

Национална пътна карта за научна инфраструктура

Кюстендил, 11-12.02.2026



Мониторинг на арсена в крайречни геосистеми

Цветан Коцев¹, Звезделина Марчева¹, Велимира Стоянова¹,
Асен Чорбаджиев²

¹Национален институт по геофизика, геодезия и география – БАН

²Институт по математика и информатика



Съдържание



1. Цел и екип на изследването
2. Арсенът (As) – глобален екологичен проблем
3. Арсенът в долината на р. Огоста
4. Система за мониторинг на водите
5. Обхват и сезонна динамика на As в грунтовите води
6. Прогнозно моделиране на съдържанията на арсен
7. Заключение
8. Следващи стъпки



Цели на мониторинга в долината на р. Огоста



1. Установяване на обхвата и сезонната динамика на замърсяването на грунтовите води с As
2. Прогнозно моделиране на съдържанията на арсен в речни и грунтови води на дневна база
3. Установяване на механизмите на въздействие на замърсените почви върху грунтовите и речните води





Работен екип



гл. ас. Звезделина Марчева
географ, хидролог



доц. Цветан Коцев географ,
ландшафтна екология



Матилда Крачуновска
географ



доц. Велимира Стоянова
географ, ГИС



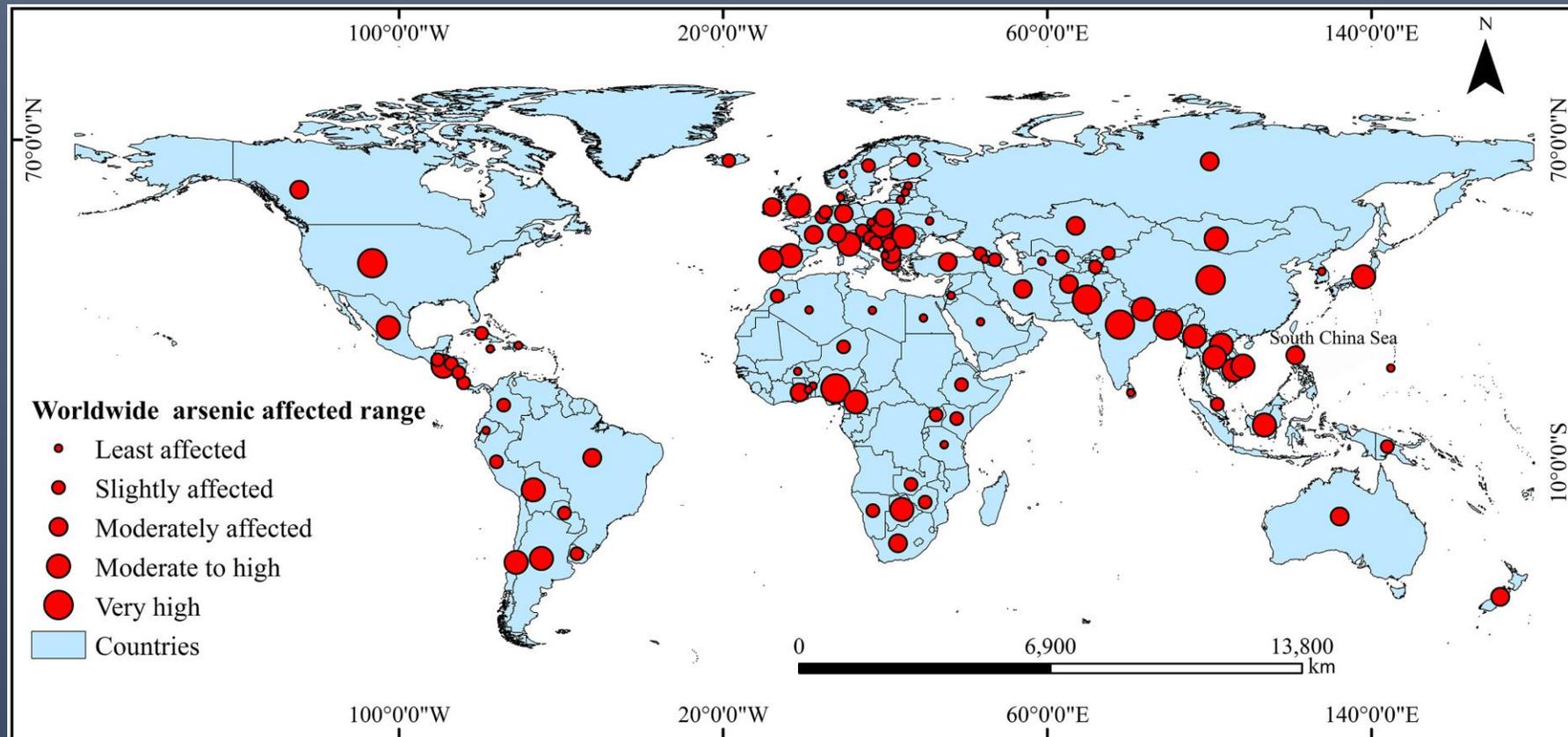
гл. ас. Гергана Методиева
географ



доц. Асен Чорбаджийски
математик, статистика



Арсенът – глобален екологичен проблем



After Shaji et al. (2021)

- 108 държави са засегнати от замърсяване с As в подземните води ($As > 10$ ppb), включително 31 държави в Европа (Shaji et al., 2021).
- От 94 до 220 милиона души са потенциално изложени на високи концентрации на арсен (Podgorski et al., 2020).



