩИ ВЪРХУ УЯЗВИМОСТТА НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ В КРАЙДУНАВСКИТЕ НИЗИНИ

Алексей Бендерев, Мирослав Кръстанов, Бойко Беров

В статията се разглеждат хидрогеоложките условия, влияещи върху уязвимостта на подземните води спрямо количествени и качествени промени. Изгответи са карти в ГИС среда на най-значимите показатели, като е обърнато внимание и на влиянието на р. Дунав върху получените резултати.

Ключови думи: подземни води, уязвимост, замърсяване, ГИС, крайдунавски низини

ВЪВЕДЕНИЕ

Крайдунавските низини имат съществено значение за устойчивото развитие на Северна България. Това са райони с подходящи физикогеографски условия за развитие на селско стопанство и промишленост. Геолого-хидрогеоложките условия в тези низини от своя страна допринасят за наличието на съществени ресурси от подземни води, които гарантират както нормални условия на живот на населението, така и икономическо развитие на района. Във връзка с това гарантиралето на количеството и качеството на подземните води е от изключително важно значение. Цел на настоящата работа е да се систематизират основните фактори, които могат да наручат естественото състояние на подземните води, да се уточни върху кои от характеристиките им се осъществява това въздействие, както и кои хидрогеоложки характеристики имат пряко значение за проявата и силата на неблагоприятни въздействия, т.е. уязвимостта на подземните води. Обект на изследване са 6 от крайдунавските низини, които са включени в териториалния обхват на проекта Romanian – Bulgarian Cross-Border Joint Natural and Technological Hazards Assessment in the Danube Floodplain. The Calafat-Vidin – Turnu Măgurele-Nikopol sector.

КРАТКА ХАРАКТЕРИСТИКА НА КРАЙДУНАВСКИТЕ НИЗИНИ

Съгласно приетото хидрогеоложко райониране на България разглежданият район попада в Долнодунавската артезианска област и по-точно в Севернобългарския артезиански басейн (фиг.1). Този басейн обхваща западните и средните



Фиг. 1. Местоположение на разглежданите крайдунавски тераси според хидрографското райониране на България (райониране, прието от МОСВ по Йовчев, Алтовски, 1975)

части на Дунавската равнина и Предбалкана, както и известни територии от източните им части.

Пространственото разпространение на повечето от водоносните хоризонти, комплекси и водоупори е свързано с тектонската обстановка. Платформеният характер на Северна България като цяло е причина за етажно разположени една над друга хидрографски единици (Йовчев, Алтовски, ред., 1975; Антонов, Данчев, 1980). Водоносните скални комплекси имат широко и разпространение в хоризонтална посока и променящ се във вертикално отношение литологични състав и стратиграфски строеж. Характерна е хидродинамична, хидрохимична и хидрографтермична зоналност както във вертикална, така и в хоризонтална посока. В зоните на подхранване на водоносните хоризонти водите са пресни, с активен водообмен и ниска температура. Със затъването им в дълбочина температурата постепенно се увеличава, променят се химичният и газовият им състав. Конкретно в района на изследване основната тектонска структура, предопределяща положението на хидрографските единици, е Ломската грабеновидна депресия, която е наложена в западната част на Мизийската платформа (Атанасов, Богданов, Дачев, 1971). Ломската депресия е удължена в посока ЗСЗ-ИЮИ, разположена между Западния Предбалкан от юг и хорстовидни валообразни издигания от север и северозапад. Оста на депресията започва от гр. Димово, минава през Бяла Слатина и достига до с. Садовец. Дължината ѝ е 150 km, а широчината – около 70 km. Структурата е асиметрична, със стръмен ЮЗ склон и полегат СИ склон. В

строежа ѝ участват неозойски и горнокредни скали. Те имат разпространение само в границите на депресията. Отделят се в дълбочина от мезозойските водоносни хоризонти на Долнодунавската артезианска област от долнокреден водоупорен комплекс, наречен от И. в. Станев (1990) „долнокредна водоупорна плоча“, с дебелина, достигаща до около 1 km. Водоносните хоризонти и комплекси, формирани в най-младите скали, са разположени в централната част на депресията и покриват по-старите, като всички по-стари едновъзрастови скални комплекси са с по-широко площно разпространение в сравнение с лежащите над тях.

По-особено положение имат кватернерните водоносни хоризонти, които са наложени върху различни по възраст хидрологически единици. С най-съществено значение са подземните води, формирани в терасата на р. Дунав. Предвид относително високия български бряг терасата има прекъснат характер – останали са само фрагменти в стари меандри на реката. По-големите от тях образуват няколко т. нар. крайдунавски низини, които в хидрологическо отношение представляват самостоятелни тела с ненапорни подземни води, свързани с р. Дунав. Общо на територията на България са отделени 12 такива низини, като 6 от тях са обект на настоящото изследване (табл.1). За всички е характерен двуслоен строеж – долн хоризонт, изграден от пясъци и чакъли, и горен – от песъчливи глини. Долният хоризонт е много добър колектор за подземни води. Подхранването им се осъществява от валежи, страничен приток от съседни хоризонти и от р. Дунав при високи стоежи. Разтоварването е в р. Дунав и от водовземни съоръжения.

Таблица 1

*Хидрологически характеристики на разглежданите крайдунавски низини
(Антонов, Данчев, 1980; Benderev et al., 2013)*

№	Низина	Площ (km ²)	Дебелина (m)		Проводимост (m ² /d)	Ресурси на подземни води (dm ³ /s)	Обща минерализация (g/dm ³)
			горен слой	долен слой			
1	Видинска	201,8	4–20	1–17	500–2000	1125	0,4–0,9
2	Арчаро- Орсойска	48,9	2–12	4–25	60–3400	341	0,3–0,6
3	Цибърска	18,6	< 10	2–16	140–2600	117	< 1
4	Козлодуйска	39,3	4–8	4–8	150–2160	186	0,4–1,3
5	Островска	25,1	5–9	1,5–9	160–800	120	0,5–2,7
6	Карабоазка	221,9	4–12		500–2000	694	< 1

ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ВЪЗМОЖНИТЕ ОПАСНОСТИ ЗА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ

Промените на естественото състояние на подземните води имат два аспекта – количествен и качествен. Те могат да настъпят вследствие на въздействие на естествени и антропогенни фактори (W a r d, T r i m b l e, 2004).

A. Количествоен аспект – изразява се в промяна на показатели, характеризиращи изменение в естествените ресурси и обемите води в подземните водни тела, както в посока тяхното увеличаване, така и намаляване. Основните показатели, които ги характеризират, са промени в нивото на подземните води, дебити на извори, хидравлични градиенти.

- Естествени фактори:

- нарастване или намаляване стойностите на инфильтрационно подхранване от валежи вследствие на климатични промени;
- повишение или понижение на водни нива вследствие на различни стоежи на реките.

- Антропогенни фактори:

- експлоатация на подземни води;
- отводнителни и осушителни мероприятия;
- корекции на речни корита;
- застраяване;
- разораване и отнемане на почвен слой и др.

B. Качествен аспект – изразява се в изменение на състава на подземните води и неговите физико-химични характеристики. Обикновено оценката за наличие на такива промени се прави на основата на хидрохимични мониторингови наблюдения и сравняване на получените резултати с нормативни изисквания. При установяване на по-високи стойности от нормативните показатели се говори за замърсяване на подземните води. Нарушаването на качествените показатели най-често могат да бъдат предизвикани от пряко въздействие, но често изменението на количествата на подземните води води до промени в качествения състав.

- Естествени фактори:

- постъпване на води с различен състав от съседни водоносни хоризонти и повърхностни водоизточници;
- постъпване на вещества от водовместващите скали и почвения слой;
- концентриране или разреждане на водите вследствие на климатични промени.

- Антропогенни фактори:

- всички антропогенни дейности, водещи до промяна в количествата на подземните води. Необходимо е да се отбележи, че при определени условия повишената експлоатация на подземни води може да доведе до привличане на некондиционни води от съседни водоносни хоризонти и от зони със забавен водообмен в същите водоносни хоризонти;
- пряко постъпване на замърсители вследствие на човешка дейност. Видовете човешка дейност, типът и количеството на замърсителите, начинът на тяхното постъпване, териториалният обхват (площно или локално) могат да са изключително разнообразни.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛТАТИ

Предвид разнообразието на възможните въздействия и конкретните хидроложки условия, подходите за решаване на задачите за оценка на опасностите от въздействие върху подземните води, респективно тяхната уязвимост са многообразни и различни и често трябва да се подхожда комплексно (Б е л о у с о в а и др., 2006; D e l l e r, 1999; L a M o g e a u x et al., 2009; W a r d, T r i m b l e, 2004; и др.). Проблемите, свързани с изясняване уязвимостта на подземните води в България, са били обект на редица изследвания, като първите опити в това отношение са свързани с изготвяне на Карта на уязвимостта на подземните води в България по методика, публикувана от Р а й к о в а и др. (1978). По-късно оценка на уязвимостта на подземните води за различни райони на страната са извършвани от Б е н д е р е в и др. (1992), П е т р о в (2006), О г е h o v a et al. (2009) и др.

При настоящото изследване основно са приложени възможностите на ГИС в съчетание с подходите, използвани в динамиката на подземните води (Г ъ - лъ б о в, 1982) и хидрологичното моделиране. Прилагането на ГИС е от съществено значение при изготвяне на концептуалните модели и въвеждането на входната информация за тях. Методите на ГИС имат основна роля при оценка на ресурсите на подземните води (C h e r k a c e r, 2004), изготвянето на карти на източниците на замърсяване, както и за оценка на уязвимостта на водоносните хоризонти (D u c c i, 1999) . Най-добри резултати с използване на ГИС се получават при прилагането на различни методи за оценка на уязвимостта спрямо замърсяване, като най-популярният метод е DRASTIC (A l l e r et al., 1987). Системата DRASTIC представлява класификационна стандартизирана система за оценяване на потенциала за замърсяване (уязвимостта) на подземните води чрез схематизация на хидрологичките условия. Методът се отнася към т. нар. PCSM (point count system models), или методи, отчитащи тежестта на параметрите и тяхната значимост, добили съществено значение след нализане на ГИС.

Системата включва набиране на данни за хидрологичките условия в даден регион и прилагане на схема за класифициране на хидрологичките параметри. Основните естествени фактори, които са включени в системата DRASTIC и определят потенциала на замърсяване на подземните води, са следните: D – дълбочина до нивото на подземните води, R – подхранване на подземните води (модул на подземния отток); A – литологички строеж на водоносния хоризонт; S – почвен слой; T – топография (наклон на терена); I – въздействие на зоната на аерация; C – коефициент на филтрация на водоносния хоризонт. Това подреждане на факторите образува наименованието на метода DRASTIC. Отделните фактори представляват измерими параметри, всеки със своите тежест, интервали и класификации на интервалите. Оценяването на всяка област чрез системата DRASTIC включва не само даването на числов резултат, но и оконтуряването на съответните условия за потенциалния рисък от замърсяване на водите. Прилагането на метода DRASTIC е удобно при регионални оценки на уязвимостта спрямо замърсяване, когато се разглежда единна водоносна система. Някои от параметрите зависят и от типа на замърсителя. Важно условие за прилагането на метода е и наличието

на достатъчна и коректна пространствена информация за всеки един от посочените параметри.

В изследваните крайдунавски низини ролята на всеки от посочените параметри за прилагане на метода DRASTIC е различна и дава отражение за негативно въздействие на различни естествени и антропогенни фактори:

✓ D – дълбочина до нивото на подземните води – поради сравнително плиткото залягане на ненапорните води в крайдунавските тераси и лесното достигане на потенциален замърсител до тях това е един от най-важните фактори. При плитко водно ниво от съществено значение са и колебанията му под влияние на подхранването и промяната на нивото в р. Дунав. При такива случаи може дори да се достигне до заблатявания и наводняване от подземни води. Съществена опасност в границите на населените места е, че в зоните с плитки подземни водни нива вследствие на покачването им може да има негативни последици от излив на замърсители в попивните ями;

✓ R – подхранване на подземните води (модул на подземния отток) – поради относително еднородните геоложки, геоморфологички и хидрогеологички условия, както и еднаквите валежи, този показател не се различава съществено в границите на съответната крайдунавска тераса;

✓ A – литоложки строеж на водоносния хоризонт – за всички крайдунавски низини е характерен двуслоен строеж с долн чакълесто-песъчлив слой и горен глинесто-песъчлив с незначителни промени в хоризонтално отношение. Наличната информация не позволява отделянето на зони с различни процентни съотношения между отделните зърнометрични фракции в отделните крайдунавски низини;

✓ S – почвен слой – в обсега на крайдунавските низини са разпространени алувиални и алувиално-ливадни почви и ливадни черноземи (предимно песъчливи), които са сравнително пропускливи за преминаване на падналите валежи през тях. Данните за дебелината на почвения слой не са достатъчни за изготвяне на съответния ГИС слой;

✓ T – топография (наклон на терена) – релефът на крайдунавските низини е равнинен, с отделни стъпала, маркиращи различните тераси, като преминаването от една тераса в друга става бързо и не дава отражение за формиране на повърхностен отток. Във връзка с това цялата площ на всяка крайдунавска низина може да се приеме за равнинна, с благоприятни условия за инфильтрация на падналите валежи;

✓ I – въздействие на зоната на аерация. Този показател е тясно свързан в количествено отношение с D (дълбината до нивото на подземните води). В повечето случаи положението на водното ниво е в горния песъчливо-глинест хоризонт, който има повсеместно разпространение и по наличните досега данни може да се приеме за сравнително еднороден;

✓ C – коефициент на филтрация на водоносния хоризонт – това е важен параметър, имащ отношение за хоризонталната миграция на замърсители във водните тела, както и по отношение реакцията на водоносния хоризонт спрямо постъпване или експлоатация на води в него. Данните за този параметър са неравномерно разпределени в пространството. Повече информация има за долния чакълесто-песъчлив пласт.

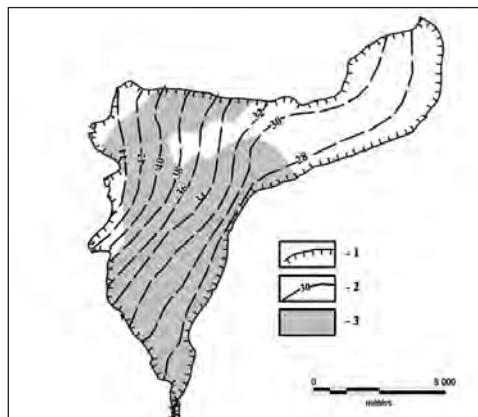
Направеният анализ показва, че поради относително малката площ на разпространение на водните тела в алувialните наслаги на р. Дунав, както и поради недостатъчната информация или несъществените промени в пространственото изменение на някои параметри, има смисъл за обработка в ГИС да се включват само данните за дълбочина на водното ниво и за изменение на коефициента на филтрация. Имайки предвид целта на изследване за обща оценка на опасностите (не само замърсяване с конкретни замърсители) върху подземните води, според нас е по-подходящо анализът на тези компоненти да се даде поотделно в съответни карти:

- карта на дълбочина на водното ниво, в която да са локализирани зони с положение на водно ниво по-малко от 2 m, в които опасността от външни въздействия е по-висока – замърсяване, капилярно покачване на водно ниво, водещо до засоляване на почвите, временни и постоянни заблатявания и наводнения вследствие покачване на нивото на подземните води, влияние от техногенни мероприятия, свързани с изграждане на строителни изкопи и отводнителни мероприятия;

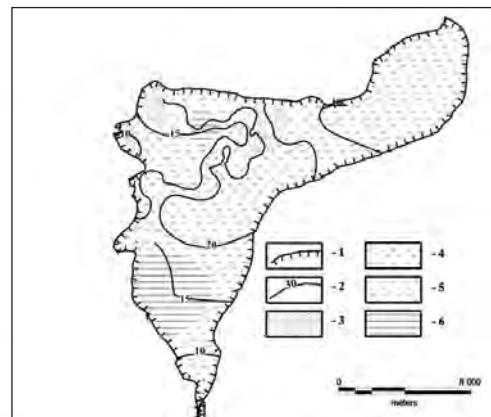
- карта на зони с различни филтрационни свойства на съответния водоносен хоризонт, в която да се отделят участъци с коефициент на филтрация: $<50 \text{ m/d}$; $50\text{--}100 \text{ m/d}$; $100\text{--}150 \text{ m/d}$; $>150 \text{ m/d}$. В зоните с най-високи стойности на коефициента на филтрация има условия, от една страна, за по-бърза хоризонтална миграция на замърсители в среда с по-ниска сорбционна способност, а от друга – за по-бързо разреждане на концентрациите и изнасянето им.

Успоредно с това според нас за оценка на възможни опасности, въздействащи върху подземните води, се извършва ГИС анализ и на други показатели, за които има необходимата информация и които не са включени в метода DRASTIC. Една важна характеристика на водоносните хоризонти, имаща значение за оценки както в количествен аспект, така и по отношение на миграция на замърсители във водоносните хоризонти, е посоката на движение на подземните води. За целта са съставени хидродинамични карти по данни за измервания на абсолютните коти на водни нива в един кратък период (през 1980 г.), когато в крайдунавските низини са прокарани голям брой сондажи и едновременно в тях е измерено положението на подземните води. Друга карта, която се съставя, е според дебелината на водонаситената зона на водните тела. Тя е построена на основата на два ГИС слоя – положение на водното ниво и долната част на водоносния хоризонт. Тя е от значение за определяне капацитивните възможности на водните тела, имащи въздействие върху разреждането на попаднали замърсители и възможностите за експлоатация на подземните води.

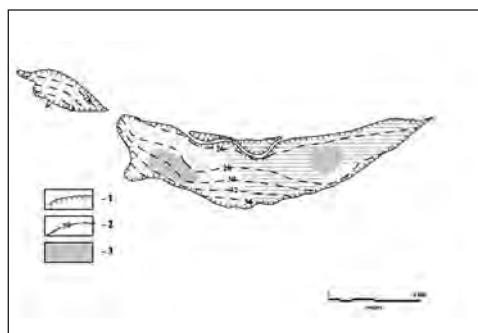
Предлаганият подход първоначално е приложен за Видинската низина (Benderev et al., 2013), а сега и за останалите разглеждани низини (фиг. 2–13).



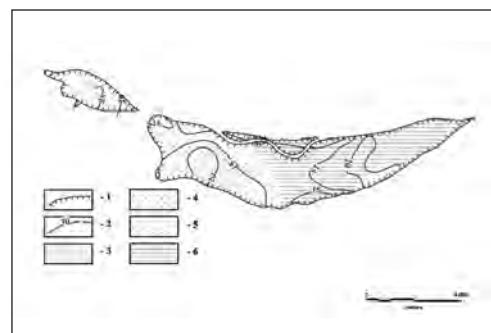
Фиг. 2. Положение на нивото на подземните води във Видинската низина: 1. Граница на низината; 2. Хидродинамична карта; 3. Зони с плитко разположено ниво под повърхността (<2 м)



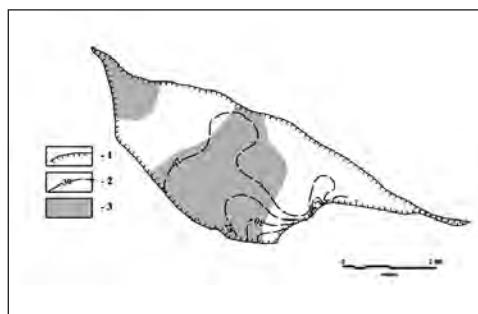
Фиг. 3. Характеристика на водонаситената зона във Видинската низина: 1. Граница на низината; 2. Дебелина на водонаситената зона (в м); 3–6. Зони с различни стойности на коефициента на филтрация: 3. <50 м/d; 4. $50\div100$ м/d; 5. $100\div150$ м/d; 6. >150 м/d



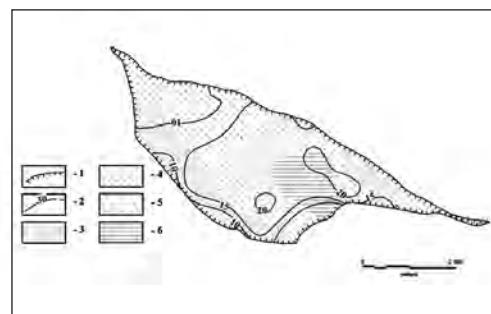
Фиг. 4. Положение на нивото на подземните води в Арчарската низина¹



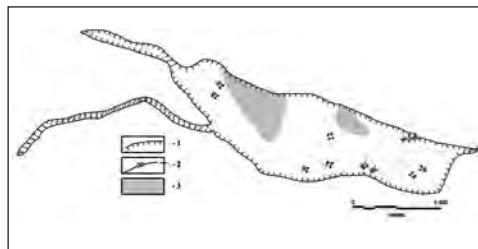
Фиг. 5. Характеристика на водонаситената зона в Арчарската низина²



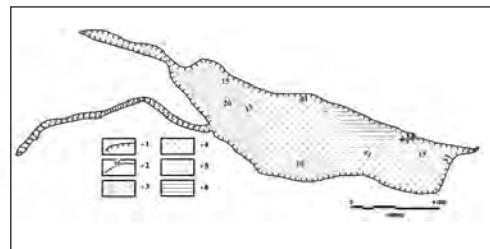
Фиг. 6. Положение на нивото на подземните води в Цибърската низина¹



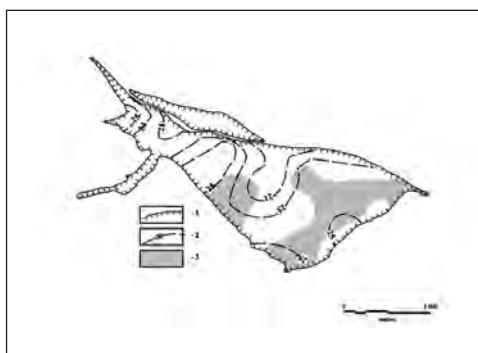
Фиг. 7. Характеристика на водонаситената зона в Цибърската низина²



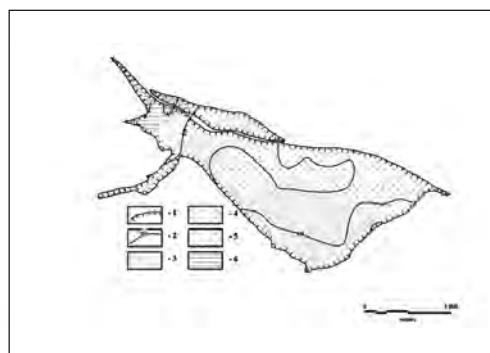
Фиг. 8. Положение на нивото на подземните
води в Козлодуйската низина¹



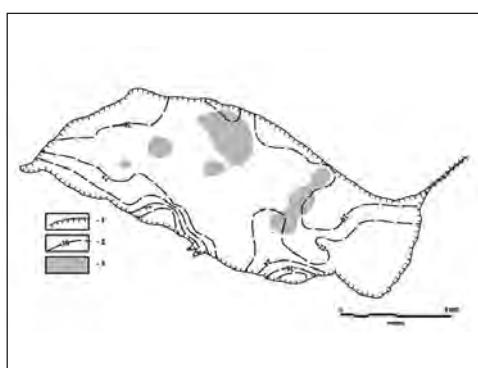
Фиг. 9. Характеристика на водонаситената
зона в Козлодуйската низина²



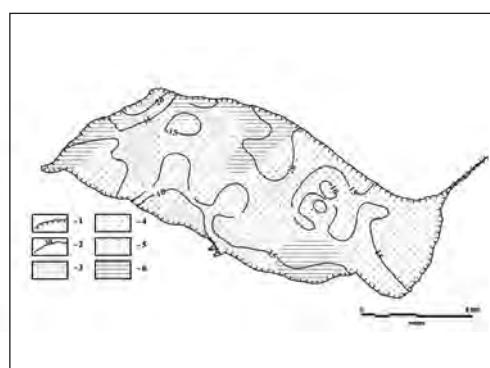
Фиг. 10. Положение на нивото на подземните
води в Островската низина¹



Фиг.11.Характеристика на водонаситената
зона в Островската низина²



Фиг. 12. Положение на нивото на подземните
води в Карабоазката низина¹



Фиг. 13. Характеристика на водонаситената
зона в Карабоазката низина²

1 виж легендата от фиг. 2

2 виж легендата от фиг. 3

ДИСКУСИЯ

Както бе отбелоязано, картите са изгответи по данни от проведени масови сондирания, филтрационни изследвания, проведени през 1980 г., като и измервания на водно ниво в един кратък период, при който не е имало промени в хидродинамичните условия (ниво на р. Дунав и притоците и валежно подхранване). Предвид на това, че положението на нивото на подземните води се изменя във времето, изгответите карти, с изключение на тези, съставени по коефициент на филтрация, дават генералните тенденции в изменението на използванието параметри. Оценката на достоверността на получените карти може да се направи след анализ на диапазона на изменение на нивото на подземните води. В крайдунавските низини има изградена мониторингова мрежа на Националния институт по метеорология и хидрология и Басейнова дирекция Дунавски район за количества и качества на подземни води (табл. 2).

