



УТОПИЈА? БИСТРИ ВОДИ, ЗЕЛЕН ИСТОК

**ИЗВЕШТАЈ
ОД АНАЛИЗАТА НА ВОДИ И РЕЧНИ
СЕДИМЕНТИ ОД РЕКА БРЕГАЛНИЦА**

Февруари, 2022
Штип

ИЗВЕШТАЈ ОД АНАЛИЗАТА НА ВОДИ И РЕЧНИ СЕДИМЕНТИ ОД РЕКА БРЕГАЛНИЦА

Број на извештај		Датум и место	14.12.2021 / Штип
Нарачател:	Здружение на граѓани МЕДИА ПЛУС – Штип E-mail: info@mediaplus.org.mk е-маил: info@mediaplus.org.mk		
Вршител на услугата:	Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип Факултет за природни и технички науки Лабораторија АМБИКОН- Кампус 2 ул. „Гоце Делчев“ бр. 89 Штип тел: 032 550-569; 032 550-584, е-mail: ambicon@ugd.edu.mk		
Општи податоци за мерното место	Пробите се земени во три временски на едно исто место во близина на населбата Македонка Координати: 7599111.4; 4625571,4		
Период на известување:	18.5.2021 до 22.11.2021		
Мерен параметар:	Органолептички и физичко хемиски својства на површинска вода		
Мерна метода/систем:	Периодично опропување на едно мерно место - анализа со: индуктивно спрегната плазма со масена спектрометрија, органолептичка метода, спектрофотометриска метода, гравиметриска метода		
Ниво на точност:	/		
Референтни документи	Уредба за класификација на водите, Dutch Target and Intervention Values, 2000 (the New Dutch List)		

Утопија? Бистри води, зелен Исток

Издава:

Здружение на граѓани Медиа Плус Штип

www.mediaplus.org.mk

e-mail: info@mediaplus.org.mk

Автор: проф. д-р Ѓорги Димов

Лектура: Весна Ристова

февруари, 2022

Публикацијата е дел од проектот „Утопија? Бистри води, зелен Исток“, финансиран од Фондацијата Отворено општество – Македонија. Содржината на оваа публикација е одговорност на издавачот и авторот и не ги одразува ставовите на Фондацијата Отворено



FOUNDATION ФОНДАЦИЈА
OPEN ОТВОРЕНО
SOCIETY ОПШТЕСТВО
MACEDONIA МАКЕДОНИЈА

Содржина

1. ВОВЕД.....	5
2. ЦЕЛИ И ОПФАТ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	5
3. ОСНОВНИ ИНФОРМАЦИИ ЗА Р . БРЕГАЛНИЦА.....	7
5. РЕЗУЛТАТИ	19
Мислење и интерпретации	22

1. ВОВЕД

Во рамките на проектот „Утопија? Бистри води, зелен Исток“, направена е соработка помеѓу Универзитетот „Гоце Делчев“ и Здружение на граѓани МЕДИА ПЛУС – Штип. Соработката се однесува на одредување на квалитетот на водите и седиментите од река Брегалница.

Река Брегалница, како и останатите реки во РС Македонија, е под голем притисок на полутанти од различни извори. Секојдневно слушаме за лошите состојби на реките во државата, за нетретирани испуштања на комунални и индустриски отпадни води, помор на риби, ниво на водата под биолошки минимум итн. Сето ова влијае на квалитетот на реките и се доведува во прашање и употреба на водата од нив.

Од овие причини во рамките на „Утопија? Зелен Исток, бистри води“, е спроведен основен мониторинг на квалитетот на водата и седиментот на река Брегалница. Истражувањето е спроведено на едно мерно место во три периоди од годината на пролет, лето и есен. Пролетниот мониторинг е извршен во време на поголем водостој, а летниот и есенскиот во време на ниска кота на нивото на реката.