Арсенът – глобален екологичен проблем



Аварийните разливи от хвостохранилища увеличават своята честота в световен мащаб



Fundão accident, Brazil 2015

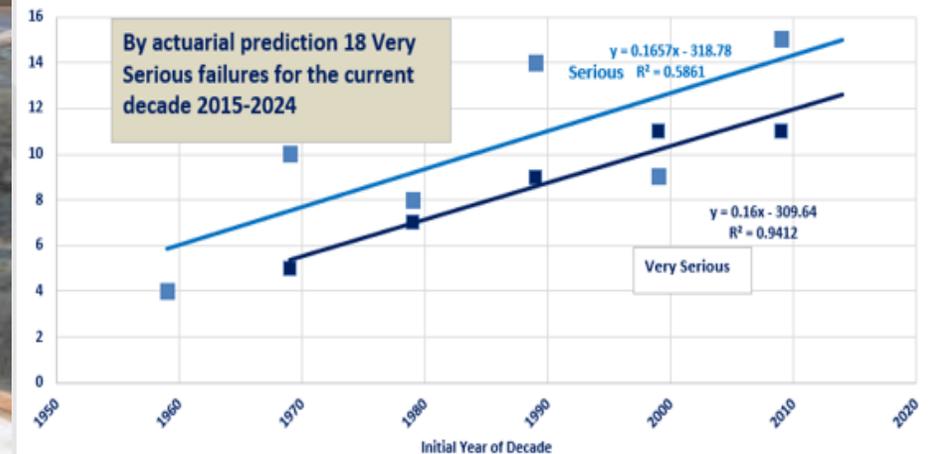


Feijao accident, Brazil 2019



Aznalcóllar tailings dam failure (Spain), 1998

FIG 3 VERY SERIOUS AND SERIOUS FAILURES BY DECADE 1950-2018





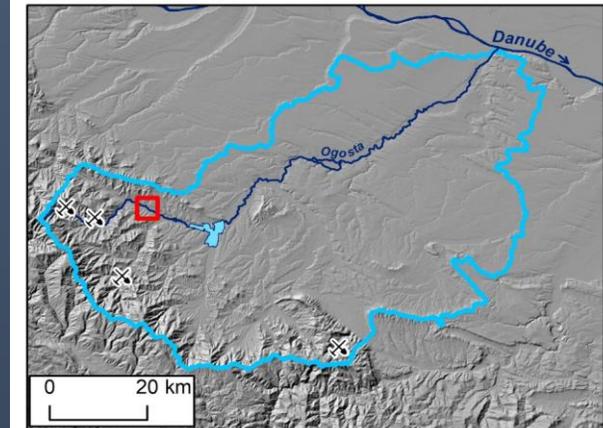
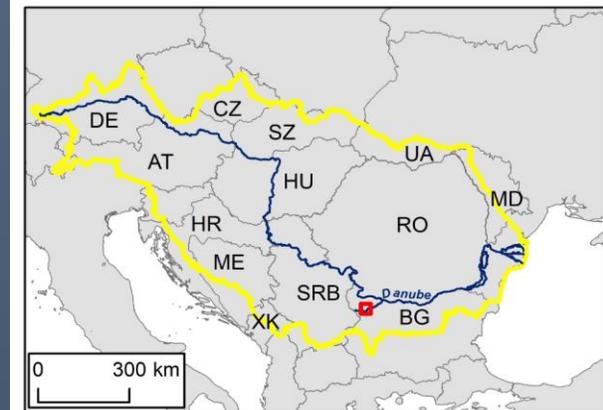
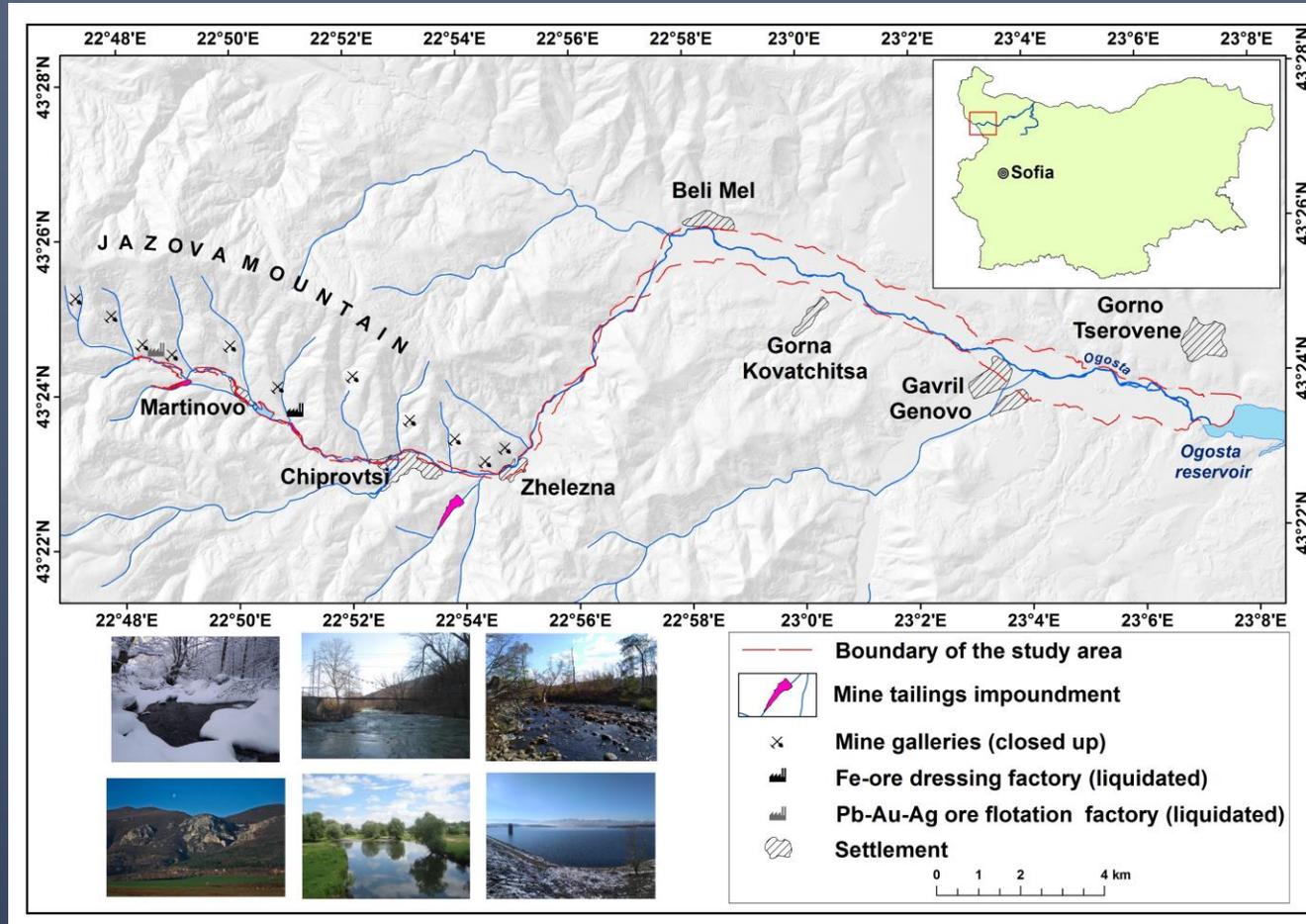
Арсенът в долината на р. Огоста



Дообив на Fe и Au руди 1951-1999 г.

Аварийно изпускане на 100 000 куб.м хвост през 1964г.

Заустване на минния отпадък в р. Огоста, 1964-1979 г.



— Danube basin — Ogosta River basin



Арсенът в долината на р. Огоста

5 наводнения
1964-1970 г.