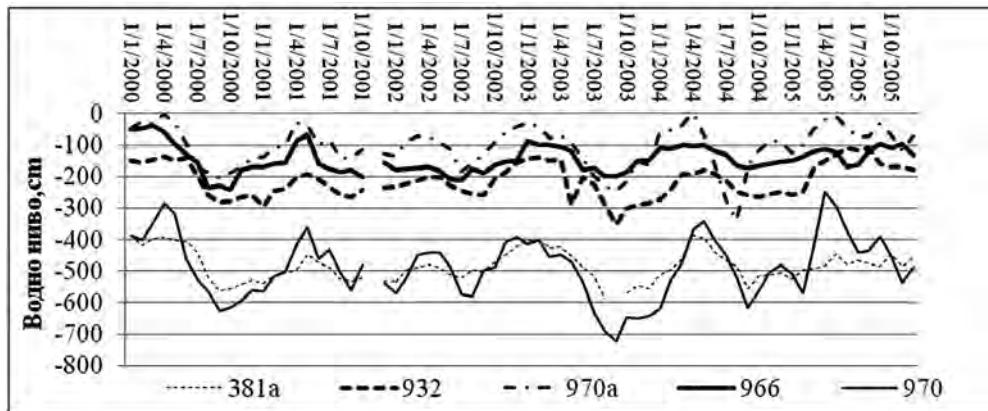
Таблица 2

Мониторингови пунктове за наблюдение на нивото на подземните води с налична публикувана (Project JICA, 2008) и предоставена ни информация от Басейнова дирекция Дунавски район за 2011 г.

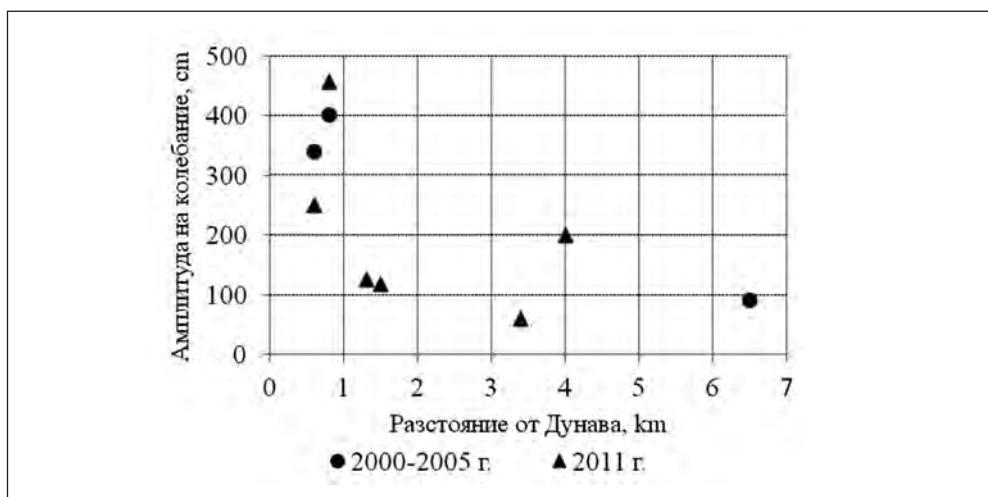
№ пункт	Населено място	Низина	Период на наблюдение	Разстояние до р. Дунав (km)
324в	Слана бара	Видинска	2005–2012 г.	3,4
381а	Дунавци	Видинска	1960–2012 г.	1,3
932	Добри дол	Арчар-Орсойска	1977–2012 г.	1,5
970а	Козлодуй	Козлодуйска	1992–2012 г.	0,6
943б	Остров	Островска	2007–2012 г.	4
970	Загражден	Карабоазка	1980–2012 г.	0,8
966	Брест	Карабоазка	1980–2012 г.	6,5

Анализът на режимните наблюдения показва, че нивата на подземните води се колебаят съществено (фиг. 14), като амплитудата на тяхното изменение зависи до голяма степен от отстоянието на съответния мониторингов пункт от р. Дунав (фиг. 15).

Причината за значително по-високите стойности на колебанията на нивата на подземните води в близост до р. Дунав са свързани с подпора им от реката. Установяват се две зони. В първата амплитудата на колебание е между 2 и 5 m. Тази зона е в непосредствена близост до реката (до 1 km), където колебанията на нивото на подземните води са пряко свързани с водните ѝ стоежи. Вследствие на това в релефните понижения на тази зона често се случва изключително плитко разположение на нивата на подземните води, както и образуване на



Фиг. 14. Колебания на водните нива в мониторингови пунктове в периода 2000–2005 г.
(по данни на JICA, 2008)



Фиг. 15. Амплитуда на колебания на нивата на подземните води в зависимост
от отстоянието им от р. Дунав през различни периоди.

заблатявания и временни водни площи. Тази зона би трябвало да бъде изключена от изгответните хидродинамични карти на дълбочината и дебелината на водоносните хоризонти, защото тези показатели са силно променливи. Посоката на движение на подземните води се променя периодично в зависимост от това дали р. Дунав подхранва или дренира подземните води в тази зона. В останалата част на низините амплитудата на колебанието на нивото на подземните води е по-малко – най-често около 1 м и по същество не променя тенденцията на промяна на използвани показатели и получените карти могат да бъдат използвани за по-нататъшни анализи и оценки на опасностите за промяната на количествата и качествата на водите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направеният анализ на възможните опасности от естествени и антропогенни въздействия върху подземните води показва, че в крайдунавските низини има условия за неблагоприятни промени в количествено и качествено отношение. Това въздействие до голяма степен зависи от тяхната уязвимост, определяща се от хидрологическите особености на водоносните хоризонти. Първостепенно значение имат посоката и скоростта на движение на подземните води, дебелината на водонаситената част, дълбочината на нивото на подземните води под повърхността, филтрационните параметри. Следващи стъпки са свързани с наслагване в ГИС на получените карти, с различни слоеве с потенциални и активни източници на замърсяване и съоръжения, разкриващи и експлоатиращи подземни води. Независимо че част от посочените характеристики се променят във времето, изготвените ГИС слоеве и карти са приложими за териториите на крайдунавските низини, с изключение на ивица в близост до реката, където динамиката на промяна на нивото на подземните води и посоката на движение е силно променлива в зависимост от стоежите на р.Дунав.

Благодарности

Авторите благодарят на Басейнова дирекция Дунавски район за предоставените данни от проведените от тях мониторингови наблюдения за качествения състав на подземните води.

ЛИТЕРАТУРА

- Антонов, Хр., Д. Данчев. 1980. Подземни води в НРБ. С., „Техника“, 360.
- Антонов, Хр., Бл. Райкова. 1972. Опит за типизиране на пресните подземни води в България по степен на уязвимост от замърсяване. – Хидрология и метеорология, 6.
- Атанасов, А., С. Богданов, Х. Дачев. 1971. Мизийска плоча. – В: Тектонски строеж на България. С., ДИ „Техника“, 138–203.
- Бендерев, А., С. Веселинов, С. Бресковски, П. Стефанов, М. Паскалев. 1992. Качествена характеристика и условия на защитеност на пресните подземни води в района на селата Беглеж, Петърница, Горталово. – Минно дело и геология, 6, 20–271.
- Белоусова, А., И. Гавич, А. Лисенков, Е. Попов. 2006. Экологическая гидро-геология. Москва, Академкнига, 400 с.
- Гъльбов, М. 1982. Динамика на подземните води. С., „Техника“, 378.
- Йовчев, Й., М. Алтоски (ред). 1975. Обяснителна записка към хидрологическата карта на НР България в M 1:200 000. Национален Геофонд, МИЕТ.
- Петров, В. 2006. Хидрологическа характеристика на плиоценския водоносен комплекс на територията на Софийската котловина. Автореферат на дисертация, 37 с.
- Райкова, Бл., Е. Стева, К. Спасов. 1978. Някои методични основи при съставянето на картата за уязвимостта на пресните подземни води в НРБ към замърсяване. – Хидрология и метеорология, 6, 12–20.
- Станев, Ив. 1990. Дълбочинна хидрологическа подялба (райониране) на България. Хабилитационен труд за ст.н.с. I ст., НИПИ – КГ.

- Aller, L., T. Bennett, J. H. Lehr, R.J. Petty, G. Hacket. 1987. DRASTIC: a standartized system for evaluation ground water pollution potential using hdrogeological settings. EPA-600/2-87-035, EPA, Washington, DC.
- Benderev, A., M. Krastanov, N. Dobrev. 2013. Status and problems of the use of groundwater for drinking Danube lowlands purposes (the example of the Vidin Lowland). – In: Procc. 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2013, vol.II, Hydrogeology, Engineering Geology and Geotechnics. 279–286.
- Cherkauer, D. 2004. Quantifying Ground Water Recharge at Multiple Scales Using PRMS and GIS Groundwater. Vol. 42, Issue 1, p 97–110.
- Deel eur, J. (ed.). 1999. The Handbook of Groundwater Engineering. CRC Press LLC, 969 p.
- Ducci, D. 1999. GIS Techniques for Mapping Groundwater Contamination Risk. – Natural Hazards November 1999, Vol. 20, Issue 2–3, pp 279–294
- La Moreaux, F., J. La Moreaux, M. Soliman, B. Memon, F. Assaad. 2009. Environmental Hydrogeology, CRC Press LLC, 373 p.
- Orehova, T., P. Gerginov, O. Karimova. 2009. Groundwater vulnerability map for the Ogosta River Basin, northwestern Bulgaria. – GEOLOGICA BALCANICA, 37. 3–4, 38. 1–3, 59–67.
- Ward, A., S. Trimble. 2004. Environmental Hydrology. Lewis Publishers, 462 pp.
- Project “The Study on Integrated Water Management in the Republic of Bulgaria” 2006–2008. Japan International Cooperation Agency (JICA)

Геологически институт при БАН

ASSESSMENT OF THE MAIN FACTORS WHICH INFLUENCE THE VULNERABILITY OF GROUNDWATER IN THE DANUBIAN LOWLANDS

Al. Benderev, M. Krastanov, B. Berov

(Summary)

Groundwaters in the Danube lowlands are the object of investigation. These lowlands are fragments of terraces of the Danube River, which form independent water bodies with shallow situated groundwater. An analysis has been made of the main indicators that are essential to determine groundwater vulnerability on the basis of possible natural and anthropogenic hazards impact over the groundwater quantity and quality. Maps have been prepared in GIS environment of the most important indicators with attention on the influence of the Danube River on the obtained results. The direction and speed of movement of the groundwaters, thickness of the water saturated part, the depth of the groundwater level beneath the surface and filtration parameters are whit primary importance. Although some of these characteristics are changeable over time, prepared GIS layers and maps are applicable to the territories of the Danube lowlands, with the exception of a strip near the river, where the dynamics of change in the level of groundwater and the direction of movement is highly variable depending on the level of position levels of the Danube River.

PLUVIAL HAZARDS ASSESSMENT IN THE DANUBE FLOOD- PLAIN. THE CALAFAT – TURNU MĂGURELE SECTOR

*Carmen-Sofia Dragotă, Ines Grigorescu, Monica Dumitrașcu,
Gheorghe Kucsicsa*

Keywords: pluvial hazards, pluvial aggressiveness, Danube Floodplain, Calafat – Turnu Măgurele Sector, ROBUHAZ-DUN project, Romania.

INTRODUCTION

The end of the twentieth and beginning of the twenty-first century is marked by enhanced pluvial contrasts within the temperate climate in which the study-area lies. In this context, shifts between prolonged droughts and excess rainfall could generate discontinuities in the multiannual range on larger surfaces that, by the general impact on the environment produce disturbing effects (Dragotă, 2005; Buiu et al., 2010). Flood wave triggered by heavy rainfall or snow melting generate sudden flood events, changes in riverbeds, damages, not least casualties. As a result, the excess of water can cause slope instability along with landslides or mudflows reactivation (Bălteanu, 1997), the shrinkage of agricultural productivity (Sandu et al., 2010), thus requesting in-depth studies on excess rainfall together with other associated extreme events: droughts, unusual snow cover, thermal anomalies, hailstorms, wind intensification etc.

By way of their characteristic parameters (intensity, duration, quantity), excess rainfall are dependent on altitude, relief, solar radiation, and on the role as a orographic barrier provided by the Carpathian Mountains in the north and pre-Balkan Plateau in the south. The highly active dynamics of the humid tropical air or of the polar-maritime air over Romania's territory, as well as the unequal heating of the terrestrial surface generates heavy rainfall during summer triggering flood waves.

When taking into consideration the Danube Floodplain area and the surrounding plain areas, the evolution of the meteorological factors, aside from topographic particularities of riverbeds and fundamental features of the water system, plays a decisive role in the occurrence of floods most often brought about by heavy rainfall. From the point of view of the synoptic situations, heavy rainfall within the area belongs to

certain types (Milea et al., 1976): *Type 1* – heavy rainfall determined by the Mediterranean cyclones; *Type 2* – heavy rainfall determined by the cyclones centred in the Pannonia Plain; *Type 3* – heavy rainfall inside the depression corridor formed by an Icelandic anti-cyclone and a cyclone from the eastern area of the Mediterranean Sea; *Type 4* – heavy rainfall brought about at the limits of an anti-cyclonic field; *Type 5* – heavy rainfall of a thermo-convective nature.

As a moment when heavy rainfall occur after being generated by such weather situations, a greater frequency during late spring and summer comes forwards due to the more frequent surging of warm and humid oceanic or Mediterranean air above the Romanian territory. During summer, the thermo-convective type 5 is prevalent.

Within the analyzed area, floods are determined by a certain quantity of water coming from precipitations which in the plain areas occur under the following conditions: in the case of dry soil, a quantity of water of 50 l/m² or more is required in a 24 hour period; in the case of humid or soaked soil, a quantity of water of 15–30 l/m² or more is required in a 24 hour period (Milea et al., 1976).

The increased erosive potential of high-quantity or high-intensity rainfalls generally cover the May-August interval also known as “critical erosion season” when the precipitation with a probability of occurrence greater than 50% derive from rain showers or heavy rainfall (Dragotă, 2006).

THE STUDY-AREA

The Romanian sector of the Danube Valley from Calafat town to Turnu Măgurele municipality is located in the south-western part of the Romanian Plain falling into the transitional temperate-continental climate with Mediterranean influences and mean temperatures of up to over 11 °C in its southernmost part and mean annual precipitation amounts of 500–600 mm (Sandu et al., 2008).

Considering that the main factor in assessing the vulnerability of a hazard-prone area is population, the study-area limit was extended beyond the floodplain natural limits to the administrative boundaries of towns and municipalities which are overlapping the Danube Floodplain area (Grigorescu et al., 2013).



Fig. 1. The Calafat – Turnu Măgurele Danube Floodplain sector

The Calafat – Turnu Măgurele Danube Floodplain sector includes 26 settlements (NUTS 5 level) covering an area of approximately 2 216 km² totalling 162,613 inhabitants (TEMPO online, 2010). A high employment share of the occupied persons in agriculture demonstrates the profound rural character of the Danube settlements and their high dependence to climate-related extreme events.

METHODS AND DATA

In order to assess the pluvial hazards in the study-area the main pluvial characteristics and the excess rainfall based on several indicators (maximum monthly precipitation amounts, maximum precipitation amounts fallen in short intervals) and indexes (Fournier, Fournier Modified and Angot pluvial aggressiveness) were used. Consequently, the pluvial climatic hazards were assessed using a GIS-based methodology aiming to provide both the spatial distribution of the analysed extreme weather phenomena and the resulted intensity classes for the analysed indexes and indicators. The above mentioned computation was based on annual and monthly climatic values for the 1961–2007 time frame, from four meteorological stations located in the area (Calafat, Bechet and Turnu Măgurele) as well as from Băileşti, considered as support station, located north of the study area, in the upper plain.

THE MAIN PLUVIAL CHARACTERISTICS OF THE DANUBE FLOODPLAIN: THE CALAFAT – TURNU MĂGURELE SECTOR

In the study-area, the yearly ***maximum monthly precipitation amounts*** are mainly registered over the June – August period. The highest monthly precipitation amounts were recorded, for all analysed weather stations, in August 2005. These quantities have exceeded up to six times the mean monthly amounts at Băileşti weather station. On a multiannual annual basis, once more the year 2005 detaches with the highest annual precipitation amounts of 850 mm against the mean multiannual value 558.7 mm at Băileşti weather station (Table 1).

Table 1

Monthly and yearly precipitation amounts (mm)

Weather station	Monthly amounts		Yearly amounts	
	Maximum	Multiannual mean	Maximum	Multiannual mean
Calafat	183.4/VIII.2005	39.2	809.5/2005	528.1
Bechet	195.0/VIII.2005	41.8	807.8/2005	518.1
Turnu Măgurele	185.6/VIII.2005	48.8	841.6/2005	527.8
Băileşti	257.4/VIII.2005	43.1	850.0/2005	558.7

The destructive aspects of torrential rainfall depend on the intensity, duration and on the water quantities, as well as on the main features of the active area: lithology, the presence/absence of the vegetal layer, declivity, the occurrence during the year (after long drought periods, when the soil is very dry and its cohesion is reduced and the rain's force of erosion is higher, but also after a period of heavy rainfall, or after snow meltowns when the soil is oversoaked). In such conditions, heavy rainfalls trigger geomorphological processes, affects crops, economic infrastructure (roads, bridges, railroads, networks of electrical energy transportation sewage systems and water/gas pipelines) and houses determining a negative impact on the environment.

The maximum precipitation amounts fallen in short intervals (24, 48 and 72 hours) is aleatory both at spatial and temporal scale, dependent on the genetic and environmental driving forces. Therefore, in accordance with their maxim variability range, heavy rainfall fall into the climate hazards category (Dragotă, 2005).

One has to mention the impact of the precipitation registered during short periods of time, of which those cumulated in 24 hours play a very important role. These amounts of rainfall that fall during the warm semester of the year, genetically juxtaposed to thermo convective and frontal processes subscribe themselves to the Azores circulation of air which prevails, and reach the highest values in the whole year. The months during which the most abundant day precipitations are registered, are June, July and August, followed by the autumn months, and then by spring months (especially May). From the perspective of quantity, they exceed the mean values and quantities of the entire month, and in some cases they grow near to the annual mean. In the study-area, among the most representative for the entire period of observation (1875...2007) sum up to 348.9 mm in 1925 at Ciuperceni (Table 2).

Table 2

Absolute maximum quantities of precipitations/24 hours (1875...2007)

Meteorological station	Maximum amount of precipitations/24 h (mm)	Date of occurrence
Calafat	194.0	4.06.1940
Celei	140.5	12.07.1999
Ciuperceni	348.9	26.06.1925

Source: Dragotă, 2006

Over the 1961–2007 interval, the maximum precipitation amounts fallen in 24 hours in the study-area have varied, between 132.4/5.07.1970 at Turnu Măgurele weather station and 83.8/3.07.1979 at Băileşti weather station, not exceeding the quantities fallen during the previous observation period.

The same weather stations have also recorded the second rank values of 107.3/07.1999 and 62.4/07.1995 respectively. Concerning the mean multiannual quantities fallen in 24 hours, the variability degree ranges between 40.4 mm and 43.0 mm against the positive deviations of the highest maximum values displaying

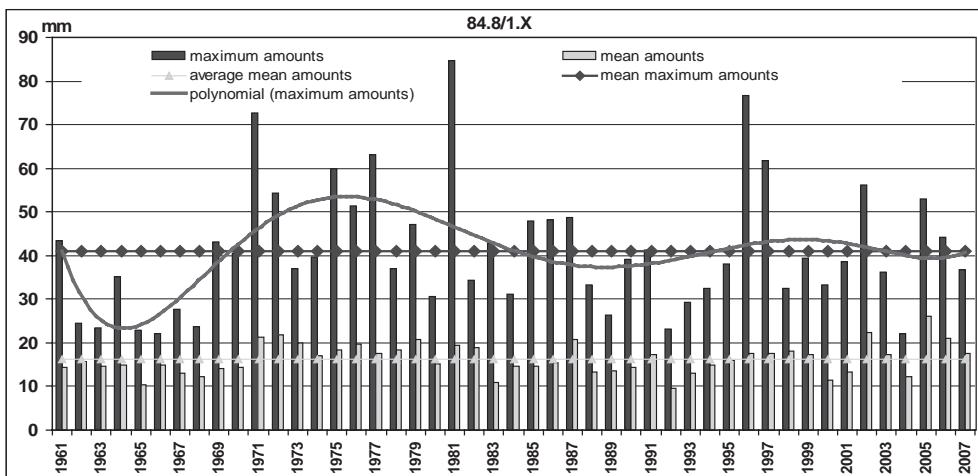


Fig. 2. Maximum precipitation amounts/24 hours and their mean values at Calafat weather station

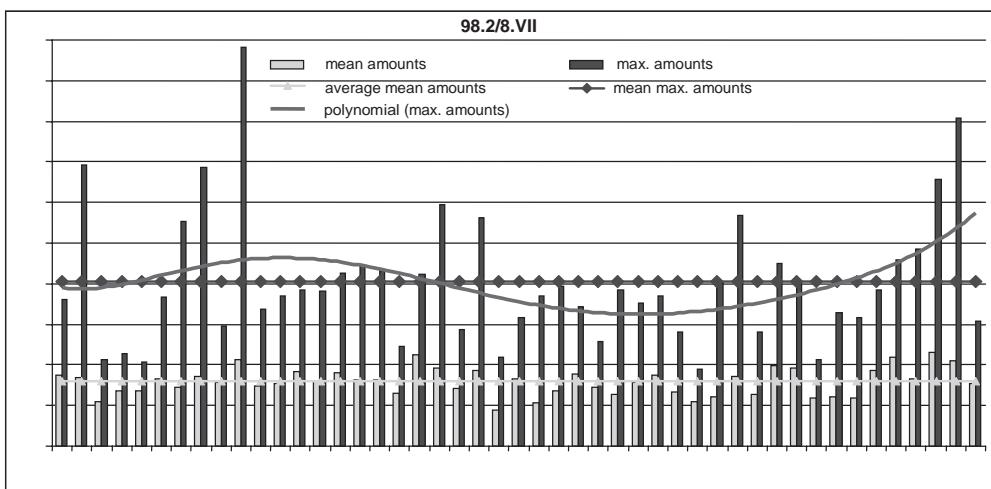


Fig. 3. Maximum precipitation amounts/24 hours and their mean values at Bechet weather station

differences of 89.4 mm at Turnu Măgurele weather station and 42.5 mm la Băilești weather station.

In order to highlight the variability range of these exceptional values, the authors carried out the investigation against the multiannual mean which revealed values shifting from 15.9 mm at Bechet weather station to 16.6 mm at Băilești weather station. The lowest mean multiannual maximum values/24 hours are recorded at Băilești and Bechet (7.9 mm) and at Turnu Măgurele (8.9 mm), and the highest ranging between 23.1 mm at Bechet and 26 mm at Calafat (Fig 2-5).