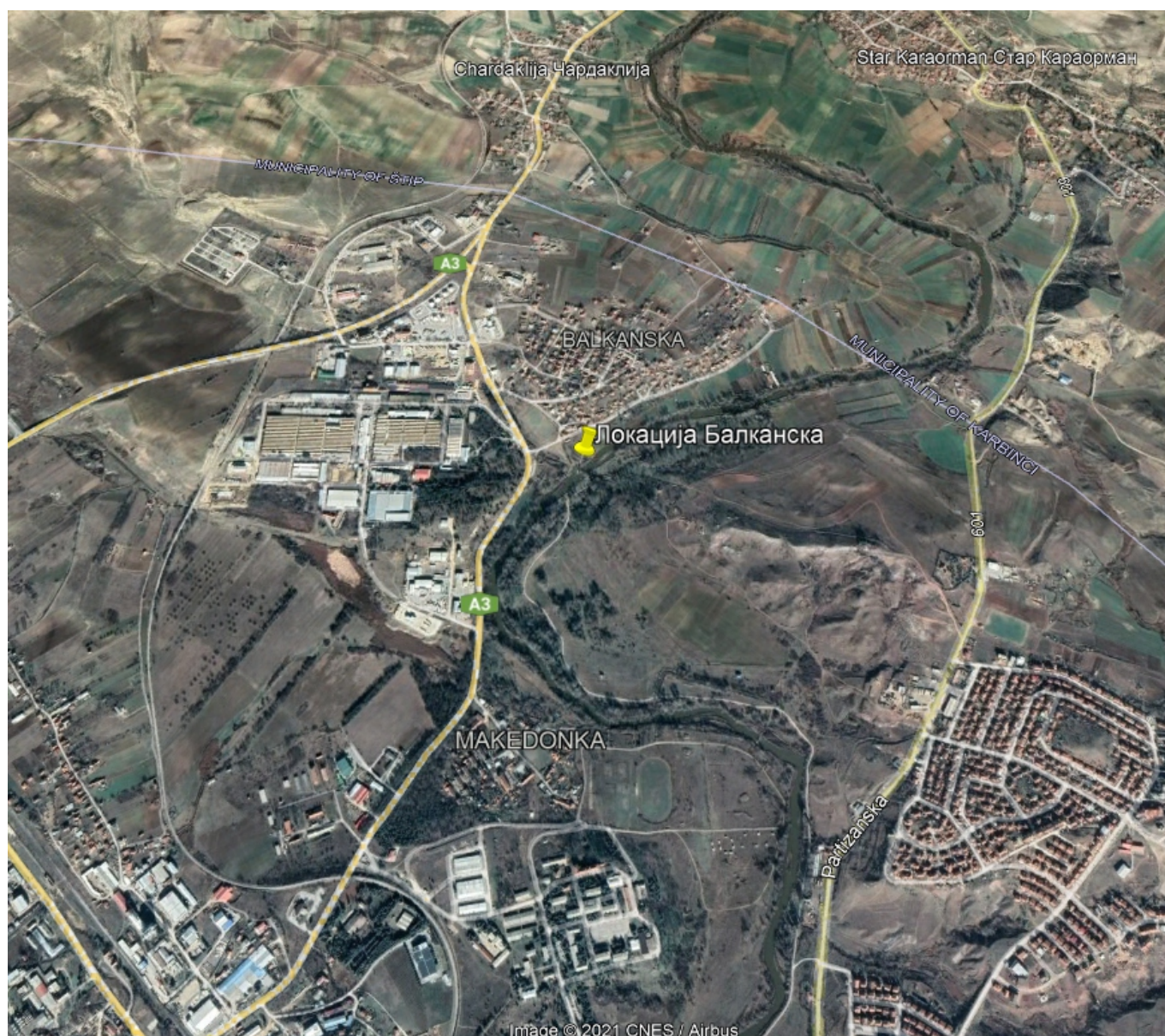
Лабораторијата АМБИКОН -УГД, во периодот од 18.5.2021 до 22.11.2021 година трипати зеде примероци од водата и речните седименти од река Брегалница, во близина на населбата Балканска. Локацијата е избрана на почетокот на терасните седименти во кои се изведени бунарите за водоснабдување на градот Штип.

Во овој период се земени три проби од вода за хемиска анализа, три проби од речен седимент и две проби од вода за микробиолошка анализа. Хемиските анализи (органолептички и физичко хемиски својства) на овие композитни проби се извршени во лабораториите на УГД – Штип, а микробиолошките анализи во Центарот за јавно здравје – Штип.

2. ЦЕЛИ И ОПФАТ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Основна цел на овие истражувања е да се утврди квалитетот на водата во река Брегалница на пролет, сезона кога има висок водостој на крајот на летото и на есен т.е. сезона кога водостојот е на најниско ниво. Како што спомнавме, пробите се земени од непосредна близина на поранешната фабриката „Македонка“ (населба Балканска) на почетокот на терасните седименти во кои се изведени бунарите за водоснабдување на градот Штип

Истражувањето е започнато на 18.5.2021 кога од локацијата беа земени проби од вода за хемиска и микробиолошка анализа и проба од речни седименти за испитување на концентрацијата на тешки метали во истите. На 6.9.2021 беше земена вода за хемиска анализа и речен седимент, додека на 22.11.2021 беа земени проби од вода за хемиска и микробиолошка анализа и проба од речни седименти. Локацијата на земените проби е дадена на слика 1 и слика 2.