Алувиални
наслаги
замърсени с
хвостови утайки



р. Огоста, април 2014



Photo: Ruben Kretzschmar





Арсенът в долината на р. Огоста



Почва на първа активна заливна тераса

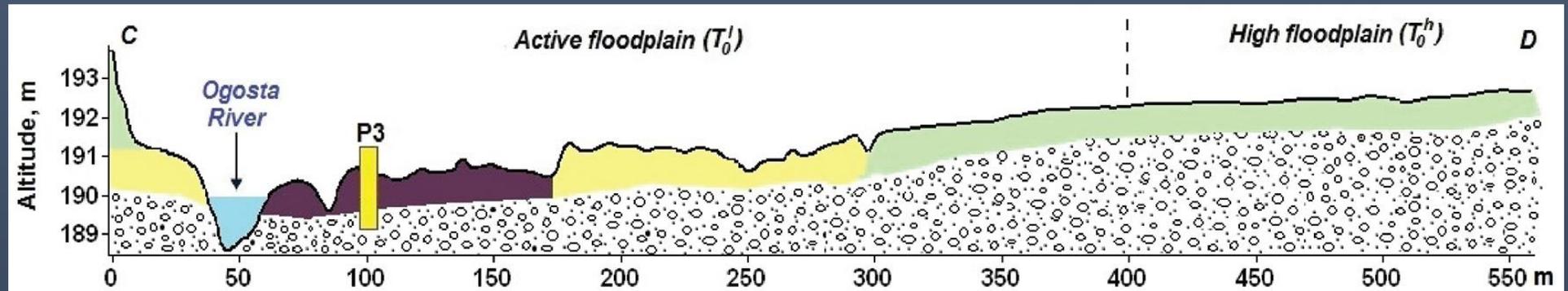
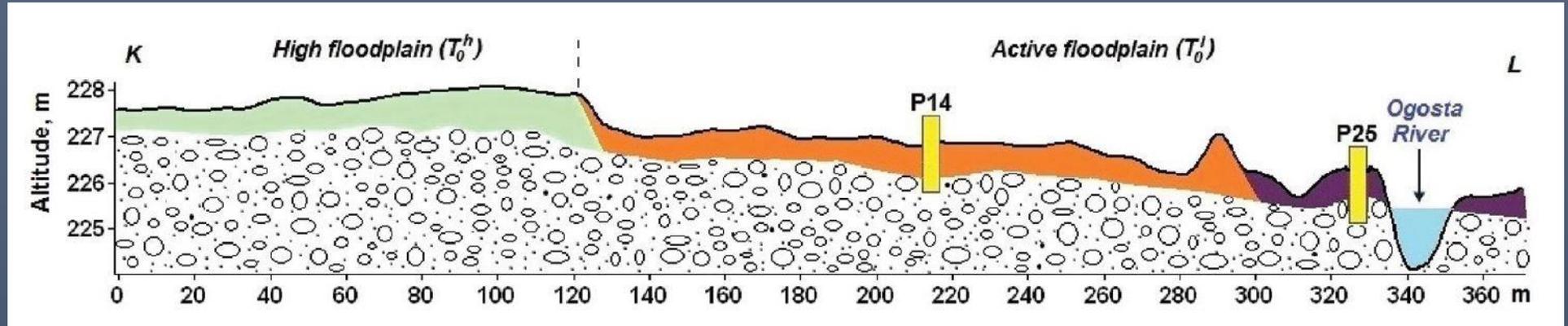
As >900 mg/kg