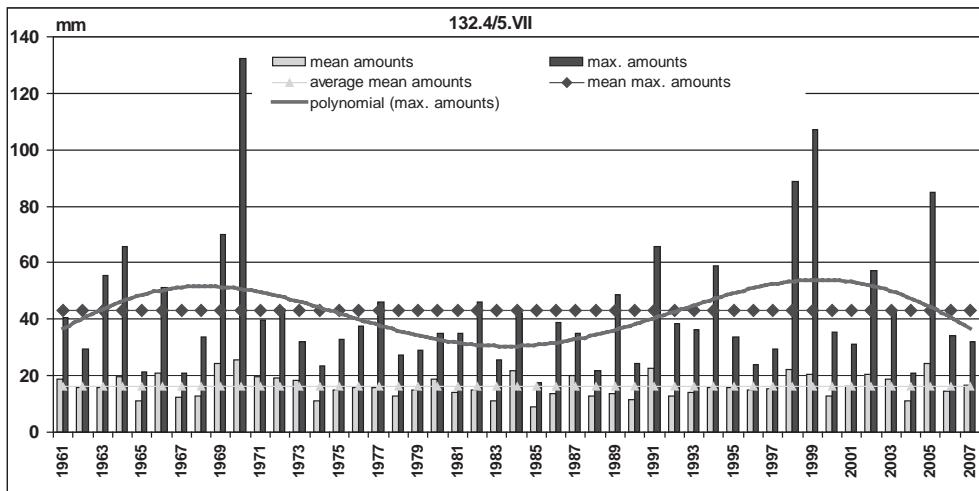


Fig. 4. Maximum precipitation amounts/24 hours and their mean values at Turnu Măgurele weather station

The evolution trend of the analyzed 47 years range shows a slight rise at Calafat and Turnu Măgurele weather stations with about 1–2 mm/interval, a little more increased at Băileşti (4 mm) and balanced at Bechet.

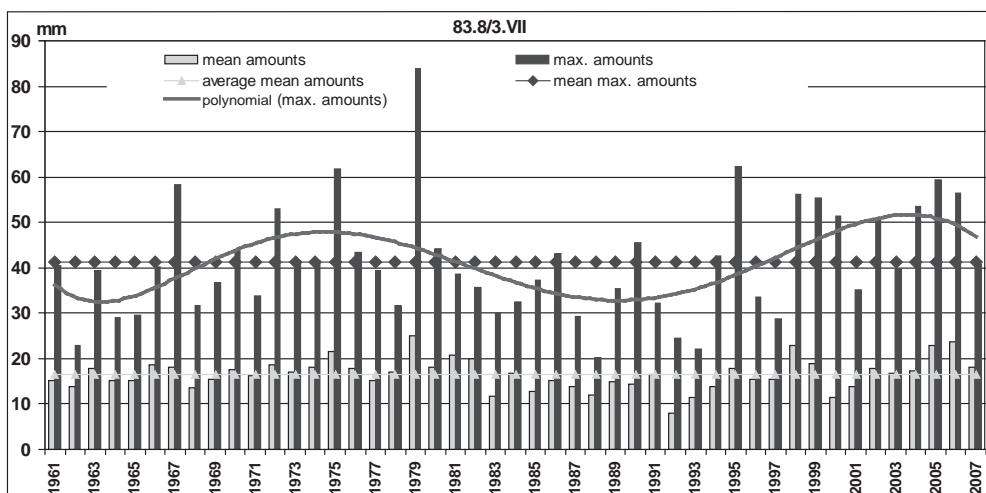


Fig. 5. Maximum precipitation amounts/24 hours and their mean values at Băileşti weather station

The polynomial trend lines indicate two periods with excess maximum values for all the analyzed weather stations: 1963–1981 and 1991–2005. Referring to the moment of occurrence throughout the year, generally, the maximum precipitation quantities of precipitation/24 hours cover the July–September interval (Fig. 2–5).

EXCESS RAINFALL CHARACTERISTICS OF THE DANUBE FLOODPLAIN: THE CALAFAT – TURNU MĂGURELE SECTOR

The excess rainfall, on a large extent, originates from the rainfall showers and the heavy rainfall mainly fallen in short temporal periods (minutes) in favourable synoptic conditions.

The **rain showers** stand for the key parameter in the assessment of rainfall intensities and their destructive effects. Since they represent short-term precipitation with sudden beginning/ending, they support rapid shifts in intensity, thus totaling significant amounts of water. Throughout the year, the maximum frequency of the rainfall showers can be recorded during the April/September interval with over 12 cases/month, thus overlapping the active vegetation period. The maximum number of cases with such extreme weather phenomenon reaches between 15 cases at Băileşti and 18 cases at Turnu Măgurele weather stations.

Over the same interval, the mean monthly frequency varies between 4–5 cases at Băileşti weather station rising up to 8–10 cases at Turnu Măgurele (Fig. 6).

Decennial, one can notice a significant increase in the annual mean frequency of cases with rain showers. Thus, if the average of the 1961–1970 decade was of 32.7 cases at all analyzed weather stations, after the year 2001 it raised up to 60 cases. The most cases with rain showers were recorded in the eastern sectors of the study-area at all temporal scales (Fig. 7).

The environmental vulnerability to this climatic hazard takes into consideration especially the **pluvial intensity**, which, in the south and the centre of the area under discussion becomes one of the highest. It is worthy of mentioning the special role of meteorological phenomena associated with heavy rainfall (strong winds, hailstorms, floods etc.), which usually complete the aspects that make up the climatic hazard in the warm semester of the year.

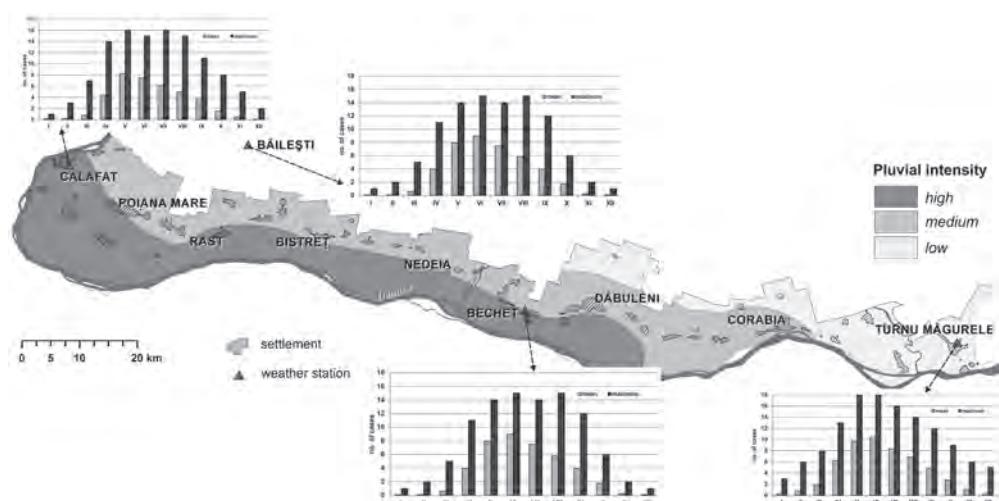


Fig. 6. Pluvial intensity and mean/maximum number of cases with rain showers in the Calafat – Turnu Măgurele Danube Floodplain

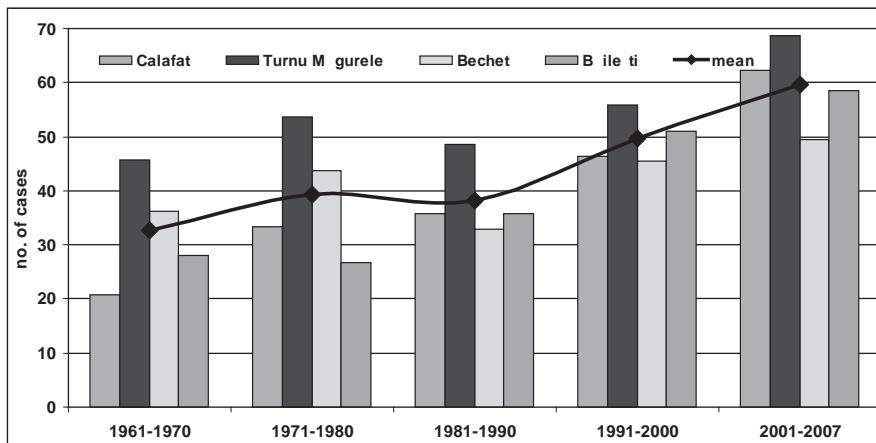


Fig. 7. The decennial variation of the rain showers frequencies in the Calafat – Turnu Măgurele Danube Floodplain

One sector where heavy rainfall on the Romanian territory are registered is that of the sand dunes at Ciupereni – Desa – Calafat, where the underlying sand surface is rapidly heated and the frequency of unstable moist and tropical air is very high. In such situations, in plain areas, rainfall of a torrential character has mean intensities of over 4 mm/min or even higher. The greatest pluvial intensities determined during torrential rain have been registered at (Table 3):

Table 3
Maximum quantity of heavy rainfall in the Romanian side of the Danube floodplain

Meteorological station	Date of occurrence	Intensity (mm/min)	Duration (minutes)	Total quantity of water (mm)
Ciupercenii Vechi	28.06.1945	6.15	2	12.3
Calafat	29.07.1963	2.20	29	63.8
Bechet	20.08.1975	9.00	1	9.0

Processed after Dragotă, 2006; Marinica, 2006

In terms of maximum pluvial intensities, within the study-area, the Calafat-Bechet perimeter registers the highest pluvial intensities values (over 6.0 mm/min) triggering flood events and associated geomorphological processes. The lowest values are recorded in the eastern parts (the Turnu Magurele area) with the largest extent in the Romanian side of the analysed territory (less than 5.0 mm/min).

The pluvial aggressiveness. Among the main components of the pluvial regime, the analysed rainfall parameters (rain showers and pluvial intensities) have the strongest impact on the environment, thus being taken into consideration for the assessment of some specific erodibility indexes.

In the current paper, the authors used Fournier FI (1960) and Fournier Modified MFI indexes (Fournier, 1960; Arnolds, 1980) for the assessment of surface erosion and Angot index for linear and slope erosion.

Fournier (FI) and Fournier Modified (MFI) indexes take into consideration the following variables:

$$FI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_{\max i}^2}{P_i}}{n}, \quad MFI = \frac{\sum_{i=1}^{12} p_i^2}{P}, \text{ where:}$$

$p_{\max i}$ – is the amount of water in the rainiest month of the year (mm);
 P_i – represents the annual precipitation amounts (mm);
 n – is the number of years of the observation period.

Table 4

Pluvial aggressiveness classes (FI and MFI)

Pluvial erodibility classes (FI)	FI (mm)	Pluvial erodibility classes (MFI)	MFI (mm)
Very low	0–20	Very low	0–60
Low	21–40	Low	61–90
Moderate	41–60	Moderate	91–120
Severe	61–80	Severe	121–160
Very severe	81–100	Very severe	>160
Extremely severe	>100		

For the analysed weather stations, over the 1961–2007 period, the pluvial aggressiveness index registers lower values taking into consideration the plain and floodplain relief the study-area is framing into where the years with *very low* and *low aggressiveness* prevail.

However, one can notice, singular years when the severe aggressiveness domain (60–80) is highlighted by the years 1985 at Calafat and Băileşti weather stations and 2005 at Băileşti (Fig. 8 – appendix).

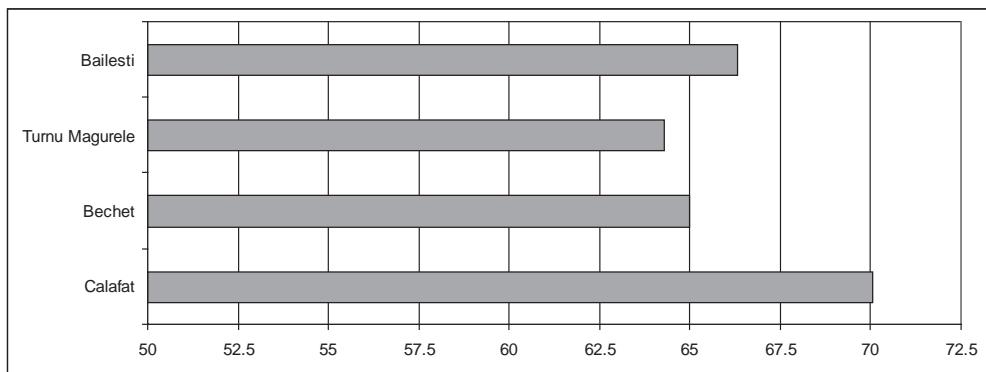


Fig. 10. The representation of the mean multiannual values of the MFI pluvial erodibility index in the Calafat – Turnu Măgurele Danube Floodplain

The spatial distribution of the annual values on aggressiveness classes points to the prevailing of low and very low index values at all weather stations. Additionally, Calafat and Turnu Măgurele weather stations also display moderate and high pluvial erodibility values (Fig. 9 – appendix).

The Modified Fournier Index (MFI) comes to complete the information on pluvial aggressiveness on monthly multiannual basis. Therefore, according to the established pluvial aggressiveness classes, the mean multiannual values reveal a prevalence of the first two classes: low and very low (Fig. 10).

The susceptibility of the analysed Danube floodplain sector to erosion processes was also estimated using Angot Pluvial Index (K). The unleashing of these erosion processes has as key triggering factor either heavy precipitation fallen on long periods or their high intensity, both favouring torrential processes and flood events. Angot Pluvial Index (K) was computed according to the formula below (Dragotă et al., 2008):

$$K = p/P \quad (1)$$

where:

$$p = q/n \quad (2)$$

q – monthly precipitation amounts; n – number of days/months;

$$P = Q/365 \quad (3)$$

Q – multiannual precipitation amounts.

The used database covers the warm semester of the year when positive Angot index values are calculated (Table 5).

Table 5

Susceptibility classes liable to reactivating landslides and triggering floods based on Angot Pluvial Index values

Susceptibility class	Very low	Low	Medium	High	Very high
Angot Index values	< 1.0	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	> 2.5

The most favourable conditions for the occurrence of erosion processes, from pluvial point of view, are reached within the April-September interval, when the highest rainfall amounts are also recorded (Fig. 11 – appendix).

One can notice two extremely pluvial annual periods: 1963–1984 and 1991–2007 with a particular rainfall input during the warm semester months. These two intervals also largely correlate to the polynomial trendline of the maximum precipitation amounts/24 hours analyzed before (Fig. 2–5). There can be easily detached the following excessively wet years 1972 and 2005 with maximum values for the Angot Pluvial Index.

CONCLUSIONS

The current study reveals that the Calafat – Turnu Măgurele Danube Floodplain sector displays a moderate to excessive pluvial regime. *The excess rainfall is inferred by the rain showers and the high values of the pluvial intensities which are comparable with the highest values registered in Romania (over 6 mm/min), which given the main pluvial characteristic of the study area.*

The pluvial aggressiveness is defined by the precipitation amounts considered for the computation of the selected indexes (Fournier, Fournier Modified and Angot), but due to relief configuration, reduced declivity and soil types which allow water percolation, in the study-area moderate, low and very low susceptibility classes prevail. Consequently, the relief particularities and the interaction with the general atmospheric circulation in the Calafat – Turnu Măgurele Danube Floodplain sector is greatly contributing to the spatial pattern of rainfall's erodability potential in terms of intensity, frequency and spatial distribution of the triggered erosion processes.

REFERENCES

- Arnold, H. M. J. (1980) An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. – In: Assessment of Erosion (ed. by M. De Boodt and D. Gabriels. 127–133, Wiley, Chichester, UK, pp. 127–132.
- Bălteanu, D. (1997) Geomorphological hazards of Romania. – In: Embleton C, Embleton-Hamann Ch (eds) Geomorphological hazards of Europe. Elsevier, Amsterdam, pp 409–427.
- Bogdan, O., I. Marinică. (2007) Meteo-climatic hazards in the temperate zone. Genetic factors and vulnerability with applications in Romania. Lucian Blaga Printing Hose, Sibiu (in Romanian).
- Busuioc, A., M. Caian, S. Cheval, R. Bojaru, C. Boroneanț, M. Baciu, Al. Dumitrescu. 2010. *Variabilitatea și schimbarea climei în România*, Editura PRO Universitară, București, 226 p.
- Dragotă, C.-S. 2006. Excess precipitation in Romanian. The Publishing House of the Romanian Academy, Bucharest (in Romanian).
- Dragotă C., M. Micu, D. Micu. 2008. The relevance of pluvial regime for landslides genesis and evolution. Case-study: Muscel basin (Buzău Subcarpathians), Romania. – Present Environment and Sustainable Development, nr. 2, Iași.
- Dumitrașcu, M. 2006. Landscape changes in the Oltenia Plain. The Publishing House of the Romanian Academy, Bucharest (in Romanian).
- Dumitrașcu, M., S. Cheval, M. Baciu, T. Breaza. 2002. GIS-Based Analysis of the Monthly Temperatures and Precipitation in the Oltenia Plain (Romania). – Forum Geografic, 1, Craiova, pag. 107–115.
- Fournier, F. 1960. Climate et erosion, la relation entre erosion du sol par l'eau de précipitation atmosphérique. Presses Universitaires de France, Paris.
- Grigorescu, I., C. Dragotă, G. Kucsicsa, M. Nikolova. 2013. Joint assessment of climate hazards in the Danube Floodplain: the Calafat-Vidin – Turnu Măgurele-Nikopol sector. A preliminary approach, The 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 16–22 iunie, 2013, Albena, Bulgaria, Energy and Clean Technologies Conference Proceedings. Section Air Pollution and Climate Change, 689–695.
- Marinică, I. 2006. Risk climatic phenomena in Oltenia. Autograf MJM, Printing House Craiova (in Romanian).
- Milea, E. et al. 1976. The meteorological study of the high waters of November 4–12 1972 in southern Romania. The Book of the National Hydrological Institute (in Romanian).
- Sandu, I., E. Mateescu, V. Vătămanu. 2010. Climate change in Romania and the effects on agriculture. SITECH Printing House, Craiova (in Romanian).
- Sandu, I., V. Pescaru, I. Poiană, A. Geicu, I. Cândea, D. Țăștea (eds.) 2008. The Climate of Romania. The Romanian Academy Publishing House, Bucharest 365 p (in Romanian).
- x x x TEMPO online, (2010) (<https://statistici.insse.ro/shop/>)

ОЦЕНКА НА РИСКА ОТ ОБИЛНИ ВАЛЕЖИ В ЗАЛИВНАТА ТЕРАСА НА РЕКА ДУНАВ В УЧАСТЬКА МЕЖДУ КАЛАФАТ И ТУРНУ МЪГУРЕЛЕ

К.-С. Драгома, И. Григореску, М. Димитрашку, Г. Кучица

(Р е з ю м е)

Статията има за цел да представи подход за оценка на риска от обилни валежи в румънския участък на заливната тераса на р. Дунав, разработен в рамките на проект „Интегрирана оценка на природния и технологичния риск в заливната тераса на р. Дунав в румънско-българския трансгранични участък Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол“ (ROBUHAZ-DUN) по Европейската програма за трансгранично сътрудничество между Румъния и България. Авторите правят оценка на честотата и интензитета на риска от обилни валежи на базата на събиране и хомогенизиране на информация и изчисляване на средни и максимални месечни и годишни стойности на климатичните показатели (максимални валежни количества за период от 24 часа, интензивност на валежите и т.н.), както и на други индикатори, свързани с проливните валежи (Fournier, Fournier Modified, Angot). По този начин рискът от валежи е оценен чрез използване на ГИС с цел да се разкрие както пространственото проявление на анализираните екстремни метеорологични явления, така и да се определят класове на интензивност според стойностите на използваните индекси и показатели за оценка. Настоящото изследване като цяло е базирано на реални данни от метеорологичните станции в Калафат, Бъйлещ, Бекет и Турну Мъгуреле за периода 1961–2007 г.

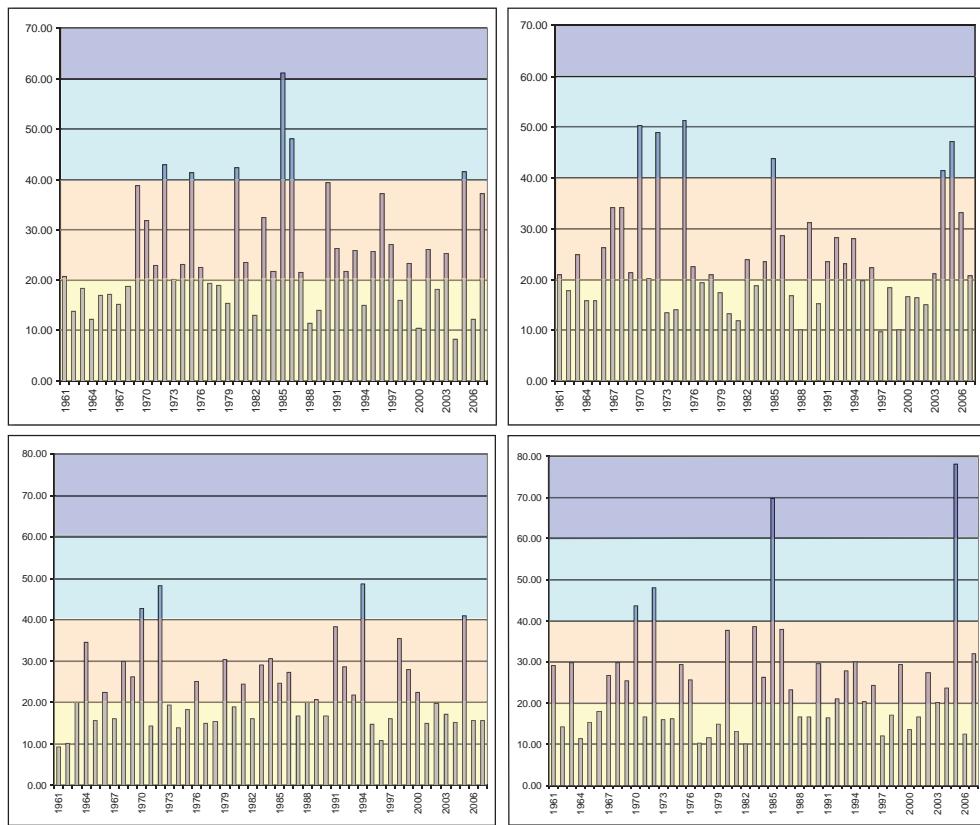


Fig. 8. The annual representation of pluvial aggressiveness index values at Calafat, Bechet, Turnu Măgurele and Băilesti weather stations

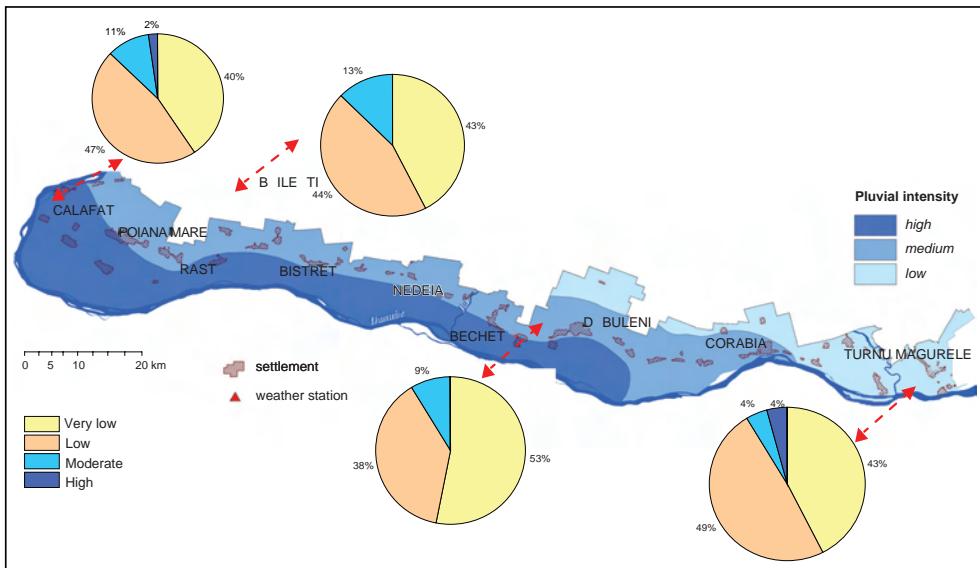


Fig. 9. Pluvial erodibility index (MFI) in the Calafat – Turnu Măgurele Danube Floodplain sector