Слика 1. Локација на земање на примероците



Слика 2. Фотографија од микро локацијата на земање на примероците

Земените проби беа обележани со соодветни ознаки и тоа водите со ознака ВБ, а седиментите со СБ.

3. ОСНОВНИ ИНФОРМАЦИИ ЗА Р. БРЕГАЛНИЦА

Брегалница е втора по должина река во Република Македонија. Вкупната должина на реката Брегалница изнесува 225 км, а површината на сливот е околу 742,5 км². Реката Брегалница има 6 притоки од левата страна (Ратевска, Осојница, Зрновска, Козјачка, Отиња и Лакавица) и 6 притоки од десната страна (Желевица, Каменичка Река, Оризарска Река, Кочанска Река, Злетовица и Светиниколска Река). Извира во шумскиот дел на Малешевските Планини, во близина на Пехчево и поминува низ или покрај градовите Пехчево, Берово, Делчево, Македонска Каменица, Винаца, Кочани и Штип, и потоа се влева во реката Вардар, пред да го продолжи патот кон Егејското Море.

Сливот на Брегалница според Проектот за управување со речниот слив на Брегалница, опфаќа територија од 4.307 км², што е околу 21% од сливот на реката Вардар и 17% од целокупната територија на државата. Брегалничката област ја опфаќа територијата на

целиот Источен плански регион. Тој ги вклучува општините, Берово, Делчево, Зрновци, Карбинци, Кочани, Македонска Каменица, Пехчево, Винаца, Пробиштип, Чешиново-Облешево и Штип. Освен тоа во Брегалничкиот слив се опфатени и целосните територии на општините Лозово и Свети Николе (Вардарски Регион) и Конче (Југоисточен Регион). Голем дел од територијата на општина Кратово (25%) исто така припаѓа на Брегалничкиот слив.



Слика 3. Слив на река Брегалница

Од геолошки аспект, источниот дел од Македонија, вклучително и сливот на Брегалница припаѓа на Родопскиот систем (Српско-Македонски масив) кој се состои од метаморфни карпи и гранити. Формирањето на овие планини се случило во Палеозоик, со раседи формирани подоцна во Терцијарот. Денес, сливот се карактеризира со разновидна релјефна структура, која содржи рамнини, долини, и ридски и планински подрачја.

Климата во Брегалничкиот слив е релативно сува, и припаѓа на изменето континентална клима. Летата се долги и суви, со температури до $+41^{\circ}\text{C}$, а зимите топли и влажни. Ретко, температурата во зима може да се спушти до -22°C . Просечната годишна температура во рамнините изнесува 12.9°C , а во повисоките делови како Малешевијата околу 8.7°C . Просечните годишни врнежи во регионот варираат од 506 мм во Кочанско Поле до 672 мм во Малешевијата. Најмногу врнежи има во април и мај, а најмалку во летните месеци јули и август. Снег паѓа од декември до март.

Регионот е богат со минерални сировини, вклучувајќи ги важните рудници на олово-цинк во Злетово, Добрево и Македонска Каменица. Во Осоговскиот масив се пронајдени минерали на железо и титан. На територијата на Делчево има откриени наслаги на злато како и алувијално злато во примероци од реката Брегалница.

4. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

Основна цел на оваа мониторинг програма е да се утврди квалитетот на водата во трите сезони кога имаме различно ниво на водостој. Ова сезонско колебање на нивото на водата е доста изразено, а истото е детектирано на водомерниот објект во штипско Ново Село (слика 4).



Слика 4. Водомерен објект во Ново Село

За време на пролетните анализи (на 18.5.2021) беше измерено и највисокотио ниво на водата од р. Брегалница за време на оваа кампања. На овој ден беа регистрирани 95 cm воден столб што може да се види на слика 5.



Слика 5. Ниво на р. Брегалница за време на пролетните истражувања

На 6.9.2021 на истото мерно место беа регистрирани 67 cm воден столб што може да се види на слика 6.



Слика 6. Ниво на р. Брегалница за време на летните истражувања

На 22.11.2021 водостојот беше уште понизок и изнесуваше 58 cm воден столб (слика 7).



Слика 7. Ниво на р. Брегалница за време на есенските истражувања

Пробите се земаат согласно стандардите за земање мостри ISO 5667-1:2006, ISO 5667-2:1991-07, ISO 5667-4:2016 и ISO 5667-14:2014.