Почва на втора активна заливна тераса

As 90-900 mg/kg

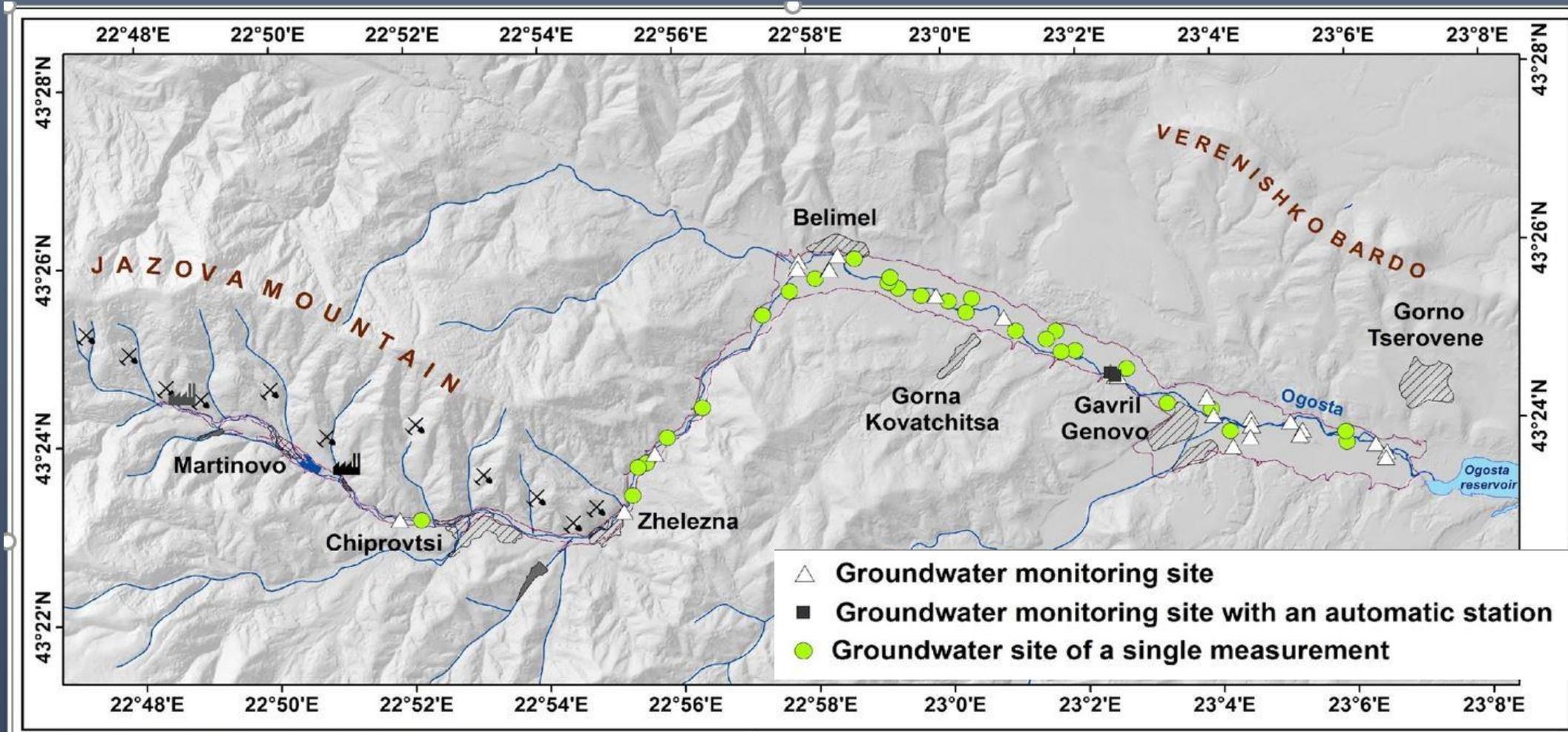
Почва на висока заливна тераса

As <90 mg/kg





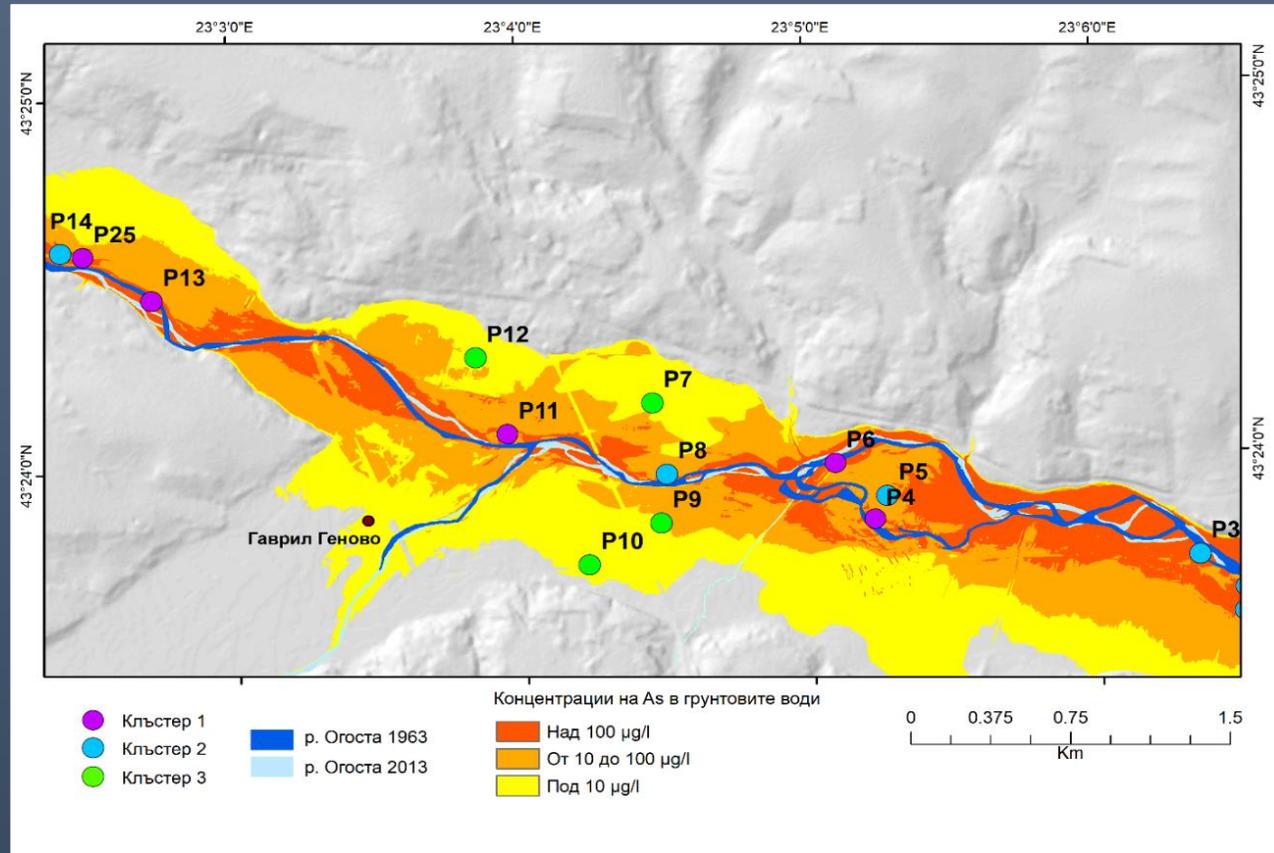
Пунктове за изследване на грунтовите води



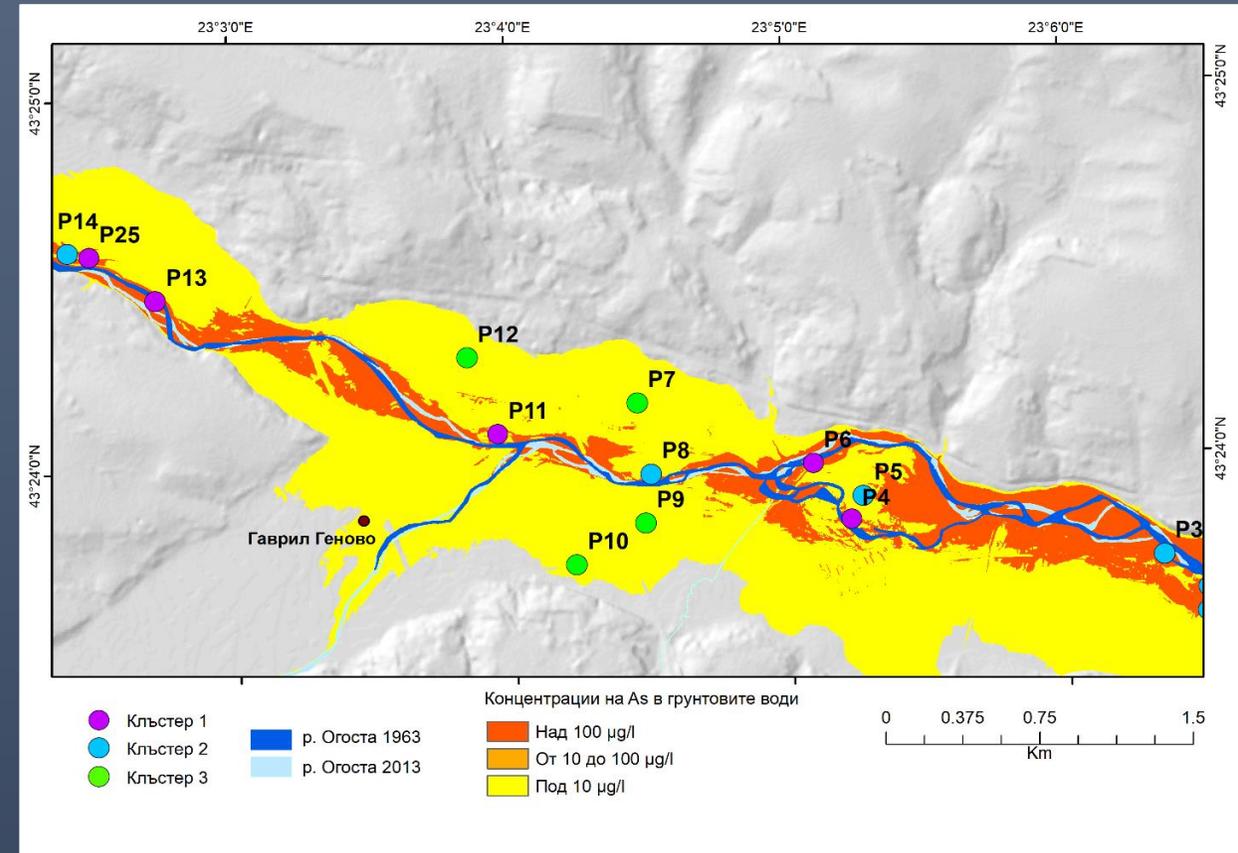
28 пункта за еднократно измерване – юли, 2014; 25 пункта за мониторинг – от 2014 г; 3 телеметрични системи – от 2016 г.