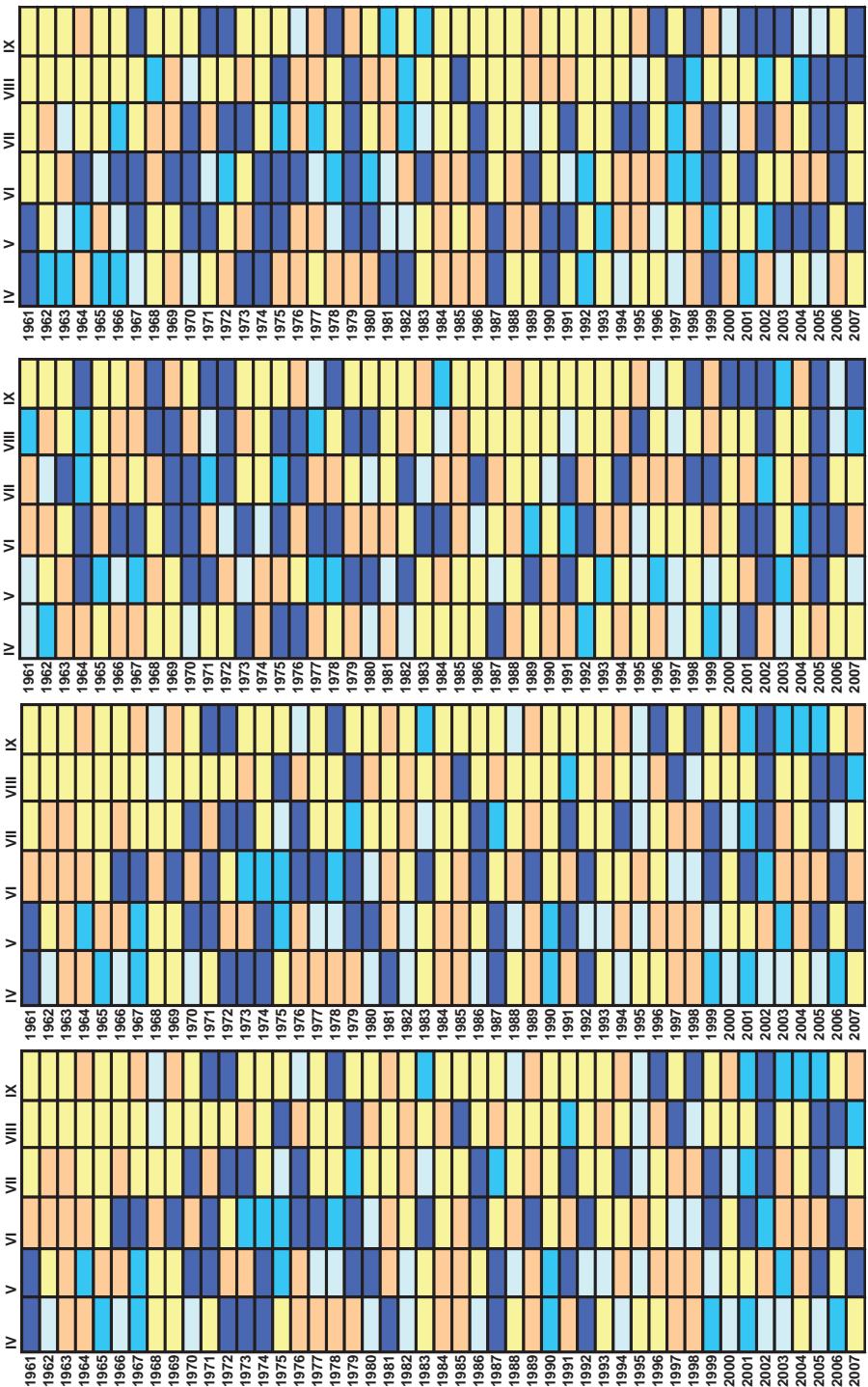


Fig. 11. The representation of the mean multiannual values of Angot Pluvial Index at Calafat, Bechet, Turnu Măgurele and Băileşti weather stations

ПОТЕНЦИАЛНИ ИЗТОЧНИЦИ НА ХИМИЧНО
ЗАМЪРСЯВАНЕ НА ЗАЛИВНАТА ТЕРАСА НА Р. ДУНАВ
В УЧАСТЬКА КАЛАФАТ-ВИДИН
– ТУРНУ МЪГУРЕЛЕ-НИКОПОЛ

Цветан Коцев, Георги Железов

В статията е направен кратък обзор на съществуващата информация относно основните потенциални източници на химично замърсяване на заливната тераса на р. Дунав в участъка Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол. Посточени са характерните замърсители за р. Дунав, както и тези, които могат да се очакват в изследвания сектор от реката. Като основни потенциални източници на замърсяване на почвите на заливната тераса са определени производствата в минно-добивния сектор в дренираната от р. Дунав територия между Железни врата и устията на реките Осъм и Олт. Въз основа на това са посочени най-уязвимите участъци на дунавската заливна тераса от замърсяване с опасни вещества като тежки метали и арсен в границите на изследвания район.

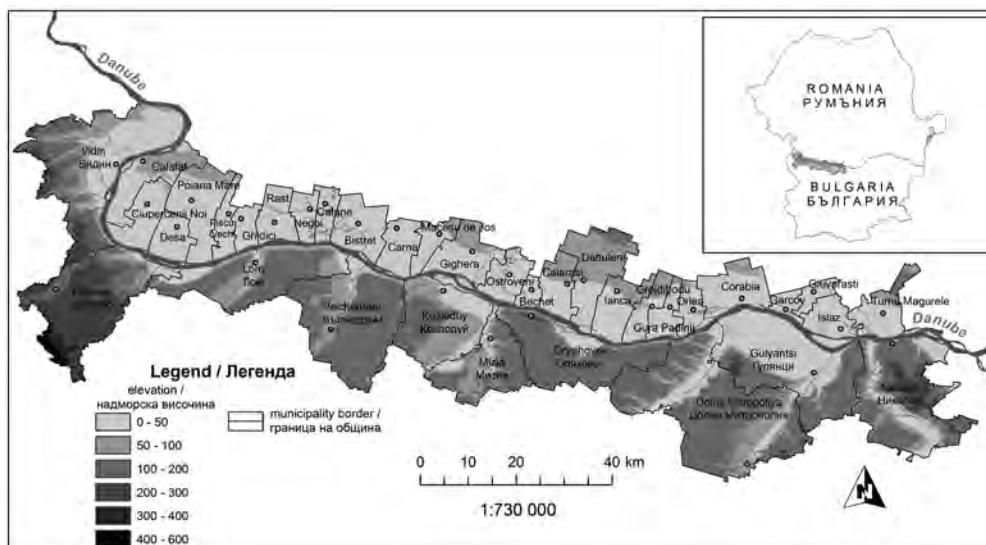
УВОД

Водосборът на р. Дунав е смятан за най-интернационалния в света и втори по големина на Европейския континент. Включва територии от 19 държави и обхваща площ от 817 000 km² с население от 83 miliona души (I C P D R, <http://www.icpdr.org/main/danube-basin>). Бързото стопанско развитие на дунавските държави през XIX и XX в. в съчетание с несъвършенството на използваните промишлени технологии е причина за постъпване на значителни количества отпадъчни вещества в речната система на Дунавския басейн през този период. Данните от международния мониторинг на р. Дунав, стартиран през 1996 г., показват намаляване на замърсяването на реката от края на XX в. (I C P D R, 2005), което се дължи в голяма степен на съкрашаване на производството в промишлеността и земеделието на Централна и Източна Европа. Въпреки това, съдържанията в реката на органични продукти, хранителни вещества (азот и фосфор) и опасни вещества като тежки метали и пестициди все още се запазват високи (I C P D R, 2009). Това поражда опасност от постъпване и акумулиране на рециклиращи вещества с антропогенен произход в ландшафта на дунавските заливни

тераси. Оценката на опасността от химично замърсяване на определен участък от р. Дунав и заливната ѝ тераса изисква информация за потенциалните източници на техногеохимично въздействие. Такива данни подпомагат определянето на горещите екологични точки, възможния състав на замърсителите и пътищата на тяхното постъпване в засегнатите ландшафти.

Районът на настоящото изследване включва крайдунавските общини в трансграничния регион Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол (фиг. 1). Българската част от проучваната територия е разположена в северната периферия на западната и централната част на Дунавската равнина – от Видинската низина на запад до Свищовско-Беленската крайдунавска низина на изток. На румънска територия районът обхваща Олтенската равнина и частично Телеорманската равнина, които са част от Румънската равнина.

Територията от Видин до Никопол в Дунавската равнина се характеризира с равнинен и платовиден макрорелеф. Единствено в северната част, покрай р. Дунав, има низинни територии. Климатичните условия на целия регион са умереноконтинентални. Раствителността е преобладаваща широколистна – дъбова (*Quercus sp.*). Основната част от естествените ландшафти са превърнати в обработвани земи в течение на дълъг исторически период. Защитените територии са разположени главно по дунавските острови и в природните системи от влажни зони. Най-известната защитена територия е биосферният резерват „Ибиша“, разположен на едноименния остров срещу устието на р. Цибрица. Със статут на защитеност по НАТУРА 2000 са следните територии: 1) по Директива за птиците – остров Голя, рибарници Орсоя, остров Ибиша, остров Горни Цибър, Цибърско блато, Златия, Никополско плато и остров Лакът; 2) по Директива за хабитатите – Делейна, Рабово, Оризището, остров Кутово, Цар Петрово, Войница, Видински парк, Видбол, Въртопски дол, остров Близнаките,



Фиг. 1. Картосхема на изследвания регион Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол (разработена съвместно с д-р Стоян Недков)

Арчар, Орсоя, Моминбродско блато, Долно Линево, река Лом, Цибър, Цибрица, Златия, Козлодуй, острови Козлодуй, р. Огоста, р. Скът, Остров, Островска степ–Вадин, река Искър, Карабоаз, река Вит, Персина.

Румънските дунавските брегове са с височина от 1 до 3 м. Специфична част от ландшафта са системите от влажни зони по цялото протежение на брега, които формират прехода към зоната на терасите. В приустийните зони на реките Жиу и Оlt надморската височина се повиши като резултат от образуването на наносни конуси. През 70-те години на XX век са предприети големи мелиоративни мероприятия, които променят релефа, но не водят до пресушаване на влажните зони, както това се е получило на българска територия. Растителността е представена от горски формации с доминация на дъбова растителност и азонални растителни формации, представени от хигрофитна растителност – бяла върба, топола и др. Тук попадат осем природни резервата: Деса–Чуперчени, езерото Йонеле, Балта Няgra и Балта Лата (малки езера), халофилната местност „Джигера“, гората Заял, дюните „Ла Четате“ край Дъбулен и Горската Къща в гората Потелу. В мрежата от защитени територии по НАТУРА 2000 се включват по Директивата за птиците зоните Калафат–Чуперчени–Дунаре, Бистрец, водосливът Жиу–Дунав, Дъбуленските пясъци, водосливът Оlt–Дунав, както и места със значение за местните общности: Чуперчени–Деса, коридорът Жиу и Корабия – Турну Мъгуреле (Balt et al., 2013).

Броят на населението на целия регион възлиза на 349 667 души, съответно 159 880 души в Румъния и 189 787 души в България (НСИ, 2011). Основната част от общините в Румъния се определят като средноголеми с население от 10 000 до 20 000 души – Турну Мъгуреле, Калафат, Корабия и Дъболени. За територията на България общините могат да се групират според население: 1) 5000–10 000 души – Димово, Вълчедръм, Мизия и Никопол; 2) 10 000–20 000 д. – Оряхово и Гулянци; 3) 20 000–30 000 д. – Лом, Долна Митрополия и Козлодуй, и 4) 60 000–70 000 д. – Видин (Balt et al., 2013).

В икономическия профил на региона преобладават малките и средните предприятия. Изключение правят индустриталните центрове в Турну Мъгуреле (химическа промишленост – производство на изкуствени торове, текстилна и електротехническа промишленост), Козлодуй (енергетика), Видин (добивна промишленост – гипс при с. Кошава, енергетика, химическа и текстилна промишленост). Земеделието е доминирано от производство на зърнени и технически култури (слънчоглед), а от трайните насаждения – лозя.

Регионът има важно транспортно значение, тъй като през него минават транспортните коридори № 4 и № 7. То значително се увеличи с откриването през 2013 г. на втория мост на р. Дунав между България и Румъния при градовете Видин и Калафат.

ОСНОВНИ ЗАМЪРСИТЕЛИ ВЪВ ВОДОСБОРА НА РЕКА ДУНАВ

Групата на т. нар. „опасни вещества“, хранителните елементи (азот и фосфор) и органичните вещества са определени като най-значимите замърсители на р. Дунав. Международните усилия за подобряване на качеството на речните

води в Дунавския басейн са насочени именно към ограничаване на постъпването на тези групи вещества в р. Дунав и нейните притоци.

ОПАСНИ ВЕЩЕСТВА ВЪВ ВОДОСБОРА НА Р. ДУНАВ И В РАЙОНА НА ИЗСЛЕДВАНЕ

В Рамковата директива за водите на Европейската комисия (2000/60/EC) е дадено следното определение за „опасни вещества“: токсични вещества, които са устойчиви в природата и се натрупват в живите организми. Химичните елементи и съединения, които представляват най-голяма опасност за природната среда, са включени в списъка на „приоритетните опасни вещества“, поместен в Анекс X на директивата за водите. Към тези 33 вещества Международната комисия за защита на р. Дунав (ICPDR), наричана тук за краткост Дунавска комисия, е добавила още четири вещества като специфични приоритетни замърсители в Дунавския басейн. Техният списък включва тежки метали и органични съединения, като най-голям проблем представлява групата от арсен (As) и тежки метали – кадмий (Cd), олово (Pb), никел (Ni), мед (Cu) и цинк (Zn) (I C P D R, 2008; B i r d et al., 2010a). Резултатите от двете съвместни изследвания на р. Дунав, проведени през 2001 (JDS1) и 2007 (JDS2), сочат, че тежките метали и металоиди в реката са свързани най-вече с нерастворените вещества в речните води, включително с речните наноси. Основната част от тежките метали в средното течение на р. Дунав постъпва от притоците ѝ Тиса, Сава и Велика Морава, но замърсените наноси на реката почти изцяло се утаяват във водохранилищата в пролома Железни врата. След това по течението тежки метали и металоиди постъпват в Дунав най-вече от притока ѝ р. Тимок и в по-слаба степен от Огоста и Искър (I C P D R, 2002, 2008; W o i t e et al., 2003).

По отношение на опасните органични вещества най-критични за басейна на р. Дунав са диетилхексил фталат (DEHP),ベンzo(ghi)пирилен, индено(1,2,3- cd) пирен, трибултин и нонилфенол (I C P D R, 2008), като най-силно е засегната средната част от течението на р. Дунав, както и някои участъци от долното му течение под Железни врата. Споменатите органични вещества постъпват в речната система на Дунавския басейн с непречистени канализационни води. Обичайни източници на тези замърсители са химическите предприятия, както и някои металургични производства. Химикалът DEHP може да се очаква от предприятията за производство на полимери, особено на поливинилхлорид (I C P D R, 2002). Съществен проблем в долното течение на р. Дунав е присъствието на изомера p,p'-DDT като наследство от прилагането на пестицида ДДТ през миналия век.

ХРАНИТЕЛНИ ВЕЩЕСТВА (АЗОТ, ФОСОФОР) В Р. ДУНАВ

Увеличеното съдържание на хранителни вещества като азотни и фосфорни съединения във водите на р. Дунав е причина за засилване наeutрофикационните процеси както в реката, така и в Черно море. Точкиви антропогенни източници на постъпващите в р. Дунав азот (N) и фоффор (P) са градските канализационни системи, промишлените производства и животновъдните ферми.

Площните източници на замърсяване са свързани с използването на минерални торове в земеделието по цялата територия на речния водосбор (I C P D R, <http://www.icpdr.org/main/issues/nutrients>). Оценка на емисиите на хранителни вещества е извършена в рамките на проектите daNUbs (S c h i l l i n g et al., 2004) и „Съвместно определяне на точковите и площните емисии на азот и фосфор в басейна на р. Дунав“, осъществени през 1998 и 2000 г. За тази цел водният баланс и балансът на хранителните вещества в избрани водосбори, както и емисиите на азот и фосфор от точкови и площни източници в целия Дунавски басейн (388 подбасейна) са изчислени с помощта на модела MONERIS. Общото количество на азотните емисии в Дунавския басейн се изчислява на 684 kt годишно. Около 80% от него се падат на площните източници, като изнасянето става с подземните и дренажните води, както и от градските зони. Общото количество на фосфорните емисии се изчислява на 57 kt годишно. Около 58 % от него се падат на площните източници (S c h r e i b e r g et al., 2003). Резултатите, получени от втория проект, позволяват установяването на регионалните „горещи“ точки на ниво подбасейн.

ОРГАНИЧНО ЗАМЪРСЯВАНЕ

Терминът „органично замърсяване“ се отнася за сложна смесица от техногенни органични вещества, попаднали в природната среда, която обикновено е съставена от няколко групи органични съединения, като петролни продукти, полиароматни въглеводороди, летливи органични съединения, полярни пестициди, хлорсъдържащи съединения като ДДТ, лекарствени препарати и др. Развитието на икономиката през последните сто години доведе до значително увеличаване на органичното замърсяване на р. Дунав. По отношение на този показател качеството на нейните води варира от клас II (умерено замърсяване) до клас II-III (умерено до критично замърсяване) съгласно класификацията на Дунавската комисия (I C P D R, <http://www.icpdr.org/main/issues/organic-pollution>).

ИЗТОЧНИЦИ НА ХИМИЧНО ЗАМЪРСЯВАНЕ С ПОТЕНЦИАЛНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ РАЙОНА НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Информация за съвременни източници на замърсяване и такива, които са могли да въздействат в миналото върху изследваната територия, е необходима, за да бъдат определени потенциалният набор и пространственото разпределение на химични вещества в местните води и почви. В заливните речни тераси е възможно да се натрупват опасни вещества, произхождащи от източници далеч извън изследваната територия и транспортирани по течението на реките. Поради това е наложително да бъдат установени не само източниците в района на изследване, но и тези на територията, дrenирана от дунавските притоци между Видин и Турну Мъгуреле.

НАЛИЧНИ ИЗТОЧНИЦИ НА ИНФОРМАЦИЯ

Съвременни данни за точковите източници на замърсяване са налични в Европейския регистър за изпускане и пренос на замърсителите (E-PRTR). Регистърът покрива териториите на 27-те държави-членки на Европейския съюз, както и Исландия, Лихтенщайн, Норвегия, Сърбия и Швейцария след 2008 г. В него се съдържа информация на годишна основа за 65 икономически дейности в следните 9 стопански сектора: енергетика, производство и обработка на метали, минно-добивна индустрия, химическа промишленост, управление на отпадъците и отпадъчните води, целулозно-хартиена промишленост, интензивно животновъдство и аквакултури, хранително-вкусова промишленост, както и група под името „други дейности“. Предоставят се данни за 91 замърсителя, разпределени в следните 7 групи: парникови газове, други газове, тежки метали, пестициди, хлор-съдържащи органични съединения, други органични и неорганични вещества. Критериите едно предприятие да бъде включено в регистъра са: 1) да попада поне в една от всичките 65 икономически дейности от списъка в Анекс I от правилника на Регистъра и да надхвърля поне един от критериите за обем на производството; 2) да извършва пренос на отпадък извън производствената площадка, който надхвърля определен праг, установлен в глава 5 на Правилника; 3) да изпуска замърсители над определени прагове, установени в Анекс II от Правилника на Регистъра (E-PRTR, <http://prtr.ec.europa.eu/pgAbout.aspx>). Данните са представени в таблици и върху интерактивни карти.

В регистъра е налична информация за площните източници на замърсяване на почвите и въздуха. Представени са данни за пространственото разпределение на количествата азот и фосфор в kg/ha, постъпили в реките за отделните басейнови райони в Европа. Северна България и Румъния попадат в един район (<http://prtr.ec.europa.eu/DiffuseSourcesWater.aspx>). Картите не се отличават с голема подробност, като представляват информация за България за периода 1998–2000 г., а за Румъния – за 2004 г. Стойностите на емисиите на замърсяващи вещества във въздуха от различни стопански сектори за 2008 г. са представени за участъци с размер 5x5 km, които представляват клетки от мрежа, покриваща територията на държавите, включени в регистъра.

Налични са данни за емисиите на азотни оксиди (NO_x), серни оксиди (SO_2), въглероден диоксид (CO_2), амоняк (NH_3) и аерозоли с размер на твърдите частици до 10 микрона (PM10), измерени в тонове за година за всяка клетка от мрежата.

Информация за източниците на замърсяване в басейна на р. Дунав към 2000 г. и 2002 г. е налична в докладите на Дунавската комисия от извършените инвентаризации на точковите и площните източници на замърсяване от промишлеността, земеделието и комунално-битовия сектор за целия водосбор на р. Дунав (I C P D R, 2005). Информацията за количеството на изпусканите вещества от всеки регистриран индустрисален или комунално-битов източник на замърсяване е представена по държави (Анекс I) и по приточни речни басейни (Анекс II). Картите и докладите са достъпни на сайта на Дунавската комисия (<http://www.icpdr.org>).

Подробен списък на промишлените предприятия и информация за потенциалните източници на замърсяване в българската част от района на изследване може да бъде намерена в годишните доклади за състоянието на околната среда издавани от регионалните инспекции по околната среда и водите (РИОСВ) в София, Монтана, Враца и Плевен.

ТОЧКОВИ ИЗТОЧНИЦИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ

Установяването на точковите източници на замърсяване в изследваната територия е базирано главно на наличната информация в Европейския регистър за изпускане и пренос на замърсителите (E-PRTR) за 2011 г. В сравнение с другите източници на информация, данните от E-PRTR са най-актуални, подробни и обвързани с територията както на Румъния, така и на България. За целите на настоящото описание и предвид местоположението на източниците на замърсяване могат да бъдат отделени следните зони: 1) зона I – обхваща заливната тераса на р. Дунав и нейните притоци в рамките на изследваните български и румънски общини; 2) зона II – съвпада с границите на изследвания район; 3) зона III – територията, която се оттича чрез р. Дунав и нейните притоци в участъка между градовете Видин и Турну Мъгуреле. Тази територия включва изцяло района на изследване.

Около 76 действащи съоръжения са изпускали и натрупали опасни вещества в зона III през 2011 г., като 32 от тях действат на територията на България и 44 на румънска. Осем от тях са разположени в рамките на зона II, от които пет попадат в зоната на заливната тераса (табл. 1 и 2).

В резултат на местната стопанска дейност 852 000 t въглероден двуокис, 1420 t серни оксиди, 1359 t азотни оксиди и 311 t амоняк са отделени в атмосферата, както и 383 t азот и 19,8 t фосфор са отделени във водите на територията на изследваните общини. Около 59 922 t *опасни битови отпадъци* са генериирани и изхвърлени в рамките на тяхната територия през 2011 г. Около 100% от серните оксиди, 57% от азотните оксиди и 45% от въглеродния диоксид, еmitирани в атмосферния въздух от всички източници на замърсяване в зона II, са генериирани от ТЕЦ-Видахим във Видин. Заводът в Турну Мъгуреле е освободил в атмосферата 83% от амоняка, 55% от въглеродния двуокис и 43% от азотните оксиди. Той е генериiral 56% от азотните съединения, постъпили в повърхностните води на изследвания участък, и почти 100% от опасните отпадъци (E-PRTR, 2011).

Не се съобщава за изпуснати *опасни вещества* както в атмосферата, така и във водите от нито едно предприятие, разположено в зона II. Емисии на специфични за Дунавския басейн замърсители са документирани за 11 предприятия в зона III извън изследваните общини (фиг. 2). Четири от тях са разположени в България и седем в Румъния. Тези източници замърсяват повърхностните води във водосборите на реките Огоста (Cr, N, P, органични отпадъци), Искър (As, Cu, Cd, Ni, Pb, Zn, N, P, органични отпадъци), Осъм (органични отпадъци) и Олт (Cu, Cr, Ni, Hg, Pb, Zn, N, P, органични отпадъци).