Исто така, со портабл инструмент HACH Pocket pro+ беа опоределени моменталните TDS, pH, кондуктивитет и саленитет на водите од реката за време на летните мерења. Подолу на неколку фотографии е прикажан процесот на теренски активност за време на оваа кампања.



Слика 8. Земање проба од вода



Слика 9. Земање проба од седимент



Слика 10. Теренско тестирање на водата со портабл инструмент HACH Pocket pro+

Хемиски анализи на земените примероци се реализирани во геохемиската лабораторија на УГД (акредитирана согласно ISO 17025 https://unilab.ugd.edu.mk/images/imagesDPEP/sliki_za_lab/sertifikat_akreditacija.pdf). Концентрацијата на повеќе хемиски елементи (катјони) извршена со примена на индуктивно спрегната плазма со масена спектрометрија (ICP-MS) согласно ISO17294-2:2009. Во оваа лабораторија исто така се одредени органолептичките и физичко-хемиските својства на водата (неакредитирани методи) и тоа:

- Видлива боја - *Органолептичка метода*;
- Забележлива миризба - *Органолептичка метода*;
- Матност – *Турбидиметриска метода*;
- Електрична спроводливост – *Кондуктометриска метода*;
- pH – *Потенциометриска метода*;
- Алкалност – *Волуметриска метода*;
- Тврдина (карбонатна, некарбонатна и вкупна - *Волуметриска метода*);
- Определување на растворливи јони:
 - o Сулфати - *Спектрофотометриска метода*,
 - o Хлориди - *Спектрофотометриска метода*,
 - o Вкупен фосфор – *ICP MS*,
 - o Нитрати - *Спектрофотометриска метода*,
 - o Нитрити - *Спектрофотометриска метода*,
 - o Амониум - *Спектрофотометриска метода*,
- Вкупен сув остаток од филтрирана вода – *Гравиметриска метода*;
- Вкупен сув остаток - *Гравиметриска метода*;
- Суспендирани материи - *Гравиметриска метода*;
- ХПК - *Волуметриска метода*.

Во Центарот за јавно здравје – Штип, беа извршени микробиолошките анализа при што е определен вкупниот број на колиформни бактерии. Примерокот е земен во стерилно шишенце (подготвено од Центар за јавно здравје – Штип, слика 15).



Слика 11. Примерок од вода за микробиолошка анализа

Земените примероци (независно од тоа дали се земени за хемиска или за микробиолошка анализа) се транспортираат до лабораторијата во теренски фрижидер на температура од 3-5 °C и истиот ден се предаваат на лаборантите за понатамошно процесирање.



Слика 12. Транспорт на примероците од вода

За дефинирање на квалитетот на водите, користена е Уредбата за класификација на водите (Службен весник во РМ од 31.3.1999), со која е пропишана класификацијата на

површинските (водотеци, езера и акумулации) и на подземните води. Според намената и степенот на чистотата на водите, со оваа уредба тие се распоредуваат во 5 класи, и тоа:

1. Класа многу чиста, олиготрофична вода, која во природна состојба со евентуална дезинфекција може да се употребува за пиење и за производство и преработка на прехранбени производи и претставува подлога за мesteње и одгледување на благородни видови на риби – салмониди. Пуферниот капацитет на водата е многу добар. Постојано е заситена со кислород со ниска содржина на нутриенти и бактерии, содржи многу мало, случајно антропогено загадување со органски материи (но не и неоргански материи);
2. Класа малку загадена, мезотрофична вода, која во природна состојба може да се употребува за капење и рекреација, за спортови на вода, за одгледување на други видови риби (циприниди), или која со вообичаени методи на обработка-кондиционирање (коагулација, филтрација, дезинфекција и слично), може да се употребува за пиење и за производство и преработка на прехранбени производи. Пуферниот капацитет и заситеноста на водите со кислород, низ целата година, се добри. Присутните оптоварувања може да доведе до незначително зголемување на примарната продуктивност;
3. Класа умерено еутрофична вода, која во природна состојба може да служи за наводнување, а по вообичаените методи на обработка (кондиционирање) и во индустријата на која не и е потребна вода со квалитет за пиење. Пуферниот капацитет е слаб, но ја задржува киселоста на водата на нивоа кои сè уште се погодни за повеќето риби. Во хиполимнионот повремено може да се јави недостиг на кислород. Нивото на примарната продукција е значајно, и може да се забележат некои промени во структурата на заедницата, вклучувајќи ги и видовите на риби. Евидентно е оптоварување од штетни супстанции и микробиолошко загадување. Концентрацијата на штетните супстанции варира од природни нивоа до нивоа на хронична токсичност за водениот живот.
4. Класа силно еутрофична, загадена вода, која во природна состојба може да се употребува за други намени, само по одредена обработка. Пуферниот капацитет е пречекорен, што доведува до големи нивоа на киселост, а што се одразува на развојот на подмаладокот. Во епилимнионот се јавува кислороден недостаток. Присутно е „цвetaње“ на алги. Зголеменото разложување на органски материи, истовремено со стратификацијата на водата, може да повлече анаеробни услови и убивање на рибите. Масовни седишта на толерантни видови, популации на риби и бентосни организми, може да бидат погодени. Микробиолошкото загадување не дозволува оваа вода да се користи за рекреација, а штетните супстанции испуштени или ослободени од талогот (седиментот – наслагите), може да влијаат на квалитетот на водениот живот. Концентрацијата на штетните супстанции може да варира од нивоа на хронична до акутна токсичност за водениот живот;
5. Класа многу загадена, хипертрофична вода, која во природна состојба не може да се употребува за ни една намена. Водата е без пуферен капацитет и нејзината киселост е штетна за многу видови на риби. Големи проблеми се јавуваат во кислородниот режим, презаситеност во епилимнионот и сиромашност со кислород, која доведува до анаеробни услови, во хиполимнионот. Разложувачите се