Обхват и сезонна динамика на замърсяването с As на грунтовите води



Очаквани съдържания на As през месец март



Очаквани съдържания на As през месец юли

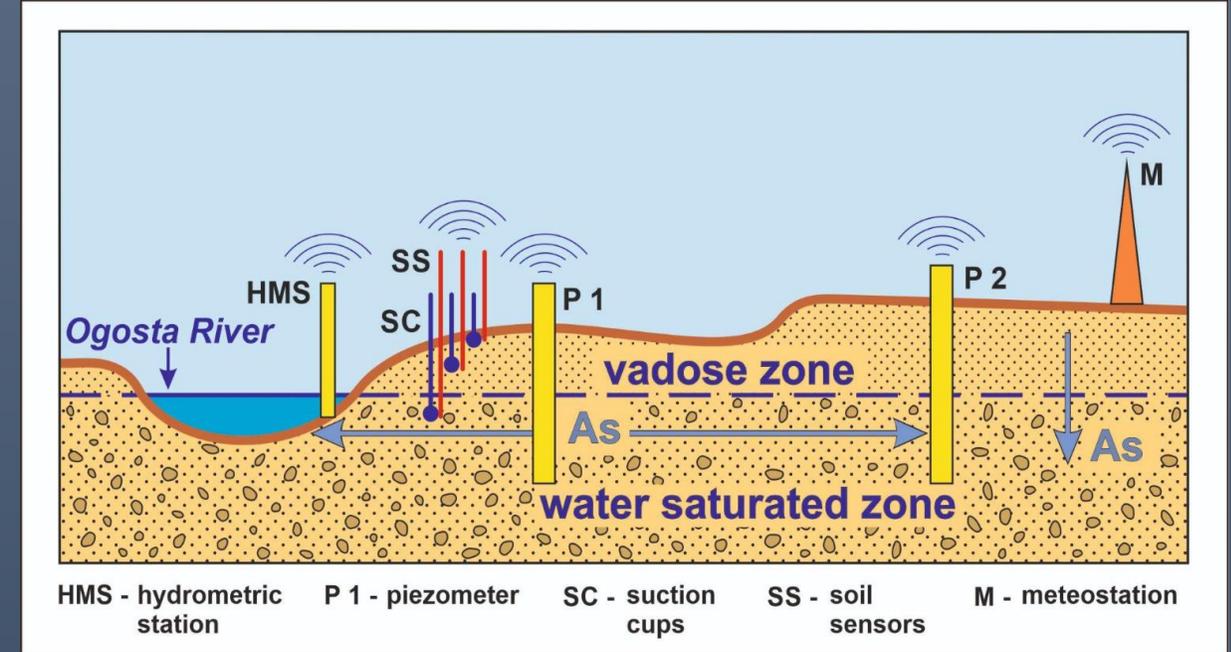


Телеметрична система за мониторинг на речните, грунтовете и почвените води



Наблюдавани показатели:

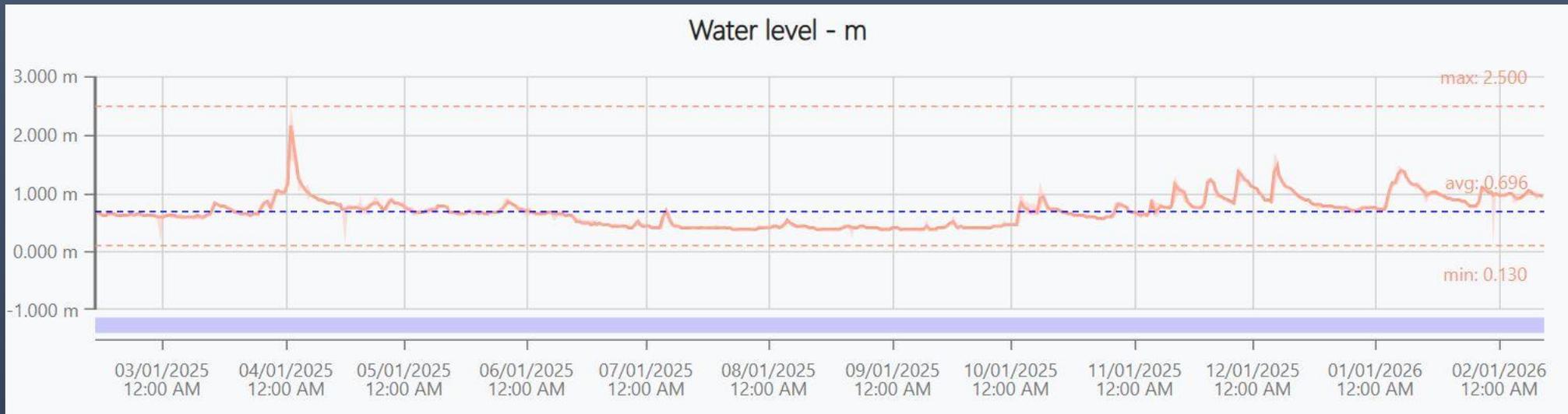
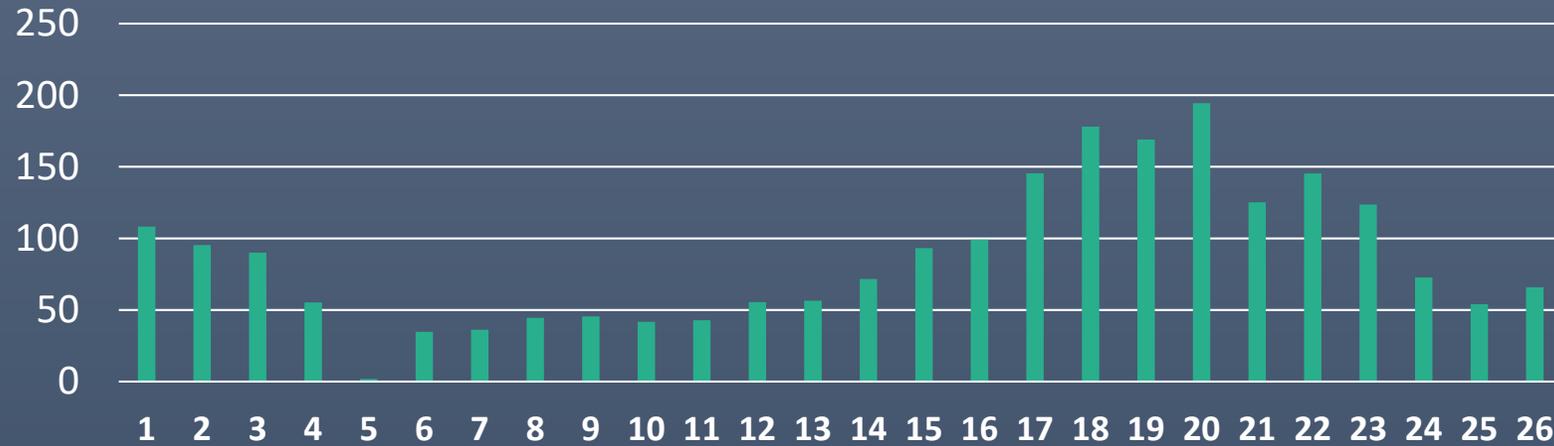
- Водно ниво
- Температура
- Электропроводимост
- рН
- Окислително-редукционен потенциал
- Разтворен кислород
- Валежи
- Измерване на 30 min