Таблица 1

Точки източници на замърсяване в района на изследване (източник на данни Е-PRTR 2011)

№	Предприятие	Страна	Водосб. басейн	Местоположение	Геогр. широта	Стопански сектор	Стопанска дейност
1.	ГПСОВ* -Плевен	BG	р. Вит	гр. Долна Митрополия	43.5075	24.5775	Отпадъци и управление на отпадъчни води
2.	Проучване и добив на нефт и газ - АД	BG	р. Огоста с. Бутан		43.644167	23.741111	Добивна промишленост
3.	ВИДАХИМ	BG	р. Дунав	гр. Видин	43.947945	22.850779	Енергийен сектор ТЕЦ-ове и други горивни инсталации
4.	Проучване и добив на нефт и газ – АД	BG	р. Дунав	с. Селановци	43.701111	24.028889	Добивна промишленост
5.	Яйца и птици – АД	BG	р. Дунав	гр. Козлодуй	43.777503	23.727761	Интензивно животновъдство и земеделие
6.	Яйца и птици – АД	BG	р. Огоста	гр. Мизия	43.690367	23.856622	Интензивно животновъдство и земеделие
7.	SC EUROCASA PROD SRL	RO	р. Дунав	гр. Турну Мъгуреле	43.7585983	24.9053433	Интензивно животновъдство и земеделие
8.	SC DONAU CHEM SRL	RO	р. Дунав	гр. Турну Мъгуреле	43.7166666	24.8929599	Химическа промишленост

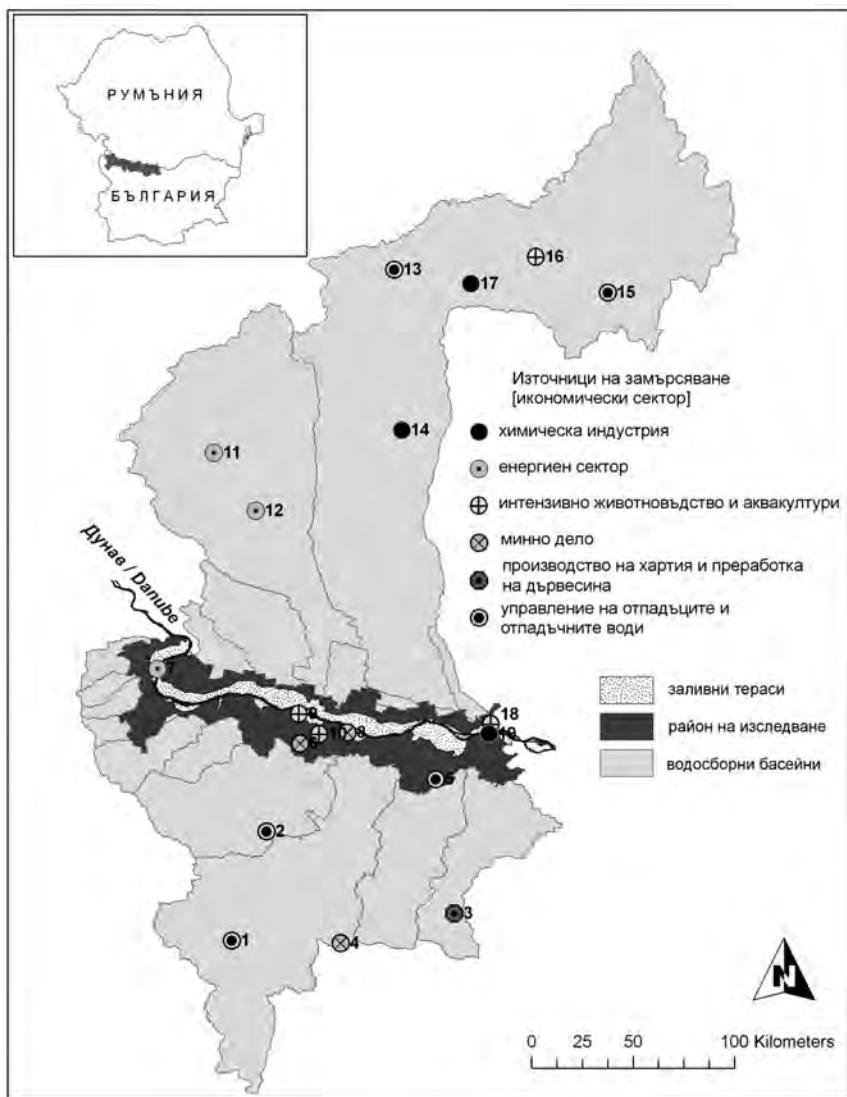
*ГПСОВ – градска пречистителна станция за отпадъчни води

Таблица 2

*Химическо напояваране от точковите източници на замърсяване в района на изследване
(източник на данни Е-PRTR 2011)*

№	Предприятие	Страна	Емисия на замърсители в атмосферата				Емисия на замърсители във водите N, t/a	P, t/a	Генериран опасен отпадък, t/a
			NO _x /NO ₂ , t/a	NH ₃ , t/a	SO ₂ , t/a	CO ₂ , t/a			
1	ГПСОВ* – Плевен	BG	–	–	–	–	169	19,8	–
2	Проучване и добив на нефт и газ – АД, с. Бутан	BG	–	–	–	–	–	–	5,16
3	ВИДАХИМ	BG	768	–	1420	380 000	–	–	–
4	Проучв. и добив на нефт и газ – АД, с. Селановци	BG	–	–	–	–	–	–	16,5
5	Яйца и птици – АД, Козлодуй	BG	–	16,7	–	–	–	–	–
6	Яйца и птици – АД, Мизия	BG	–	24,6	–	–	–	–	–
7	SC EUROCASA PROD SRL	RO	–	11,5	–	–	–	–	–
8	SC DONAU CHEM SRL	RO	591	258	–	472 000	214	–	59 900

*ГПСОВ – градска пречистителна станция за отпадъчни води



Фиг. 2. Точки източници на замърсяване с потенциално въздействие върху заливната тераса на р. Дунав (по данни от Европейския регистър за изпускане и пренос на замърсителите, 2011 г., разработена съвместно с д-р Емилия Черкезова): 1. Градска пречиствателна станция за отпадъчни води (ГПСОВ) – София; 2. ГПСОВ – Враца; 3. Дървообработващо предприятие „Велде България“ АД (бивше „Лесопласт“ АД); 4. Открыт медодобивен рудник „Елаците“; 5. ГПСОВ-Плевен; 6. Нефтено-газоносно находище „Бутан-юг“; 7. ТЕЦ – Видахим; 8. Нефтено-газоносно находище „Селановци“; 9. Птицеферма – гр. Козлодуй; 10. Птицеферма – гр. Мизия; 11. ТЕЦ – Ровинари (Rovinari); 12. ТЕЦ – Турчени (Turceni); 13. ГПСОВ – Сибиу (Sibiu); 14. Химически завод SC OLTCHIM SA – Рымнику Вълча (Râmnicu Vâlcea); 15. ГПСОВ – Брашов (Brașov); 16. Свинеферма SC Europigs SA – Шеркая (Șercaia); 17. Химически завод SC VIROMET SA – Виктория (Victoria); 18. Птицеферма SC EUROCASA PROD SRL – Турну Мъгуреле (Turnu Măgurele); 19. Химически завод SC DONAU CHEM SRL – Турну Мъгуреле (Turnu Măgurele)

В басейна на р. Тимок на сръбска територия, близо до гр. Бор, в продължение на повече от 100 години функционира комплекс за добив и преработка на медна руда. Това се е отразило силно на химичния състав на наносите на речната система в частта ѝ от рудниците до устието на р. Тимок в р. Дунав. При редица проучвания в речните наноси на р. Тимок са регистрирани високи нива на мед, арсен, цинк и други тежки метали (I C P D R, 2002, 2008; W o i t k e et al., 2003). По завишените концентрации на метали в дунавските наноси може да бъде проследено въздействието на този приток на десетки километри по течението на р. Дунав (B i r d et al., 2010b).

Водите на р. Огоста и нейните наноси в горното ѝ течение са замърсени с арсен, чийто източник са затворените рудници край гр. Чипровци (K o c e v, 2001; C h o l a k o v a et al., 2007). Завишени концентрации на мед са регистрирани в речните наноси на р. Искър надолу по течението след предприятието за добив на мед в Елисейна, дори след неговото затваряне в края на ХХ век (Ч о л а к о в а, 2002). Този източник на замърсяване все още има значително въздействие върху най-големия български приток на р. Дунав.

ДИФУЗНИ ИЗТОЧНИЦИ НА ЗАМЪРСЯВАНЕ

Дългогодишното функциониране на рудодобивни, металургични и химически предприятия в басейна на р. Дунав е причина за акумуляцията на опасни вещества в наслагите на заливната тераса по течението на р. Дунав и нейните притоци. Повишени нива на тежки метали и арсен са регистрирани в почвите на заливната тераса на р. Дунав, както и на притоците ѝ Тимок, Огоста и Искър (B i r d et al., 2010b; B i r d et al., 2010c). Замърсените наноси на заливната тераса действат като дифузни източници на тежки метали и арсен, които се активират по време на високи води вследствие на засилена брегова ерозия. Десният бряг на р. Дунав е подложен на активна ерозия в северната част на Видинската низина в близост до селата Сланотрън и Кутово. Наносите на заливната тераса в този участък са обогатени с мед от р. Тимок. Процесът на брегова ерозия води до повторно внасяне на замърсителите в р. Дунав и тяхното отлагане надолу по речното течение и заливната тераса.

В изследваните общини се развива интензивно земеделие благодарение на широкото разпространение на плодородните черноземни почви и благоприятния релеф. Обработваемите земи, които често се наторяват, представляват дифузен източник на азотно замърсяване на р. Дунав. Резултатите от проекта „Съвместно определяне на точковите и площи емисии на азот и фосфор в басейна на р. Дунав“ (S c h e i b e r g et al., 2003) сочат, че фосфорните емисии са свързани най-вече с почвената ерозия и в по-малка степен с подземните води и повърхностния отток. Внасянето на фосфор в р. Дунав посредством почвена ерозия от водосборните басейни на отточната зона от страна на румънските притоци е сравнително слабо и варира от < 100 g/ha до 400 g/ha на година. За българската страна нивата са по-скоро средно високи, сравнени с целия Дунавски басейн, като варират между 200–400 g/ha на година за по-големите водосбори на реките Искър, Огоста, Осъм и Вит. В по-малките водосборни басейни на отточната зона те са около 400–600 g/ha на година. Предвид това, че изнасянето на фосфора е в сила зависимост от наклона на терена и дела на обработва-

емите земи (S chreiber et al., 2003), съвсем нормално е да се наблюдават по-високи стойности на изнасяне на елемента в българската част от района на изследване.

Обратно на фосфора, азотът се изнася главно чрез подземните води. В своето изследване S chreiber et al. (2003) посочват много ниски нива на азотните емисии за цялата румънска част на изследваната територия, със стойности под 2,5 kg/ha на година. Емисиите от българската част на изследваната територия също са сравнително ниски, като на запад от р. Лом са в границите на 5-15 kg/ha на година, а на изток от нея – под 5 kg/ha на година.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В района на изследване се очертават два основни източника с емисии на химични вещества във въздуха с локално въздействие – заводът за минерални торове на румънска територия в близост до Турну Мъгуреле и ТЕЦ–Видахим в покрайнините на Видин. Здравните проблеми за населението на Никопол в резултат на обгазяванията от завода при Турну Мъгуреле отдавна са известни и документирани, но задоволително решение на проблема все още не е постигнато.

Обхватът, честотата и продължителността на речните разливи определя възможността за акумулация на опасни вещества в почвите на крайдунавските низини. Основните източници на опасни вещества, които биха могли да въздействат върху заливаемите зони покрай р. Дунав в участъка между Видин–Калафат и Никопол–Турну Мъгуреле са свързани с добива и преработката на руди на черни и цветни метали в Долнодунавския басейн в участъка от Железни врата до устията на реките Осъм и Оlt. Особено силно въздействие може да се очаква от медодобивния комплекс в гр. Бор, както и от еродирането на вече замърсените наноси на заливните тераси на р. Огоста и р. Искър. Най–увязвими участъци по отношение акумулация на опасни вещества са заливаемите тераси от двете страни на р. Дунав до няколко десетки километра след устието на р. Тимок, както и в близост под устията на Огоста и Искър. Възстановяването на връзката на влажните зони с р. Дунав би могло да доведе в бъдеще до повишаване на съдържанията на тежки метали и металоиди в техните почви.

Наличната информация за химичния състав на наносите на р. Дунав по време на пълноводие и разливи е твърде оскъдна, което не позволява да бъде направена по–точна оценка на опасността от постъпване на опасни вещества в заливната тераса. Необходимо е да се извърши наблюдение на плаващите наноси в р. Дунав и по–големите ѝ притоци като част от съществуващия международен мониторинг, организиран от Дунавската комисия.

ЛИТЕРАТУРА

Чолакова, З. (2002) Особености в съдържанието и разпределението на някои тежки метали в дънните отложения на река Искър в Искърския пролом. – Год. СУ, кн. 2, География, т. 94, с. 39–55.

- Коцев, Ц. (2001) Остатьчно замърсяване с тежки метали и арсен на аквалните комплекси във водосбора на яз. „Огоста“ след прекратяване на минно-добивната дейност в района. – В: Сборник доклади от Балканска научно-практическа конференция „Природният потенциал и устойчивото развитие на планинските райони“, Природен парк „Врачански балкан“, юни 2001, с. 415–426.
- х х х НСИ (2011) Годишник на Националния статистически институт.
- Balteanu, D., D. Dogaru, G., Zhelezov, B. Koulsov. (2013) Geographic characteristic of the region Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol. – In: Hazard Assessment and mitigation in the Danube floodplain (Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol). Terart. Sofia.
- Bird, G., P. A. Brewer, M. G. Macklin. (2010a) Management of the Danube drainage basin: implications of contaminant-metal dispersal for the implementation of the EU Water Framework Directive. International Journal of River Basin Management 8 (1): 63–78.
- Bird, G., P. A. Brewer, M. G. Macklin, M. Nikolova, T. Kotsev, M. Mollov, C. Swain (2010b) Contaminant-metal dispersal in mining-affected river catchments of the Danube and Maritsa drainage basins, Bulgaria. Water Air and Soil Pollution 206: 105–127.
- Bird, G., P. A. Brewer, M. G. Macklin, M. Nikolova, T. Kotsev, M. Sima, M. Mollov (2010c) Sediment origin and dispersal dynamics in the Lower Danube Basin. Proceedings 38th IAD Conference, June 2010, Dresden, Germany.
- Cholakova, Z., Ts. Kotsev, V. Mladenova, D. Dimitrova, I. Georgieva (2007) Assessment of heavy metal and arsenic concentrations in the waters of Chiprovtska river catchment. – In: Proceedings of the Third International Conference “Global Changes and Regional Challenges”, Sofia, Bulgaria, 28–29 April 2006, p. 180–185.
- х х х E-PRTR, website available at <http://prtr.ec.europa.eu/>
- х х х ICPDR, website available at <http://www.icpdr.org/>.
- х х х ICPDR (2002) Joint Danube Survey. Technical Report of the International Commission for the Protection of the Danube River. Litheraty, P., V. Koller-Kreimel, I. Liska (Eds.), 254 p.
- х х х ICPDR (2005) Danube Basin Analysis (WFD Roof Report 2004)
- х х х ICPDR (2008) Joint Danube Survey 2. Final Scientific Report. Liska, I., F. Wagner, J. Slobodnik (Eds.), 242 p.
- х х х ICPDR (2009) Danube River Basin District Management Plan. Part A – Basin-wide overview, 105 p.
- Schilling, C., H. Behrendt, A. Blaschke, S. Danilescu, G. Dimova, O. Gabriel, U. Heinecke, A. Kovacs, C. Lampert, C. Postolache, H. Schreiber, P. Strauss, M. Zessner (2004) Lessons Learned from Investigations on Case Study Level for Modelling of Nutrient Emissions in the Danube Basin. Fourth Black Sea International Conference, Environmental protection technologies for coastal areas, 9–11 June 2004, Varna, Bulgaria.
- Schreiber, H., H. Behrendt, L. Constantinescu, I. Cvitanic, D. Drumea, D. Jabucar, S. Juran, B. Pataki, S. Snishko, M. Zessner (2003) Nutrient Emissions from Diffuse and Point Sources into the River Danube and its main Tributaries for the Period of 1998–2000 – Results And Problems. Diffuse Pollution Conference, Dublin, 2003.
- Woitke, P., J. Wellmitz, D. Helm, P. Kubे, P. Lepom, P. Litheraty. (2003) Analysis and assessment of heavy metal pollution in suspended solids and sediments of the river Danube. Chemosphere 51:633–642.

POTENTIAL SOURCES OF CHEMICAL POLLUTION
OF DANUBE FLOODPLAIN SECTOR BETWEEN
VIDIN-CALAFAT AND NIKOPOL-TURNU MAGURELE

Ts. Kotsev, G. Zhelezov

(S u m m a r y)

Information on potential sources of chemical pollution and relevant chemical stressors is substantial for environmental quality and hazard assessment. A review of official information on pollution sources within the Danube basin district between Iron Gate and the confluences of Osam and Olt rivers has been made. Economic activities located in this area are considered to have potential impact on the environmental quality of the Danube floodplain between Vidin-Calafat and Nikopol-Turnu Magurele. Nineteen industrial enterprises have been identified as significant sources of contamination based on data from the European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR) referred to 2011. It has been used for brief description of the pollutant sources and volumes of chemical loads. The biggest impact on the studied Danube floodplain sector can be expected by the mining industry and especially from the copper mines and smelter in the town of Bor in Serbia, transferred to Danube by the Timok River. Floodplains along the rivers of Ogosta and Iskar, right-hand side tributaries of Danube, are considered to be significant diffuse sources of heavy metals and arsenic due to historical pollution from mining and ore processing in their drainage basins. Danube floodplain sections downstream the confluences of the rivers Timok, Ogosta and Iskar are likely to receive largest loads of hazardous substances in cases of high flood events, e.g. the catastrophic flood in 2006. The threat of accumulation of metal and arsenic contaminated river sediment has to be considered in the process of ecological restoration and management of the Danube wetlands between Vidin and Turnu Magurele.

HAZARDOUS BIOCLIMATIC CONDITIONS
IN THE DANUBE RIVER ADJACENT REGIONS DURING THE
COLD PART OF THE YEAR
(CALAFAT-VIDIN – TURNU MĂGURELE-NIKOPOL SECTOR
OF THE DANUBE)

Zoya Mateeva¹, Carmen-Sofia Dragotă, Ines Grigorescu²

INTRODUCTION

Cold-spells and heat-waves, severe floods, windstorms, etc., have affected the European Region during the last years. The political, social, environmental and health consequences of these episodes have stimulated debate on whether appropriate action can prevent at least some of the health effects of such extreme weather and climate events (Koppe et al., 2004). Institutions at all levels are now developing strategies, by learning from recent events, to mitigate the future impact of extreme severe weather events on health.

The local climatic conditions of the border Romanian and Bulgarian territories adjacent on both sides to the Danube River are considerably influenced by the river which triggers modification of the main climatic elements and of their complex effect on the human bioclimatic comfort. The higher water vapor pressure in combination with the low air temperature and strong winds in the cold season, determines specific climatic conditions which enhance the human sense of wintriness and severity in the cold part of the year. These hazardous bioclimatic phenomena are strengthened additionally by the extreme weather manifestations accelerated by the climate change recently.

What are dangerously low temperatures from human bioclimatic point of view? At present the EU has no official meteorological definition of cold and extreme cold but a Dutch study defines a cold spell as a period of at least 9 consecutive days in which the lowest temperature reaches -5°C or lower, including at least 6 days in which the lowest temperature touches -10°C or lower.

¹ National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria

² Institute of Geography, Romanian Academy, Romania

The human body protects itself against the cold by a series of thermoregulatory mechanisms. A deficient thermoregulatory system or an experience of cold stress can have serious health consequences. Cold weather can cause even more deaths than heat, although heat waves have recently received more media attention. Cold weather determined diseases claim more lives - coronary heart disease, strokes and respiratory diseases, are responsible for most part of excess winter deaths. Other contributing factors are influenza, social class and per capita gross national product. People suffering from flu and people from lower social classes / poorer countries are the most vulnerable (http://ec.europa.eu/health/climate_change/extreme_weather/cold_weather/index_en.htm).

METHODOLOGY

In the real environment, the organism feels the effect of weather in a complex manner expressed as an integral meteorological impact, resulting from the combination of all climatic elements. When cold loading of the body is concerned, a leading role for the thermal cooling of the body belongs to the coupling of air temperature and wind speed.

The basic criterion for analysis and assessment of the thermal risk for organism at cooling weather conditions is usually wind chill. Wind chill describes how fast the body loses heat under the combined effects of low temperature and wind: a 90km/h wind with an ambient temperature of -10°C gives the same sensation of cold as an ambient temperature of -30°C with no wind. Exposure to even low wind chills can be life threatening to both humans and animals (Public health..., 2004).

There are different ways of measuring the body chilling. Among the numerous complex indices, the “climate severity” index has been selected in this work, which reflects the combination of air temperature and wind speed, and the influence of temperature amplitude, air humidity and altitude are considered additionally too.

The index of climate severity is represented by the following equation (Kozlowska - Szczesna et al., 1985)

$$\text{So} = (1-0.06*t)*(1+0.20*v)*(1+0.0006*Hk)*Kf*At, \text{ where:}$$

So – index of weather severity (by Osokin); t – air temperature ($^{\circ}\text{C}$); v – wind speed (m/s); Hk – coefficient, depending by the altitude H (m); Kf – coefficient, depending by the mean diurnal relative humidity (F%); At – coefficient, depending by the mean diurnal temperature amplitude (A $^{\circ}\text{C}$).

The weather severity is assessed according to the scale shown in the table 1.

The optimum conditions of the thermal environment of man are observed for climate severity values under 1.

The initial information base for calculating the climate severity index includes mean monthly values of the following climatic elements: temperature of the air (Ta, $^{\circ}\text{C}$); wind speed; relative humidity; diurnal temperature amplitude.

For experimental purposes we have also processed the mean diurnal data for three met.stations (Vidin, Lom, and Oriahovo). Then we have calculated climate severity index for these stations day-by-day, for all the period 1998–2007. The results would be useful for assessment the extent to which the using of mean monthly values

Table 1

Assessment scale of climate severity index (after Osokin (Kozlowska et al., 1985, 1997) and of corresponding hazard classes

Threshold values and assessment degrees of index of severity		Classes of hazard
< 1.0	No severe	I Low
1.0 – 2.0	Slightly severe	
2.1 – 3.0	Moderately severe	II Moderate
3.1 – 4.0	Very severe	
> 4.0	Unusually severe	III High

is objective/or non-objective. On the other hand day-by-day values and their frequency parameters reveal much more details of the question under investigation, and are of greater practical importance.

SPATIAL DISTRIBUTION

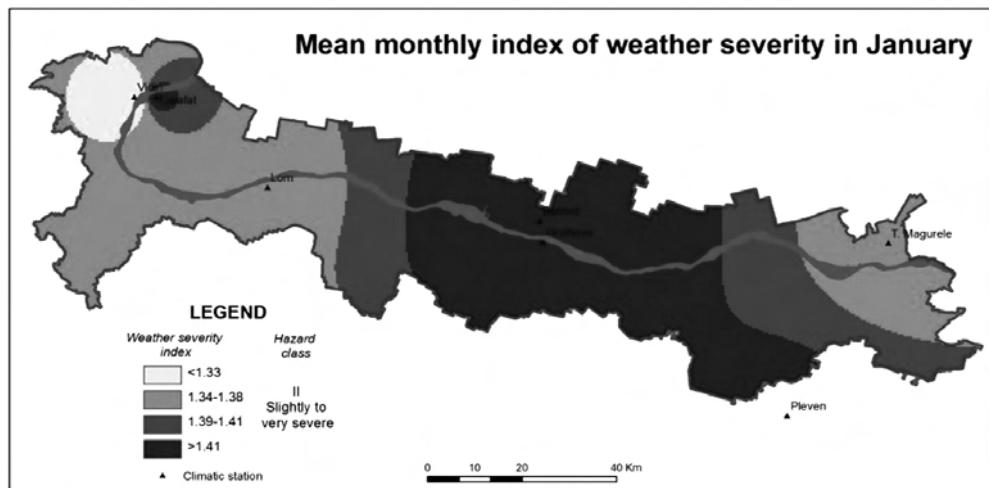
HOROLOGIC ASPECT

This aspect of the work considers the changes of the climate severity index on the territory of the explored region. The territorial differences in the index values are not significant. They are lower, about 0.1, during the less cold months (April and October) of the cold part of year. During the coldest month – January, the territorial differences of the weather severity rise to 0.3. In January the highest values are in the lowlands in the immediate vicinity of the Danube – stations Calafat, Bechet Turnu Magurele and Oriahovo, where the values reach 1.4–1.5. This classifies these territories in the category “moderate” according to the scale of climate severity hazard classes. The values of the Lom and Vidin stations are slightly lower – 1.3. The hilly-plain pre-Balkan areas more to the south (Vratza) show the smallest values in the coldest month January. These differences are even bigger when we speak about the maximum values. This allows the possibility of making some territorial differentiation, as it's seen by the map 1. The territorial differentiation of weather severity varies with the years too, the lowest differences between the single stations being in 2000 and in 2007 (0.9) and the highest – in 2003 (1.1) (Table 2a, Table 3 and Fig.1).