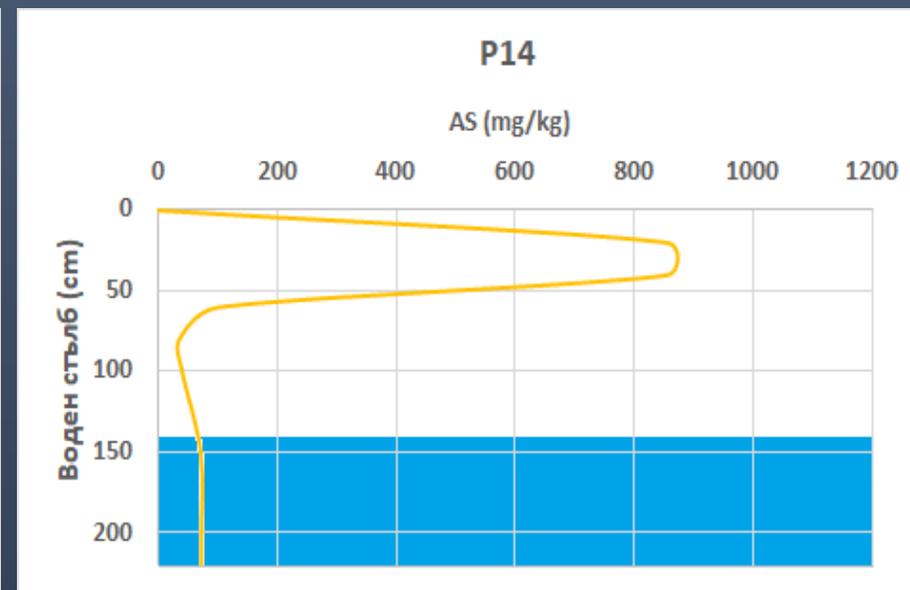
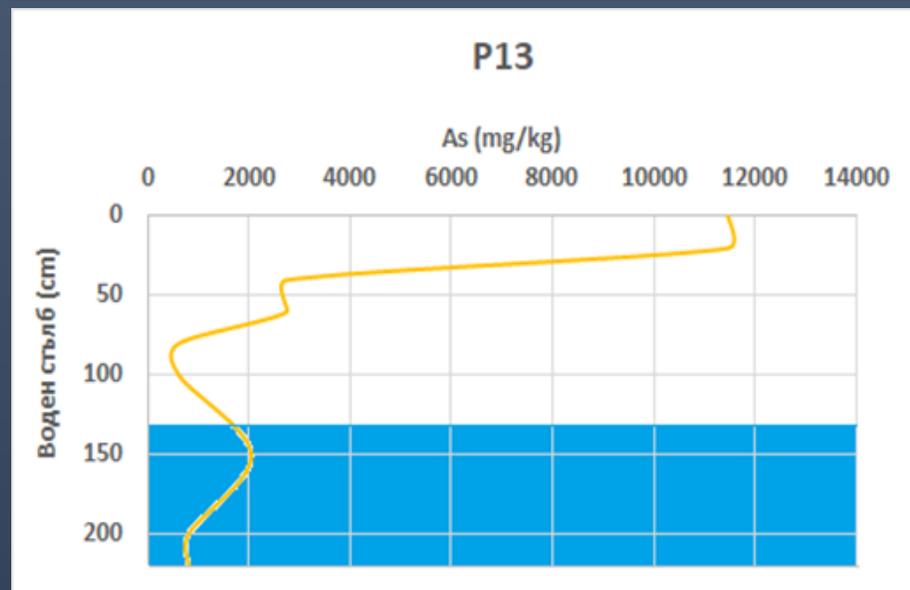
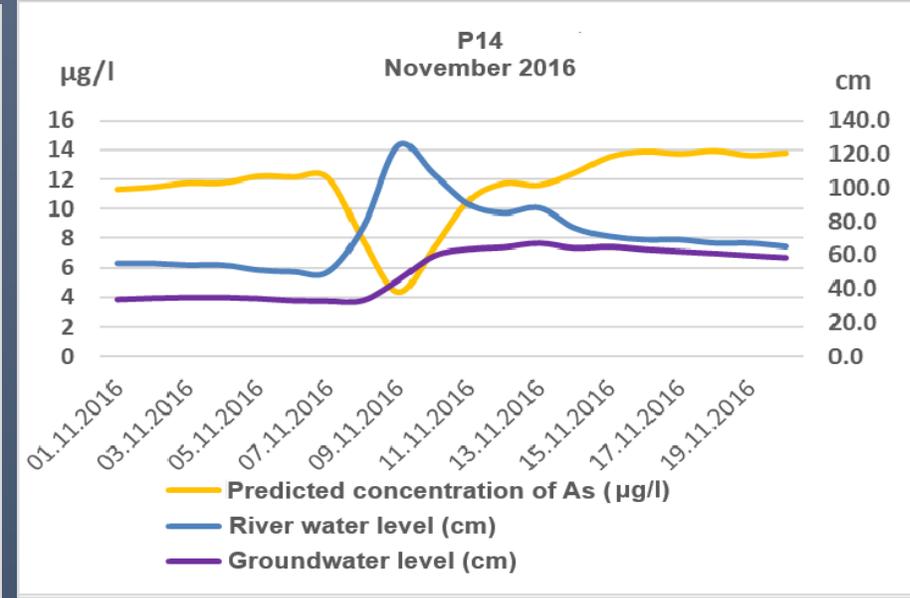
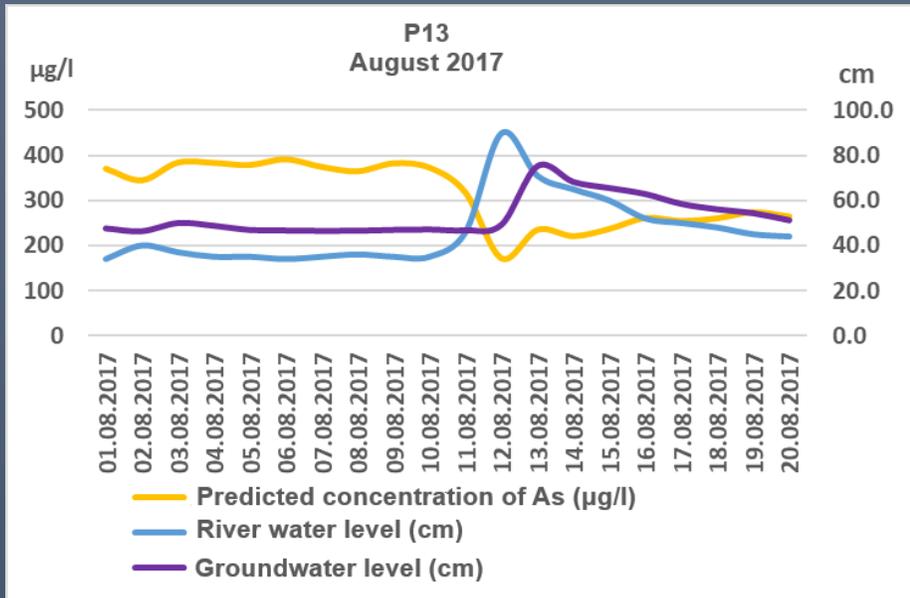
Мониторингови данни 2024 – 2025 г.

Река (P13R) - As [$\mu\text{g/L}$]



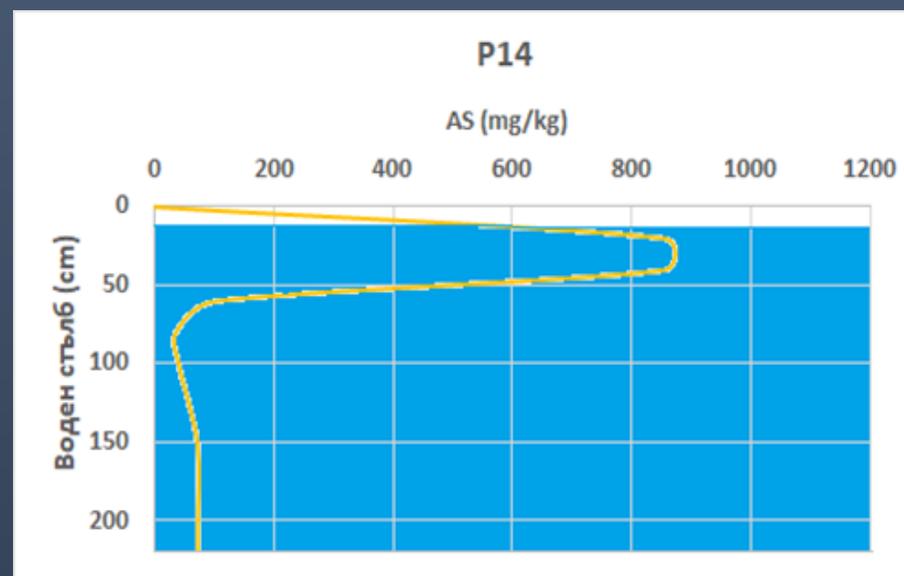
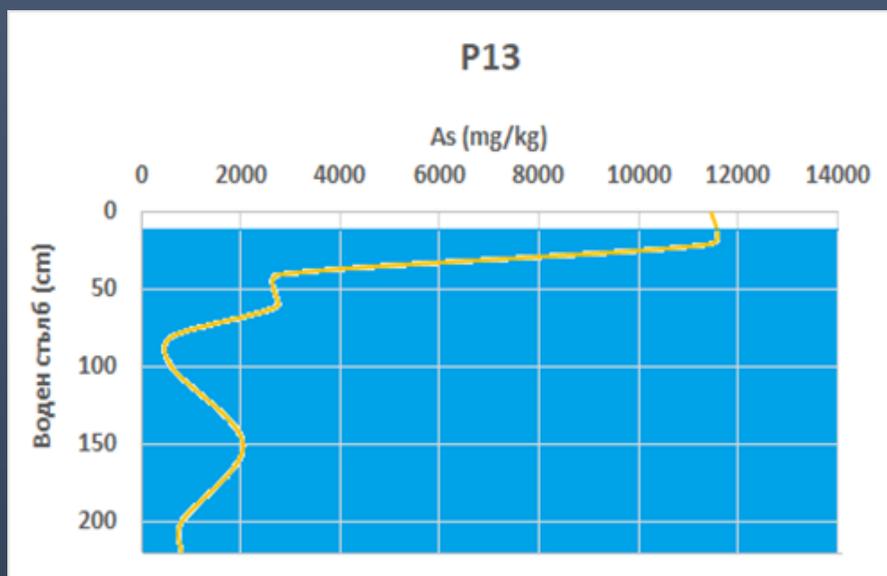
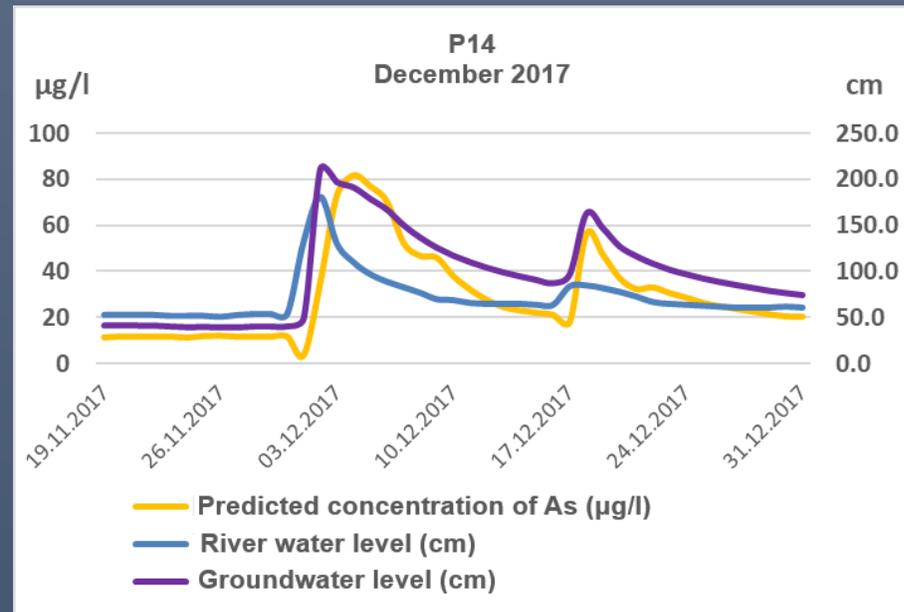
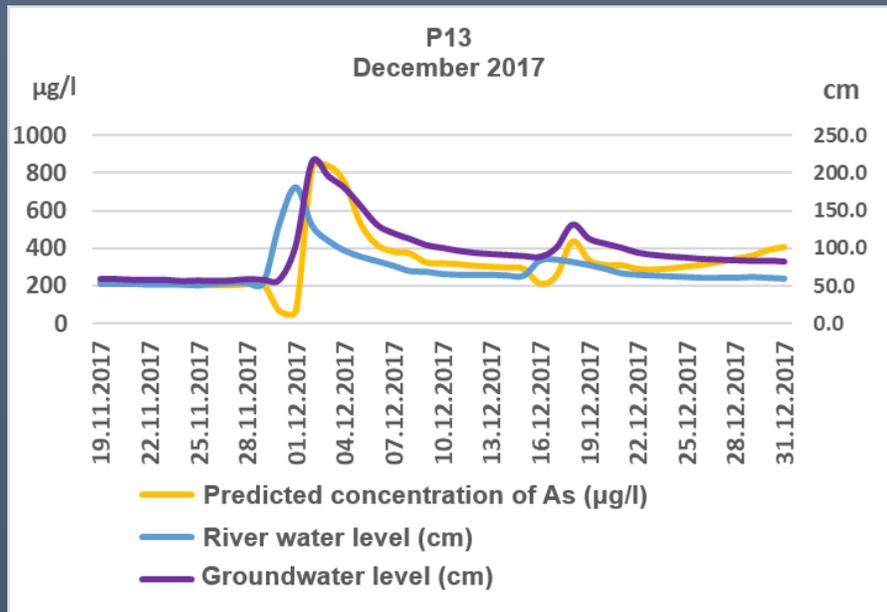