By reason of methodic considerations January were studied also by frequencies of the mean diurnal values of severity index, for three Danube stations – Vidin, Lom and Oriahovo. The frequencies were calculated through day-by-day processing of data for the period 1998–2007 (2001–2007 in the case of Oriahovo). It turn out that the greatest frequency of the severity index is observed for the 1.0-2.0 group of index values (Table 2b). Correspondingly, these are 52% for Vidin, 44% for Lom and 36% for Oriahovo. This result confirms the results from the table 2a where the

mean monthly values of the index were shown. The values from table 2a also fall in between 1.0 and 2.0. But, in the case with the frequencies we can also see that about 12% of the days are very severe, and still 12% are from the category “unusually severe”. Therefore the mean monthly values are reliable enough, but just for the purposes of a general orientation. When we want to deepen in the details we should use the “day-by-day” processing approach, to see what is the exact distribution of the values by the So categories.

It is quite a different approach if we use term values. They represent the conditions at an exact term of the day or the night and they should significantly alter the results in comparison to the mean diurnal values. It is strongly recommendable development of a separate study based on the term values of So. It will show the real values of So in the 24-day-and-night hours, in a contrast to the mean diurnal values. The last ones have an imaginary character while the term values are relevant to the real conditions. By this reason they are more suitable for practical-applied purposes. But, in many cases it is difficult to provide term climatic data.



Map 1. Territorial distribution of the climate severity index in the region under investigation (January, 1998–2007) (The map is elaborated by Dr.Stoyan Nedkov from the National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography, BAS)

Table 2a

Mean monthly values of index of severity (1998–2007)

Met. Stations	Months (cold part of the year)							Average
	I	II	III	IV	X	XI	XII	
Calafat	1.4	1.4	0.9	0.4	0.4	0.9	1.3	1.0
Vidin	1.3	1.2	0.9	0.4	0.4	0.9	1.3	0.9
Lom	1.3	1.3	0.9	0.3	0.3	0.9	1.3	0.9
Bechet	1.5	1.4	0.9	0.4	0.4	0.9	1.3	1.0

Oriahovo	1.4	1.3	0.9	0.4	0.3	1.2	1.3	1.0
T. Magurele	1.4	1.3	0.9	0.4	0.4	0.8	1.2	0.9
Pleven	1.4	1.4	1.0	0.4	0.4	1.0	1.4	1.0
Vratsa	1.2	1.2	0.8	0.4	0.4	0.9	1.2	0.9

Table 2b

Frequency (%) of diurnal So values in January (1998–2007)

Assessment degrees of So	Thresholds of So	Vidin	Lom	Oriahovo
No severe	<1,0	10	14	9
Slightly severe	1,0 - 2,0	52	44	36
Moderately severe	2,1 - 3,0	24	18	23
Very severe	3,1 - 4,0	9	12	14
Unusually severe	>4,0	5	12	18

Table 3

Mean monthly values of climate severity index for the coldest months of the period 1998–2007 year

Met. Stations	Months (cold part of the year)							Average
	I	II	III	IV	X	XI	XII	
Calafat	2.0	2.0	1.2	0.5	0.6	1.3	1.7	1.3
Vidin	1.7	1.6	1.1	0.5	0.5	1.0	1.6	1.2
Lom	1.8	1.8	1.1	0.5	0.4	1.1	1.7	1.2
Bechet	1.8	1.9	1.2	0.5	0.6	1.2	1.7	1.3
Oriahovo	1.9	1.7	1.2	0.4	0.5	1.6	1.7	1.3
T. Magurele	1.7	1.6	1.1	0.5	0.5	1.1	1.8	1.2
Pleven	1.7	1.9	1.4	0.5	0.5	1.3	1.8	1.3
Vratza	1.7	1.7	1.0	0.6	0.6	1.1	1.5	1.2

Table 4

Mean values (average for the period October – April) of index of climate severity by the years of 1998–2007 observation period

Met. Stations	Years										Average
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Calafat	–	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	0.9	1.1	1.0	0.8	1.0
Vidin	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	0.9
Lom	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9

Bechet	-	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	1.1	1.0	0.9	1.0
Oriahovo	-	-	-	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0
T.Magurele	-	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9
Pleven	-	1.0	-	1.0	0.9	1.1	0.9	1.0	0.9	0.8	0.9
Vratza	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	1.1	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9
Average	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1.1	0.9	1.0	0.9	0.8	0.9

SEASONAL ASPECT

The seasonal aspect of the present work considers the monthly course of the climate severity index during the cold season of the year – from October to April. The highest severity values are registered during the three winter months – December, January, and February, when they reach on an average 1.4 and 1.3 (1.8–1.7 for the maximum values), respectively for the explored territory and studied period of observation. The feeling for cold weather in the winter is still more significant during some individual years, such as 2003, of the period 1998–2007. The mean severity values for each weather station in January during the coldest year of this period are still higher and exceed 3.0. This classifies these months to the “very severe” category according to the scale of the climate severity index.

The lowest severity values in the cold part of the year are observed in April and October – on the average 0.4, falling within the range of the “no severe” category according to the scale of the studied index. The tenor to January exhibits well expressed uniform rising, passing via the “slightly severe” categories, for November and De-

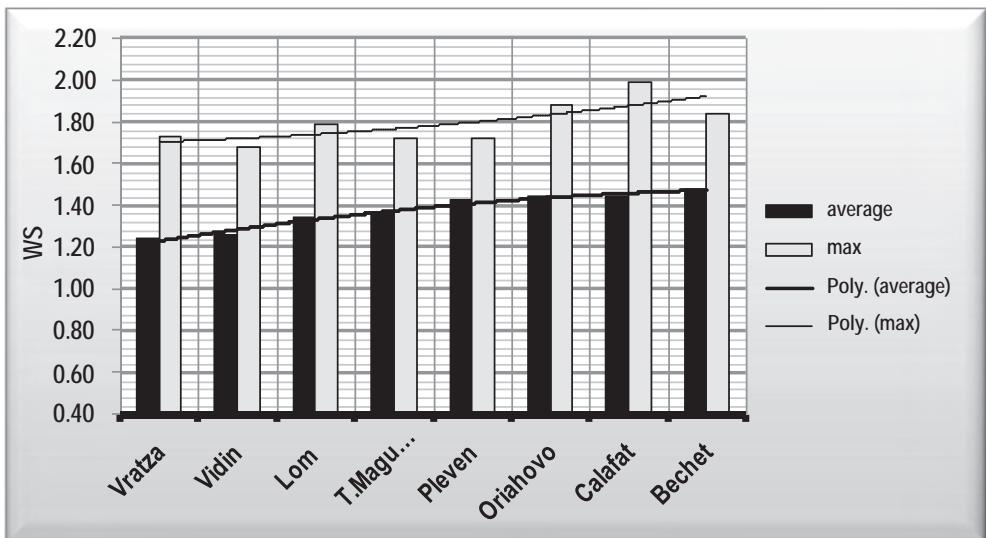


Fig. 1. Territorial course of index of climate severity (WS) for the region under investigation (January, 1998–2007)

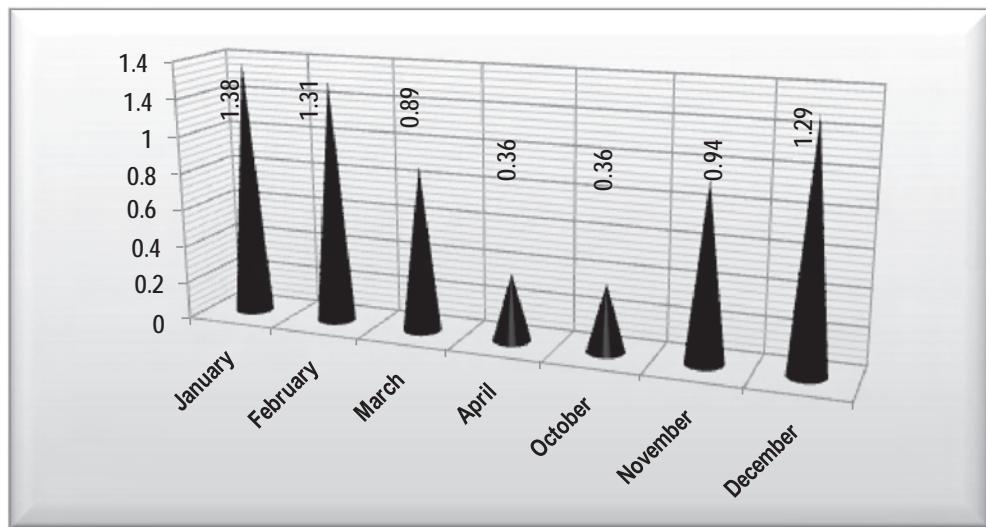


Fig. 2. Monthly course of climate severity index (WS) during the cold part of the year (October–March, 1999–2007, Calafat-Vidin – T.Magurele-Nikopol sector of the Danube river)

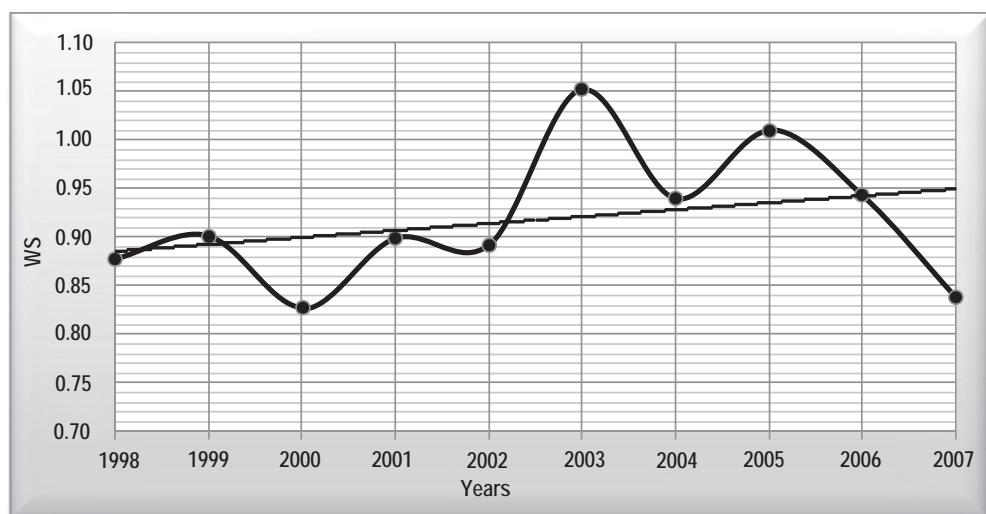


Fig. 3. Yearly course and corresponding logarithmic trend of climate severity index (WS) during the 1998–2007 observation period (average values for October–January, Calafat-Vidin – T.Magurele-Nikopol sector of the Danube river)

cember, respectively. From January to April the values are gradually decreased in a smooth manner like in the period October – January. The amplitude in the seasonal tenor of climate severity is much more expressed than in the chorological aspect (Table 2, Table 3, Fig. 2).

CHRONOLOGICAL ASPECT

The chronological aspect of this work considers the changes in the climate severity index during the years of the investigated period – from 1998 to 2007. The average trend of the values' change with the years is towards very slight increasing, which is more significant in the first part of the period (till 2003) while at the end of its second part shows even negative tendency. The changes between the years are small – about 0.1, which is less than the monthly changes within the frames of the cold part of the year (Table 4, Fig. 3).

PRACTICAL APPLICATION

THE PEOPLE MOST AFFECTED

Although anyone can suffer cold-related health effects, some people are at greater risk. Those most vulnerable during cold spells include elderly people, infants, children and teenagers, and people who have chronic diseases or physical or mental limitations, are taking certain medications or are malnourished.

Individuals' and families' economic and social status also play an important role: cold weather affects people who are poor, homeless or marginalized more severely.

Workers in some occupations, such as agriculture, fishing and construction, may endure greater cold exposure, so they must be vigilant for injuries and other health effects and should wear adequate protective gear.

Additionally, certain behavior – excess use of alcohol, some outdoor leisure activities and inappropriate clothing – can put people at increased risk from cold exposure (*The people most affected...*).

What health and social services can do? (What health and social...)

- Foresee and plan for potential pressures on infrastructure
- Ensure coordination among authorities and with providers of care
- Ensure continuous service delivery
- Reach out to and take care of particularly vulnerable populations
- Ensure that enough heated shelter is available if needed
- Offer vaccination
- Ensure that trained health professionals are available
- Provide information and phone helplines for the public and vulnerable groups
- Coordinate with local communities and social services
- Monitor and carry out surveillance of health effects

It is necessary to: shift the emphasis from post-disaster intervention to pre-disaster planning; identifying and protecting vulnerable groups is particularly important; organize effective and timely coordination and collaboration among public health authorities, meteorological services and agencies (national and international), emergency response agencies and civil societies to develop local, regional and national monitoring/surveillance systems for rapid detection of extreme weather events and their effects on the public's health; to develop civil emergency and intervention plans, including activities to prevent morbidity and mortality due to

weather and climate extremes; and to improve public awareness of extreme weather events, including actions that can be taken at individual, local, national and international levels to reduce the impacts (Extreme weather ..., 2004).

REFERRENCES

- Koppe, C., S. Kovats, G. Jendritzky, B. Menne et al. Health and Global Environmental Change. – Heat Waves: risks and responses. Series, No. 2, WHO, 2004.
- Kozłowska-Szczesna, T., B. Krawczyk, K. Blazjczyk et al. Metody badan bioklimatu człowieka. – Problemy Uzdrowiskowe, Zeszyt 1–2 /207/208/, Warszawa, 1985.
- Kozłowska-Szczesna, T., K. Blazjczyk B. Krawczyk. Bioklimatologia człowieka. IgiPZ, Warszawa, 1997.
- x x x Extreme weather and climate events and public health responses. Report on a WHO meeting Bratislava, Slovakia 09–10 February 2004.
- x x x Public health response to extreme weather and climate events. Fourth Ministerial Conference on Environment and Health. Budapest, 2004.
- x x x The people most affected. <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/non-communicable-diseases/chronic-respiratory-diseases/news/news/2013/02/how-cold-weather-affects-health/the-people-most-affected>
- x x x What health and social services can do. <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/noncommunicable-diseases/chronic-respiratory-diseases/news/news/2013/02/how-cold-weather-affects-health/what-health-and-social-services-can-do>
- x x x http://ec.europa.eu/health/climate_change/extreme_weather/cold_weather/index_en.htm

ОПАСНИ БИОКЛИМАТИЧНИ УСЛОВИЯ В ПРИЛЕЖАЩИТЕ НА Р. ДУНАВ ТЕРИТОРИИ ПРЕЗ СТУДЕНАТА ЧАСТ ОТ ГОДИНАТА (КАЛАФАТ-ВИДИН – ТУРНУ МЪГУРЕЛЕ НИКОПОЛ)

3. Мамеева, К.-С. Драгома , И. Григореску

(Резюме)

Работата представя някои резултати от съвместния Румънско-Български проект „Оценка на природните и техногенни рискове в прилежащите общини на р. Дунав в участъка Калафат-Видин – Турну Мъгуреле-Никопол. Този район има специфични климатични условия, формирани при модифициране на основните климатични елементи и на техния комплексен биоклиматичен ефект под влиянието на р. Дунав. През студената част от годината влажността на въздуха, в комбинация с ниските температури и високата скорост на вятъра, обуславя възникване на неблагоприятни климатични условия от гледна точка на биостатуса на човешкия организъм. В настоящата работа тези условия са изследва-

ни чрез индекса „суровост на климата“, който оценява степента на климатична мразовитост и съответния стрес за човека.

Получените резултати са полезни за планиране на човешката дейност на открито в областта на рекреацията и туризма, строителството, селското стопанство, климатопрофилактиката и климатотерапията и др. Въз основа на резултатите от изследването е възможно очертаване на стресовите биоклиматични периоди с оглед избягване на биоклиматични инциденти.

Значението на настоящото изследване нараства и поради факта, че през последните години, в условията на променящ се климат, се повишава интензивността, честотата и продължителността на екстремни климатични прояви, вкл. на студените нахлувания.

PRECIPITATION-RELATED HAZARDS IN VIDIN-NIKOPOL
DANUBE FLOODPLAIN SECTOR
– CURRENT STATE AND TENDENCIES

Peter Nojarov

INTRODUCTION

Heavy precipitation in Bulgaria is subject to increased research over the last decade in relation to climate change. Global and regional climate models in most of the cases project an increase of these phenomena over the territory of Bulgaria. Recent studies (Bocheva et al. 2007; Bocheva et al., 2008a, Bocheva et al., 2008b, Bocheva et al., 2009, Nojarov, 2013a, 2013b; Simenonov et al., 2009) have confirmed the increase of heavy precipitation events in Bulgaria. This has been particularly evident in the period 1991–2005 when compared to the base period 1961–1990. It is valid for both heavy precipitation over 30 mm/day and for heavy precipitation over 100 mm/day. Also there is an increase of cases of thunderstorms and hail in the warm half of the year from April to September. These studies usually cover the entire Bulgaria or a large part of it, and hence the spatial resolution is relatively coarse. Also, there are almost no studies of heavy snowfalls and blizzards, which are connected with both precipitation and average wind speed. The aim of the article is to reveal spatial and, partially, temporal characteristics of precipitation-related hazards in Vidin-Nikopol sector of the Danube floodplain. Several tasks were completed in order to achieve this aim. Annual course of studied meteorological hazards was revealed. Trends in heavy precipitation events were calculated. Maps of the spatial distribution of meteorological hazards for both the current period and the older period were drawn.

DATA AND METHOD

The borders of the studied area are defined by the borders of the Danube municipalities from Vidin to Nikopol. Data from 7 meteorological stations, 5 of which are located along the Danube – Novo selo, Vidin, Lom, Oryahovo, Svishtov and 2 in the southern part of the valley – Vratsa and Pleven were used in this research. Only several meteorological hazards in Vidin-Nikopol Danube floodplain sector were inves-

tigated in this article. They were defined as follows. Heavy precipitation over 30 mm/day is dangerous for agriculture. This type of precipitation causes intense erosion. A few consecutive rainfalls may also lead to floods. Heavy precipitation over 50 mm/day is dangerous for transport, agriculture and in most cases cause floods. Blizzards occur at average wind speed exceeding 10 m/s and snowfall over 15 mm. They are dangerous for the transport system. Heavy snowfall is defined when new snow cover of at least 20 cm is formed. It is also dangerous for the transport system. The period of study is from October 2001 to December 2012 and aims to describe the current status in terms of meteorological hazards. Heavy precipitation was investigated also in the period from 1953 to 1965 in order to determine whether there are any trends in its frequency. Only at station Pleven this period spans from 1953 to 1979. Cases of certain event have been counted using synoptic data, which are collected every 3 hours. Thus average frequencies of a given phenomenon were obtained on a monthly or annual basis. The study employs statistical methods such as trend analysis. Also mapping method was used for the analysis of the spatial distribution of meteorological hazards.

Hazard classes have been determined on the base of the results for the average frequencies of studied meteorological hazards. Hazard classes are as follows:

- 1 class (very low): 0–0.19 cases/month
- 2 class (low): 0.2–0.39 cases/month
- 3 class (medium): 0.4–0.59 cases/month
- 4 class (high): 0.6–0.79 cases/month
- 5 class (very high): >0.8 cases/month

RESULTS AND DISCUSSION

HEAVY PRECIPITATION OVER 30 MM/DAY

Figure 1 shows the annual course of the number of cases of precipitation over 30 mm/day for the current period at the seven studied meteorological stations. It could be seen that the number of cases increase in the period from May to October, which is due to the nature of precipitation during the warm half of the year, which originate from convective clouds or along fast moving cold front. In such cases, the intensity of precipitation is big, which results in large amounts in short periods of time. Also, it could be seen that higher number of cases of this hazard throughout the entire year is observed at the two stations located in the southern part of the valley – Vratsa and Pleven. This is due to their position, which is closer to the mountains (especially Vratsa) that have orographic influence on precipitation strengthening both frontal precipitation and convective precipitation. The figure shows that even in winter there is precipitation that is above the accepted limit. But, generally, the most serious hazard of heavy precipitation is during the warm half of the year.

Trends in the number of cases of heavy precipitation over 30 mm/day for the period 1953–2012 are shown in Fig. 2. It could be seen that, at nearly all stations, the frequency of this hazard has increased in recent years. The only exception, having negative trend, is station Svishtov. Obviously, the picture is different moving in eastern direction. But, given the extent of the area, it could be concluded that cases with heavy precipitation will increase against the background of higher air

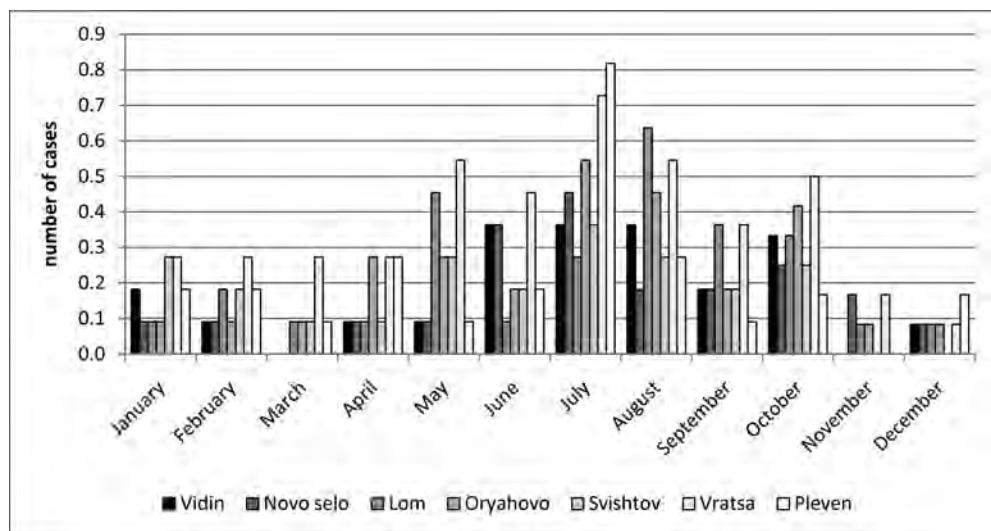


Fig. 1. Annual course of cases of heavy precipitation over 30 mm/day for the period 10.2001–12.2012

temperatures and lower annual precipitation. This will require adaptation measures and additional protection of the population and infrastructure against possible future floods.

Spatial distribution of the number of cases of precipitation over 30 mm/day for the current period is shown in Fig. 3. It could be seen that the number of cases of this hazard increases in southern direction. The lowest number of cases is observed

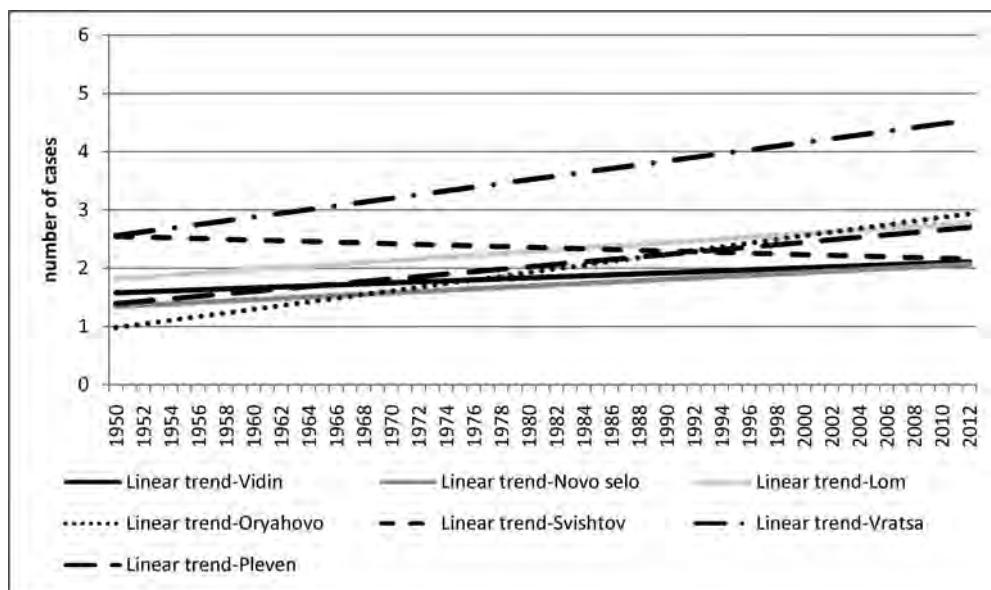


Fig. 2. Trends in cases of heavy precipitation over 30 mm/day for the period 1953–2012

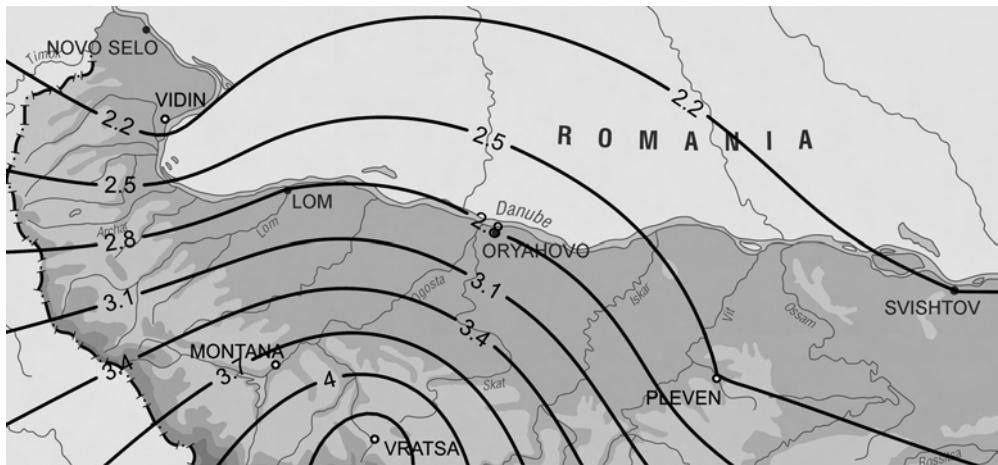


Fig. 3. Spatial distribution of cases of heavy precipitation over 30 mm/day for the period 10.2001–12.2012

at stations Novo seleno, Vidin and Svishtov, and the highest – at Vratsa. The causes for such a spatial distribution were explained in the comments on Fig. 1. Average annual number of cases with this hazard is from 2 to over 3 in the Danube municipalities.

Spatial distribution of the number of cases of heavy precipitation over 30 mm/day for the period 1953–1965 is shown in Fig. 4. It could be seen that the lowest frequency of this phenomenon has been observed in the region Oryahovo–Pleven – less than 1.6 cases per year. The greatest was the frequency in the region of Vratsa – more than 2.4 cases per year. This spatial distribution reveals some peculiarities. In the western half of the studied area the number of cases of this phenomenon increases from north to south, while in the eastern half this number increases from west to east. Comparison with the current period shows some pronounced trends that are

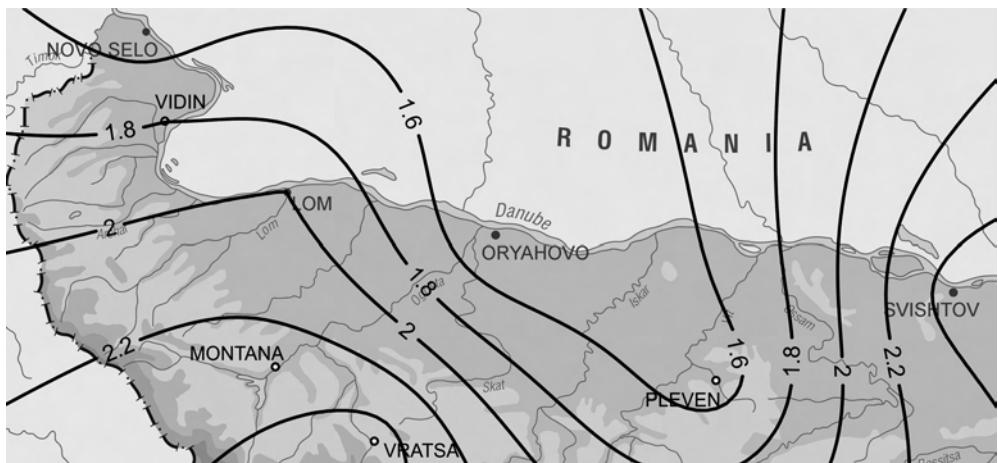


Fig. 4. Spatial distribution of cases of heavy precipitation over 30 mm/day for the period 1953–1965

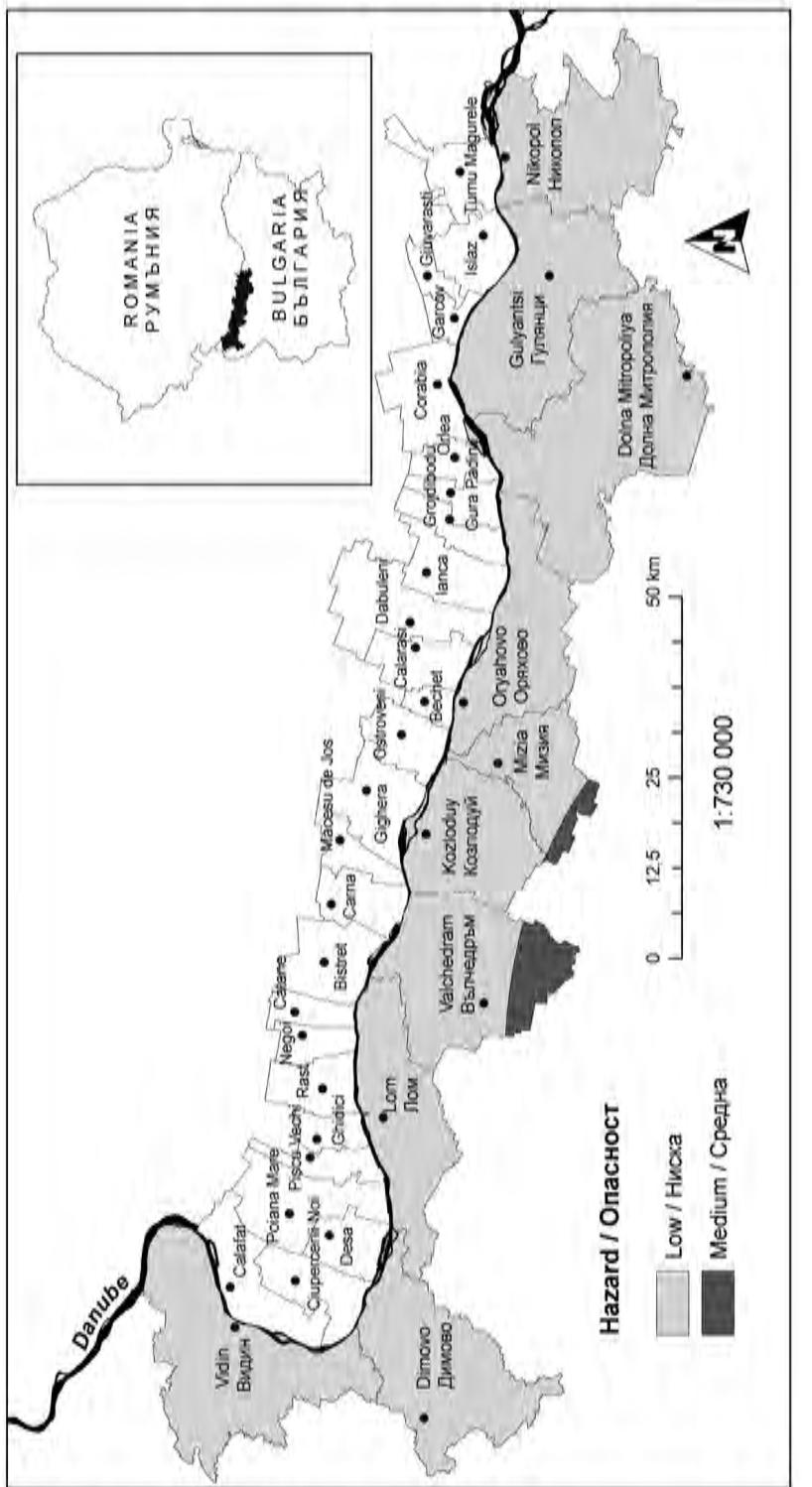


Fig. 5. Spatial distribution of hazard classes of precipitation over 30 mm/day (April-September) for the period 10.2001–12.2012
in Vidin-Nikopol Danube floodplain sector

visible also in Fig. 2. All in all, the frequency of heavy precipitation over 30 mm/day increases everywhere except in the eastern part of the studied area. This leads to a more homogeneous spatial distribution and a clear increase of the frequency only in south direction.

The annual course of the number of cases of precipitation over 30 mm/day shows that their maximum is in the period from April to September, which is due to the nature of precipitation during the warm half of the year, which originates from convective clouds or along fast moving cold front. That is why Fig. 5 shows hazards, connected with this phenomenon, only in the warm half of the year (April-September). It could be seen that the most of the studied area is characterized by low hazard (class 2). This means that there are about 2 rainfalls of this type per year. Only the southern parts of municipalities Valchedram and Misia are characterized by medium hazard (class 3), which means that there are about 3 such rainfalls in the warm half of the year.

HEAVY PRECIPITATION OVER 50 MM/DAY

Figure 6 shows the annual course of the number of cases of precipitation over 50 mm/day for the current period in the research area. As should be expected this hazard is quite rare and occur mainly in July and August and not at all stations. This type of precipitation, however, almost certainly leads to a flooding. Again, stations with higher frequencies are Vratsa and Pleven, but some stations along the Danube River also show high values in summer months. The figure reveals that such heavy precipitation is possible even in winter months. But the main danger of flooding remains in the warm half of the year and especially in summer.

Figure 7 shows trends in the number of cases of heavy precipitation over 50 mm/day for the period 1953–2012. The picture here is more diversified. The most stations maintain their positive trends of the number of cases of this phenomenon. Svishtov,

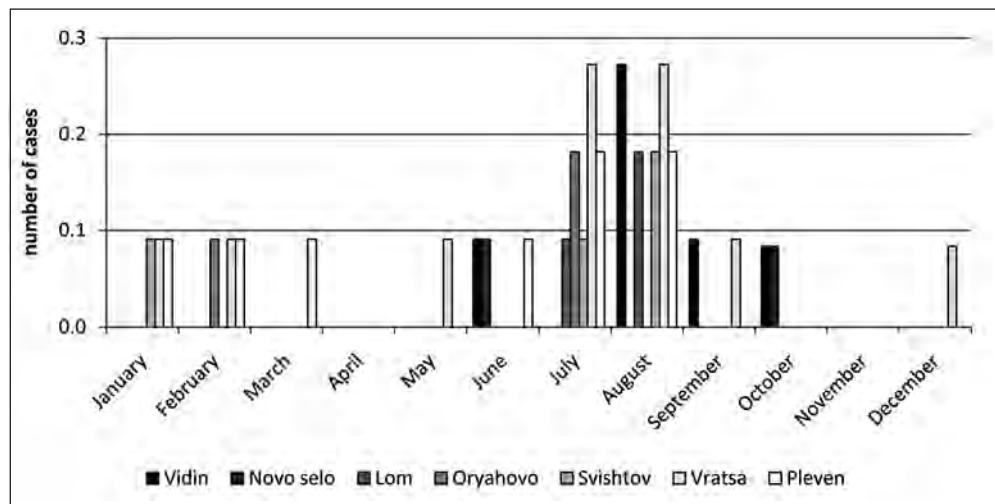


Fig. 6. Annual course of cases of heavy precipitation over 50 mm/day for the period 2001–2012

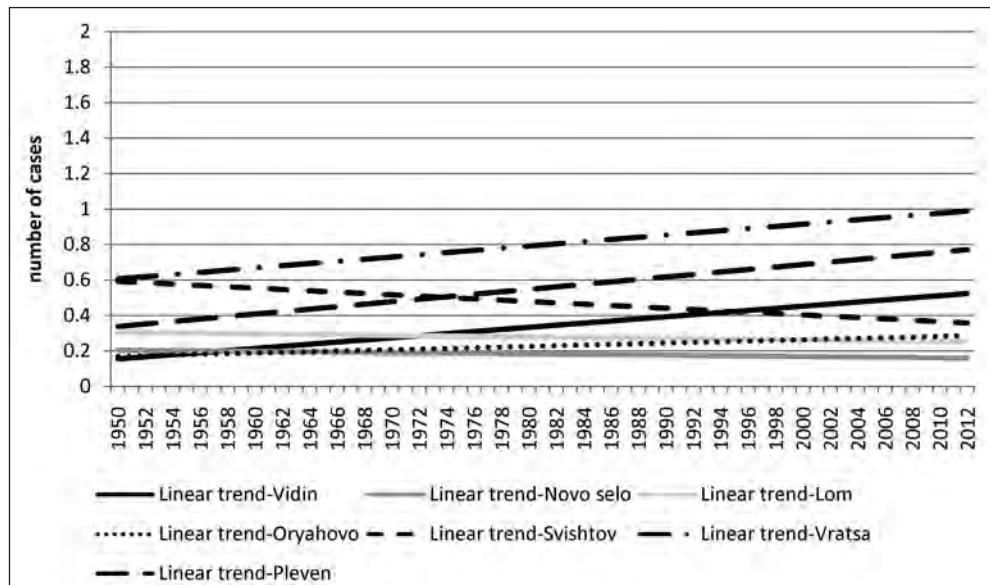


Fig. 7. Trends in cases of heavy precipitation over 50 mm/day for the period 1953–2012

again, has a decreasing trend together with stations Novo selo and Lom. This is probably due to the relatively lower frequency of this meteorological hazard and as a result – of the relative randomness of its distribution. I.e. it is difficult to make a solid projection of this hazardous climatic element.

Figure 8 shows spatial distribution of the number of cases of precipitation over 50 mm/day for the current period. It could be seen, compared to Fig. 3, that there is a serious reduction in the average annual number – it is between 0.2 and 0.6 for

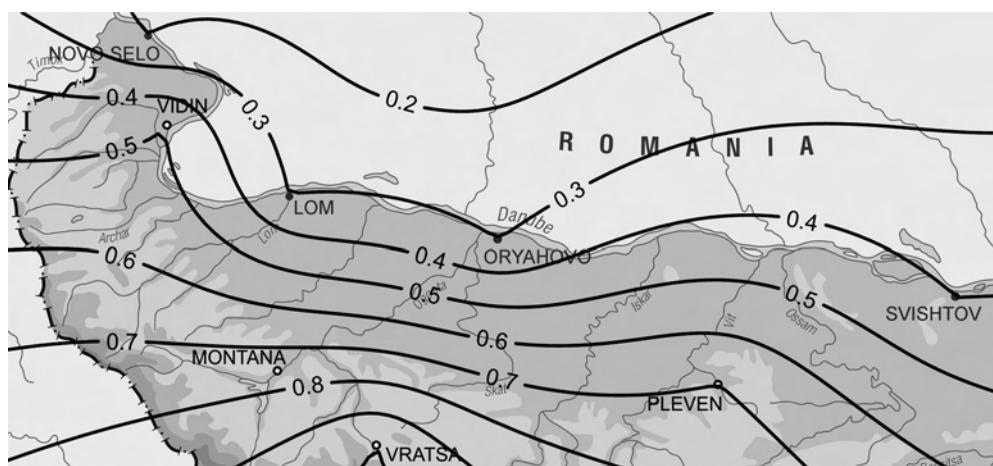


Fig. 8. Spatial distribution of cases of heavy precipitation over 50 mm/day for the period 10.2001–12.2012

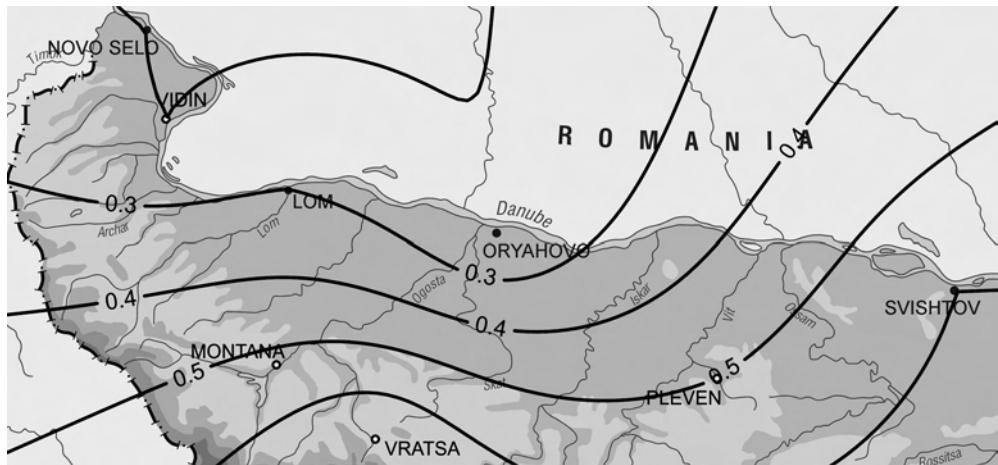


Fig. 9. Spatial distribution of cases of heavy precipitation over 50 mm/day for the period 1953–1965

this sector of the Danube floodplain. This means that there may be years without the occurrence of such dangerous meteorological phenomenon. The spatial distribution shows an increase of the number of cases in southern direction. This is due to the proximity of these areas to the mountain range.

Spatial distribution of the number of cases of heavy precipitation over 50 mm/day for the period 1953–1965 is shown in Fig. 9. It could be seen that the lowest frequency of this phenomenon has been observed in the region of Vidin – about 0.2 cases per year. The greatest was the frequency in the regions of Vratsa and Svishtov – around and above 0.6 cases per year. This spatial distribution reveals an increase of the number of cases in south and east directions. Comparison with the current period shows an increase of the frequency of heavy precipitation over 50 mm/day in almost the entire region with the exception of its easternmost part. The increase is about 2 times in the western part. This leads to a more homogeneous spatial distribution and a clear increase of the frequency only in south direction.

The annual course of the number of cases of precipitation over 50 mm/day shows that their maximum is also in the period from April to September. That is why Figure 10 shows the hazards, connected with this phenomenon, only in the above mentioned period. The map reveals that all studied municipalities belong to class 1 – very low hazard. This means that such rainfall occurs once every one to two years.

BLIZZARDS

Figure 11 shows the annual course of the number of cases of blizzards for the current period in the research area. This hazard was examined only during the months from November to March as in the rest of the year there is no such phenomenon. Its frequency is highest in January and February, but it does not occur at every meteorological station. Overall, it could be concluded that this hazard, which is associated with strong winds, is not particularly typical for the studied sector of the Danube floodplain.

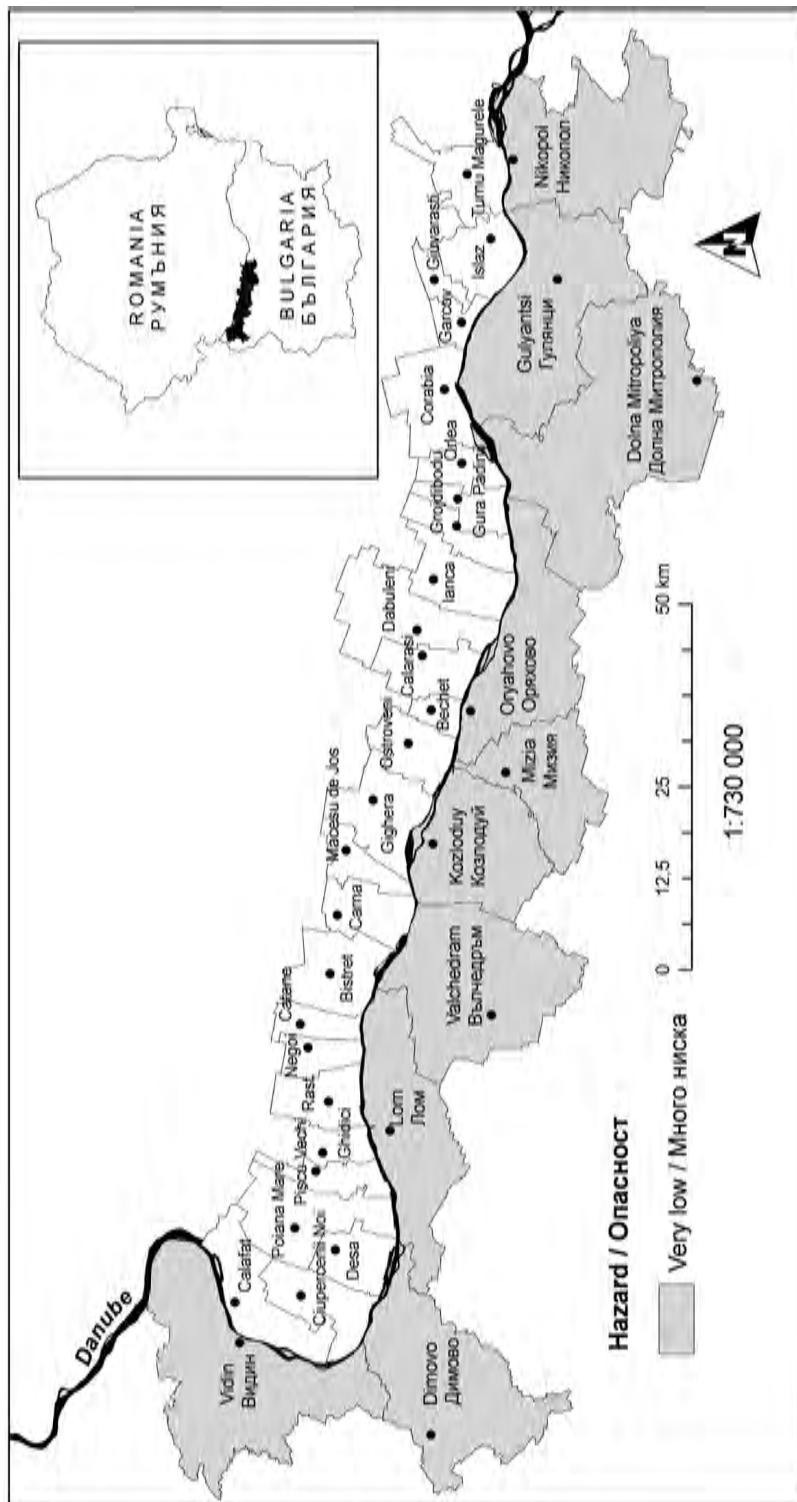


Fig. 10. Spatial distribution of hazard classes of precipitation over 50 mm/day (April-September) for the period 10.2001–12.2012 in Vidin-Nikopol Danube floodplain sector

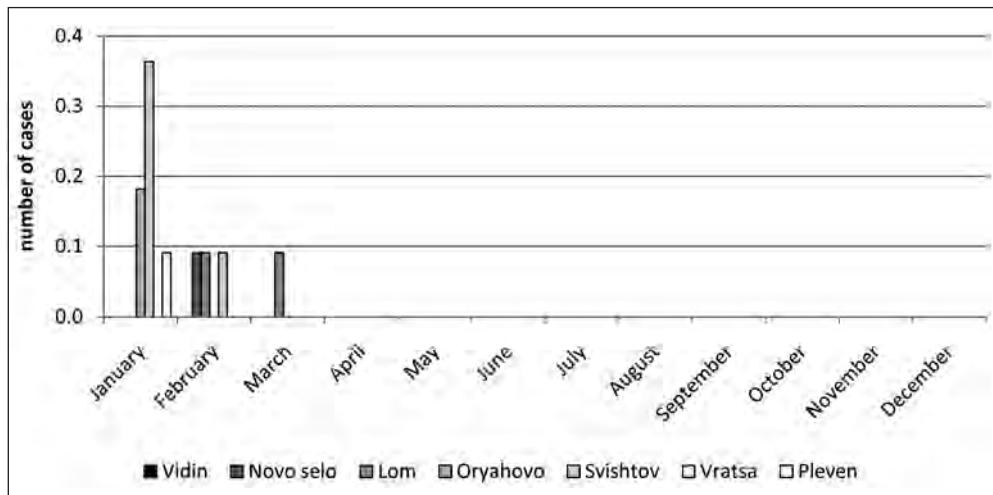


Fig. 11. Annual course of cases of blizzards for the period 10.2001–12.2012

Figure 12 shows spatial distribution of the number of cases of blizzards for the current period. It could be seen that the average number is extremely small – between 0 at station Vratsa and 0.5 at station Svishtov. This means that the phenomenon is rare in the research area and is rather unusual than a regular event. The frequency increases in eastern direction. The cause for such a spatial distribution is wind speed. Western part of the Danube floodplain is relatively protected from the strong winds by the two mountain ranges that surround it on the north and south – Carpathian and Balkan Mountains. This protection decreases in eastern direction and the frequency of strong winds in the cold half of the year increases.