Динамика на арсена по време на слаби прииждания





Динамика на арсена по време на значими прииждания





Заклучение



Долината на р. Огоста предоставя условия за превръщането ѝ в научен полигон за изследване на поведението на арсена в замърсени с хвост крайречни геосистеми

Мониторинговата система позволява изследване както на пространствените аспекти на замърсяването с арсен, така и на процесите свързани с неговата мобилизация и транспорт в системата река – заливна тераса

В съчетания с действаща телеметрична мониторингова система на водите, създадените модели могат да се използват за предоставяне на данни за нивата на арсен в речните и грунтовите води в близко до реално време

Поддържането на системата за наблюдение на водите изисква постоянен финансов и човешки ресурс





Следващи стъпки



1. Възстановяване на системата за почвен мониторинг
2. Оформянето на резултатите от изследванията като продукти и услуги в платформата на НИГГ
3. Създаване на уеб-базирано приложение с прогноза на съдържанието на арсен в река Огоста
4. Изследване на денонощните цикли на арсена в речните и грунтовите води
5. Прилагане на създадените модели в други речни геосистеми
6. Използване на данните от мониторинга за оценка на екосистемни услуги свързани с качеството на водите





Публикации в индексирани издания



СПИСАНИЕ НА БЪЛГАРСКОТО ГЕОЛОГИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО,
год. 86, кн. 3, 2025, с. 182–191
REVIEW OF THE BULGARIAN GEOLOGICAL SOCIETY,
vol. 86, part 3, 2025, p. 182–191



Modeling seasonal dynamics of arsenic in groundwater using regression tree: a case study from the Ogosta floodplain

Zvezdelina Marcheva^{1,2}, Tsvetan Kotsev², Kalina Radeva¹, Assen Tchorbadjieff^{3,4}

¹ Faculty of Geology and Geography, Sofia University "St. Kliment Ohridski", 15, Tzar Osvoboditel Blvd, Sofia 150
E-mails: zmaycheva@gea.uni-sofia.bg; kradeva@gea.uni-sofia.bg
² National Institute of Geophysics, Geodesy and Informatics – Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev St
1113 Sofia, Bulgaria; tkotsev@geophys.bas.bg
³ Institute of Mathematics and Informatics, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev Str., Block 8, 1113 S
Bulgaria; atchorbadjieff@math.bas.bg
⁴ Centre of Excellence in Informatics and Information and Communication Technologies, Sofia, Bulgaria

Marcheva, Z., T. Kotsev, K. Radeva, A. Tchorbadjieff. 2025. Modeling Seasonal Dynamics of Arsenic in Groundwater using Regression Tree: A Case Study from the Ogosta Floodplain. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 86, 3, 182. <https://doi.org/10.52215/rev.bgs.2025.86.3.182>.

Abstract. The present study aims to reveal the seasonal dynamics of arsenic in groundwater across the floodplain of the Ogosta River valley (Northwestern Bulgaria), an area affected by historical mining. The regression tree model was applied to a sample data from 218 groundwater samples collected from 20 monitoring wells between 2016 and 2022. The model describes and predicts the seasonal variability of arsenic in three geomorphological units: the low active floodplain, the high active floodplain, and the higher floodplain terrace – each exhibiting different degrees of soil and groundwater contamination. Predicted arsenic maxima in groundwater coincide with the high-water period, while minima are expected during summer low-flow period. Model evaluation demonstrates that the regression tree approach is a reliable tool for analyzing the seasonal dynamics of arsenic in shallow aquifers.

Keywords: groundwater pollution, aquifer, arsenic, regression tree, heavy metals.

Introduction

Arsenic contamination of groundwater is a significant environmental and public health concern, as groundwater serves as the primary source of drinking water for millions of people worldwide. Long-term exposure to elevated arsenic levels has been associated with various health effects, including cancer, cardiovascular disease, and neurological disorders (WHO, 2001; WHO, 2008).

Naturally occurring arsenic concentrations in groundwater are usually below 1 µg/L, but can reach up to 10 µg/L in some cases (Plant et al., 2006). In aquifers naturally enriched with arsenic, concentrations may exceed 5000 µg/L (Nordstrom, 2002; Al-Ahmad et al., 2000; Mukherjee et al., 2006). Elevated arsenic levels are frequently observed in mining areas where ore extraction and waste disposal have led to arsenic enrichment (Wurl et al., 2008).

Journal of the Bulgarian Geographical Society, Volume 48 (2023) 3–14



JOURNAL

OF THE BULGARIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

Modeling of arsenic dynamics in groundwater of a river floodplain contaminated with mine tailings: Ogosta River case, NW Bulgaria

Zvezdelina Marcheva^{1,*}, Tsvetan Kotsev¹, Assen Tchorbadjieff², Velimira Stoyanova¹

¹ National Institute of Geophysics, Geodesy and Informatics – Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria
² Institute of Mathematics and Informatics – Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria
* Corresponding author: aidarova.zvezdelina@gmail.com

Key words: alluvial aquifer contamination, generalized linear regression models, monitoring data

ABSTRACT

This study aims to reveal the arsenic dynamics in groundwater of a river floodplain contaminated with mine tailings under temperate climate conditions and natural river hydrodynamics. Arsenic concentrations were monitored in the primary morphological units of the floodplain in the upper stretch of the Ogosta River in NW Bulgaria. Iron, lead-silver, and gold mining heavily affected the river valley in the second half of the 20th century. We used groundwater monitoring data from 21 piezometers for the period 2016–2020. Based on the geochemical and geomorphological conditions in the valley, the piezometers were grouped into three clusters. Regression models were developed for each cluster and representative piezometers to predict arsenic concentrations. In the active floodplain, seasonal fluctuations in arsenic concentrations followed the river and groundwater regime. In this part of the valley floor, we determined two periods of elevated arsenic concentrations during the spring and autumn/winter seasons that coincide with high river water stages. Arsenic content in the groundwater of the higher floodplain was less dependent on the water level fluctuations but followed changes in redox potential, electrical conductivity, and water temperature. The obtained results showed the elaborated models as valuable tools for studying arsenic dynamics in alluvial aquifers of contaminated river floodplains. The suggested models can be used to monitor arsenic concentrations and

Research Article

3

PD



Благодаря за вниманието!

Фото: Нина Дякова