Fig. 12. Spatial distribution of cases of blizzards for the period 10.2001–12.2012

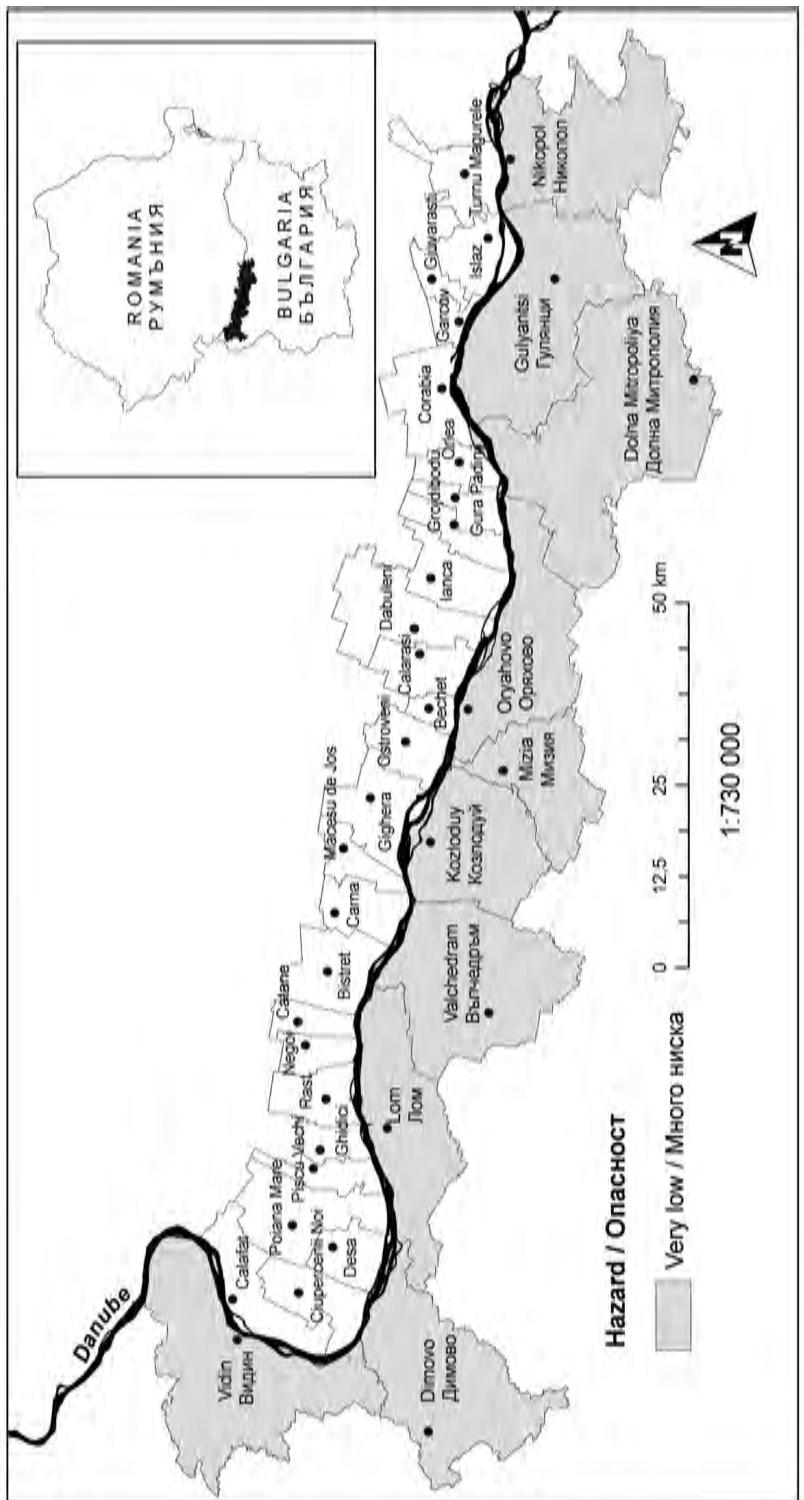


Figure 13 shows spatial distribution of the hazard (in months from November to March), associated with this phenomenon, in the studied area. It could be seen that all municipalities are characterized by very low hazard (class 1), which means that blizzards happen every few years, particularly in eastern municipalities.

HEAVY SNOWFALLS

Figure 14 shows the annual course of the number of cases of heavy snowfalls for the current period in the research area. Here, as in blizzards, only months from November to March were considered. The highest frequency of this hazard is during the months of December, January and February. It is present at all meteorological stations and should be taken into serious consideration as there could be negative consequences for the transport.

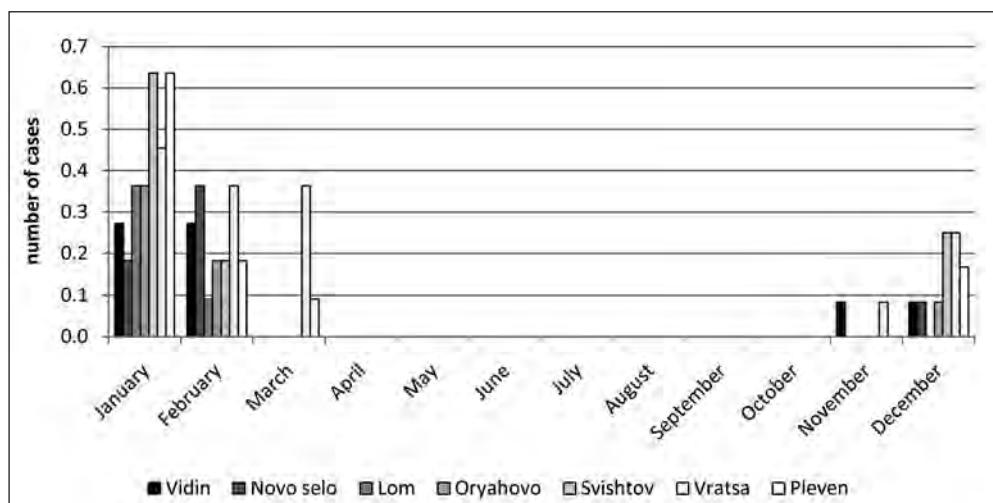


Fig. 14. Annual course of cases of heavy snowfalls for the period 10.2001–12.2012

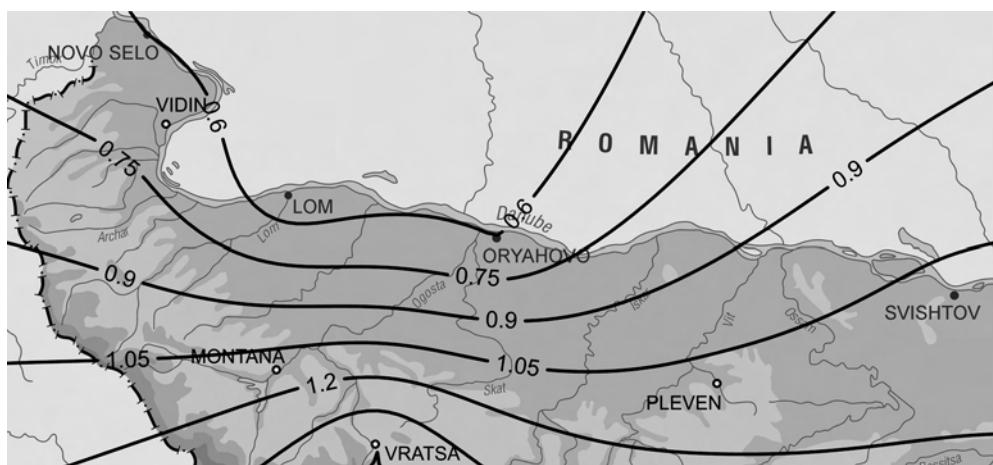


Fig. 15. Spatial distribution of cases of heavy snowfalls for the period 10.2001–12.2012

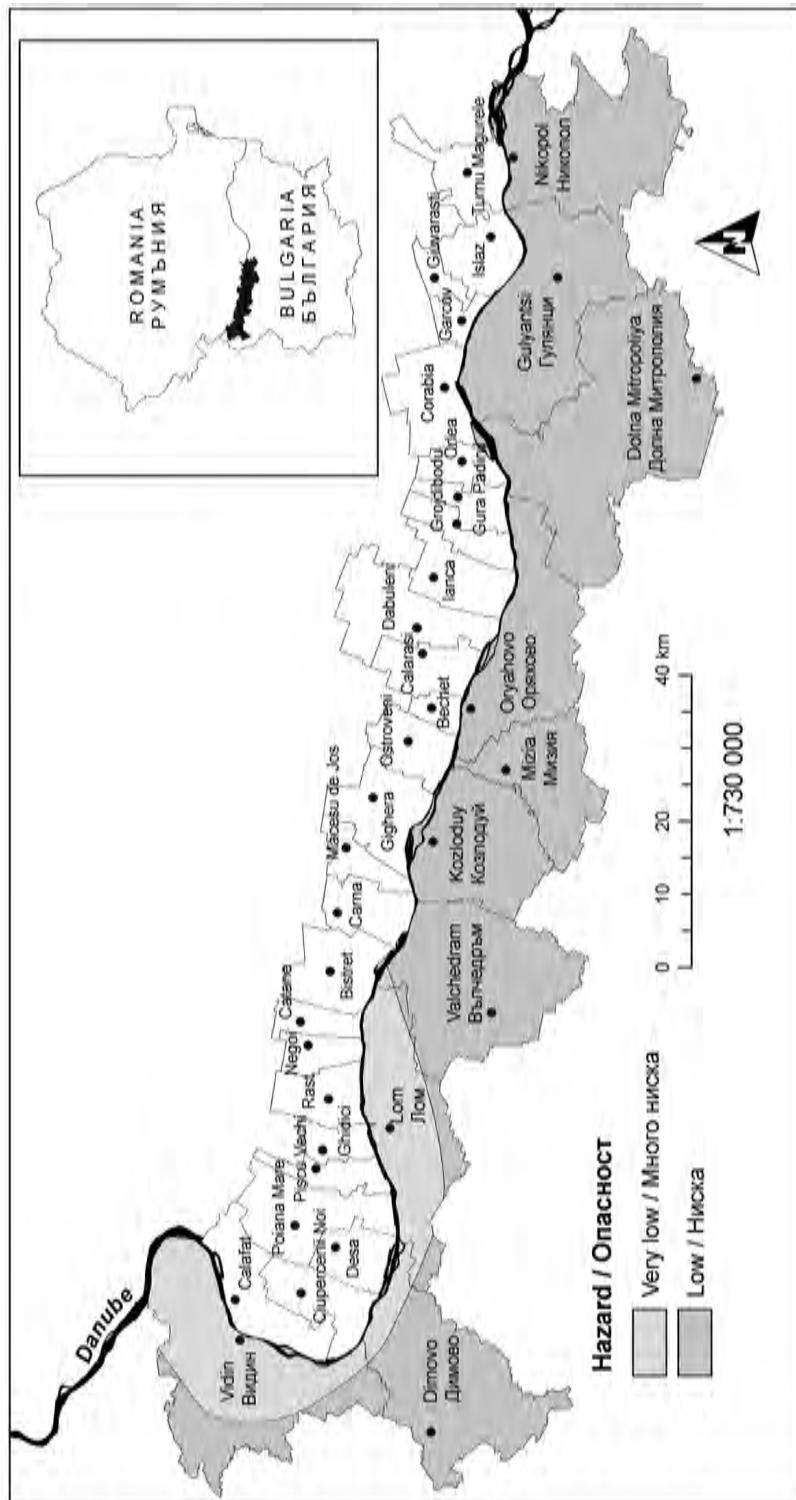


Fig. 16. Spatial distribution of hazard classes of heavy snowfalls (November-March) for the period 10.2001–12.2012 in Vidin-Nikopol Danube floodplain sector.

Figure 15 shows spatial distribution of the number of cases of heavy snowfalls for the current period. It could be seen again that the frequency increases in southern direction. The average annual number varies from 0.6 in the northernmost regions to more than 1 in the southern regions. This means that in the south, there is at least one case annually of such meteorological hazard, while the frequency in the north is one case per every two years. The orographic effect of the mountains is an essential factor.

Figure 16 shows the spatial distribution of the hazard (in months from November to March), associated with this phenomenon, in the studied area. It could be seen that almost the entire area of municipalities Vidin and Lom, and the northern part of the municipality Dimovo have very low hazard of occurrence of heavy snowfalls (class 1). This means that such snowfalls happen every year or two. The most western part of municipality Vidin, the southern parts of municipalities Dimovo and Lom as well as all other municipalities belong to class 2 (low hazard). This means that there are one or two cases of heavy snowfall per year.

CONCLUSIONS

The most of heavy precipitation occur in late spring, summer and early autumn. Its spatial distribution in this century shows increasing frequency from north to south. Trends, compared to the middle of the 20th century, reveal an increase of the frequency of these events in almost the entire studied area except the eastern part. This leads to a certain spatial redistribution. In the period 1953-1965, the frequency of heavy precipitation increases not only in south direction, but also in east direction. The hazard of heavy rainfall over 30 mm/day is low and the hazard of heavy rainfall over 50 mm/day is very low in almost the entire area during the warm half of the year. Only southern parts of municipalities Valchedram and Misia are characterized by medium hazard. Blizzards in the studied area are very rare and respectively the hazard is very low. Their frequency increases eastwards. Frequency of heavy snowfalls is greater with a maximum in January and February. Their spatial distribution shows an increase from north to south. The most of the area has low hazard of occurrence of this phenomenon. Exceptions are the eastern part of municipality Vidin and northern parts of municipalities Dimovo and Lom, which have very low hazard of occurrence of the phenomenon. All in all, the studied area has a relatively low level of hazard in terms of weather phenomena associated with precipitation. However, revealed tendencies, which suggest that the frequency and respectively the hazard of such events are increasing, raise some concerns.

REFERENCES

- B o c h e v a , L., C.G. G e o r g i e v , P. S i m e o n o v . 2007. A climatic study of severe storms over Bulgaria produced by Mediterranean cyclones in 1990–2001 period. – Atmospheric Research, Vol. 83, Iss. 2–4: 284–293.
B o c h e v a , L., I. G o s p o d i n o v , P. S i m e o n o v , T. M a r i n o v a . 2008. Climatological Analysis of the Synoptic Situations Causing Torrential Precipitation Events in Bulgaria

- during the Period 1961–2007. – In: Proc. Global Environmental Change: Challenges to Science and Society in Southeastern Europe – Intern. Conf., 19–21 May 2008, Sofia (CD version)
- Bocheva, L., P. Simeonov, I. Gospodinov, T. Marinova. 2008. Torrential Precipitation Events in Bulgaria: A Comparative Analysis for East Bulgaria. BALWOIS 2008, 27–31 May 2008, Ohrid, Republic Macedonia (CD version).
- Bocheva, L., T. Marinova, P. Simeonov, I. Gospodinov. 2009. Variability and trends of extreme precipitation events over Bulgaria (1961–2005) – Atmospheric Research, Vol. 93, Iss. 1–3: 490–497
- Nojarov, P. 2013. Identification of some meteorological hazards in Vidin-Nikopol floodplain sector. – In: Proceedings of International Scientific Conference “50 years University of Veliko Tarnovo “Sts. Cyril and Methodius”, 10.05.2013, Veliko Tarnovo (in print)
- Nojarov, P. 2013. Heavy precipitation hazard. In: Hazard Assessment and Mitigation in the Danube Floodplain (Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol Sector). Technical Guide, Sofia, TerART: 137–141
- Simeonov, P., L. Bocheva, T. Marinova. 2009. Severe convective storms phenomena occurrence during the warm half of the year in Bulgaria (1961–2006). Atmospheric Research, Vol. 93, Iss. 1–3: 498–505

*National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography,
Bulgarian Academy of Sciences
pnojarov@abv.bg*

ОПАСНОСТИ СВЪРЗАНИ С ВАЛЕЖИ В ДУНАВСКАТА РАВНИНА В РЕГИОНА ОТ ВИДИН ДО НИКОПОЛ – СЕГАШНО СЪСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ

П. Нојаров

(Р е з ю м е)

Изследваният район обхваща дунавските общини от Видин до Никопол. Използвани са данни от 7 метеорологични станции – 5 по течението на р. Дунав и 2 във вътрешността на равнината. Опасностите, разгледани в статията, са от интензивни валежи над 30 mm/ден и над 50 mm/ден, снегонавявания и интензивни снеговалежи. Основният период на изследване е от м. октомври 2001 г. до м. декември 2012 г. За разкриване на тенденциите при интензивните валежи е изследван и периодът от 1953 до 1965 г. В разработката са използвани основно статистически и картографски методи. Класовете опасност са определени на базата на средните честоти на явленията.

Повечето интензивни валежи от дъжд над възприетите граници се случват през късната пролет, лятото и ранната есен. Пространственото им разпределение през настоящия век е с увеличение на честотата в посока юг. Трендовете в сравнение със средата на миналия век показват увеличение на броя на тези явления в почти целия изследван район, с изключение на най-източната

му част. Това води и до съответното териториално преразпределение. След средата на ХХ в. честотата на интензивните валежи се увеличава освен от север на юг, също така и от запад на изток. Почти в цялата територия през топлото полугодие опасността от интензивни валежи над 30 mm/ден е ниска, а за валежи над 50 mm/ден – много ниска. Единствено най-южните части на общините Вълчедръм и Мизия се характеризират със средна опасност. Снегонавяванията в изследвания район са много редки. Тяхната честота се увеличава в източна посока. Опасността от това явление е много ниска. Честотата на интензивните снеговалежи е по-голяма с максимум през януари и февруари. Пространственото им разпределение показва увеличение от север на юг. По-голямата част от територията е с ниска опасност от случване на това явление. Изключение правят източната част на община Видин и северните части на общините Димово и Лом, които са с много ниска опасност от случването на такова явление. Като цяло изследваната територия има сравнително ниско ниво на опасност по отношение на метеорологичните явления, свързани с валежите. Притеснение, обаче, будят разкритите тенденции, които показват, че честотата на такива явления се увеличава и съответно ще се увеличава и опасността.

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИЗИСКВАНИЯ КЪМ АВТОРИТЕ**

Научното списание „Проблеми на географията“ се издава от Департамент География (бивши Географски институт) на НИГГГ при БАН от 1975 г. и е приемник на „Известия на Географския институт на БАН“ (1953–1974). Годишно се отпечатват 4 книжки, едната от които е на английски език. Публикуват се материали на български, английски, руски, френски и немски език.

В списанието се помещават статии с теоретико-методологичен характер и статии, представящи резултати от научни и приложни изследвания на български и чуждестранни учени по важни и актуални въпроси от всички клонове на географските науки и близки с тях области от научното познание. Публикуват се и научни съобщения, дискусационни материали, отзиви и рецензии. Всички материали се рецензират.

Редакционната колегия има следните изисквания към авторите, представящи ръкописи за печат:

1. Предлаганите статии да не са публикувани преди това.
 2. Научните статии се приемат от редколегията в напълно завършен вид, представени на хартиен и/или електронен носител.
 3. Научните статии да не бъдат по-големи от 18 стандартни страници (до 1850 знака, вкл. интервали), а научните съобщения и рецензии – не по-големи от 8 страници. В общия обем на статийте се включват текст, табличен и илюстративен материал, списък на използвана литература, анотация (до 0,5 страница) и резюме (до 1,5 страници, на български език или английски език).
 4. Текстовете да бъдат представени в цифров формат .doc на Word for Windows, с шрифт Times New Roman или Arial с големина 12 пункта, с разстояние между редовете 1,5.
 5. Илюстративният материал (цветен или черно-бял) да се представя в отделен файл във формат .jpg, .tiff, .psd, с високо качество.
 6. Списъкът на използвана литература да се съставя, като по азбучен ред първо се изписват имената на авторите и сборниците на кирилица, следвани от имената на авторите и сборниците на латиница.
- Редакционната колегия не носи отговорност за съдържанието на материалите във фактологично отношение и не връща ръкописи. В случаи на установено plagiatство отговорността е изцяло на авторите.

От редакционната колегия

Адрес на редакцията:

1113 София, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл.3, ет. III,
тел. 979 32 14 /Факс 870 02 04
Списание „Проблеми на географията“
E-mail: geopproblem@yahoo.com; iva_bot@yahoo.com
website: <http://niggg.bas.bg>

REQUIREMENTS TO THE AUTHORS

The Scientific Journal “Problems of Geography” has been issued by the Department of Geography (the former Institute of Geography) at the NIGGG at the Bulgarian Academy of Sciences (BAS) since 1974. Prior to this year the “Bulletin of the Institute of Geography-BAS” was published (1953–1974). Four volumes of the Journal come out annually of which the last one is only in English. Articles are published in Bulgarian, English, Russian, French and German.

The journal contains papers of theoretical and methodological importance or works, presenting the scientific results from research projects on topical problems in all spheres of geographic investigations and related scientific branches, which are conducted by Bulgarian and foreign scholars. It publishes scientific announcements, discussion materials, reviews and commentaries. All materials are reviewed.

The Editorial Board has the following requirements to the authors who submit their papers for publication:

1. The articles, submitted for publication, should not have been published before.
2. The scientific articles will be accepted by the Editorial Board if only they are completed and presented in their final version.
3. The articles shouldn't be larger than 18 standard pages (up to 1850 characters, including the character spacing) while the scientific announcements and reviews shouldn't exceed 8 pages. The total volume of the materials covers the text itself, the tables and the figures, the reference list, the annotation (not more than half a page) and the abstract (up to one page and a half in Bulgarian or English).
4. The texts have to be presented in digital format .doc-Word for Windows, Font Style Times New Roman or Arial, Size 12, line spacing 1.5.
5. The maps and diagrams (colour or black-and-white) have to be put under a separate file in format .jpg, .tiff, .psd, and are supposed to be of high quality.
6. The reference list is required to observe the following rules: the names of the authors, written in Latin, are to be followed by the proceedings, given in alphabetical order.

The Editorial Board is not responsible for the content of the papers, for their scientific reliability and does not send back manuscripts. In cases in plagiarism found is entirely the responsibility of the authors.

From the Editorial Board

Editor's Office Address:
1113 Sofia, Acad. G. Bonchev Street, block 3, floor 3
Tel. 979 32 14 / Fax 870 02 04
Journal “Problems of Geography”
E-mail: geoproblem@yahoo.com; iva_bot@yahoo.com
Website: <http://niggg.bas.bg>

ISSN 0204-7209

20727