доминантно застапени во однос на произведувачите. Риби или бентосни видови не се јавуваат постојано. Концентрацијата на штетни супстанции ги надминува активните нивоа на токсичност за водениот живот.

Показателите за класификација на водите во класи, според оваа уредба се:

- a) Органолептички показатели: видливи отпадни материи, видлива боја, забележлива миризба, вистинска боја, матност и провидност,
- b) Показатели на киселост: pH вредност и алакалитет,
- c) Показатели на кислороден режим: растворен кислород, заситеност со кислород, петдневна биохемиска потрошувачка на кислородот при температура од 20 °C (БПК₅), хемиска потрошувачка на кислород од калиев перманганат, вкупен органски јагленород,
- d) Показатели на минерализација: суспендирани материи, вкупен сув остаток од филтрирана вода (вкупни растворени материи),
- e) Показатели на еутрофикација: вкупен фосфор, вкупен азот, хлорофил „а“, примарна продукција, степен на сапробност, индекс на сапробност и степен на билошка продуктивност,
- f) Показатели на микробиолошко загадување: најверојатен број на термотолерантни колиформни бактерии,
- g) Радиоактивност: Вкупната активност на течните радиоактивни отпадни материи кои во текот на една година можат да се излеваат во површинските води - водотеци, се пресметуваат според посебен образец,
- h) Штетни и опасни материи: метали и нивни соединенија, останати неоргански параметри, феноли, јагленоводороди, халогени јагленоводороди, нитрирани јагленоводороди, нитрирани јагленоводороди, пестициди, останати органски соединенија.

Гранични вредности на показателите од Уредбата за класификација на водите:

Табела 1: Граничните вредности / максимално дозволените вредности или концентрации / на органолептички показатели:

Показатели	Гранични вредности и концентрации на соодветна класа				
	Класа I	Класа II	Класа III	Класа IV	Класа V
1. Видливи отпадни материји	Без	Без	Без	Без	–
2. Видлива боја	Без	Без	Сл. замат.	Заматена	–
3. Забележлива миризба	Без	Без	Сл. забел.	Забележл.	–
4. Вистинска боја mg/Pt	< 15	15 – 25	26 -40	> 40	> 40
5. Матност NTU	< 0.5	0.5 – 1.0	1.1 – 3.0	> 3.0	> 3.0
6. Провидност по Secchi m ^l	>7	7.0 – 4.0	3.9 – 2.0	< 2.0	2.0

Табела 2: Граничните вредности / максимално дозовените вредности или концентрации / на показателите на киселоста:

Показатели	Гранични вредности и концентрации на соодветна класа				
	Класа I	Класа II	Класа III	Класа IV	Класа V
1. pH – вредност	6.5-8,5	6,5-6,3	6,3-6,0	6,0-5,3	< 5.3
2. Видлива боја	>200	200-100	100-20	20-10	< 10

Табела 3: Граничните вредности / максимално дозволените вредности или концентрации / на показателите на кислородниот режим:

Показатели	Гранични вредности и концентрации на соодветна класа				
	Класа I	Класа II	Класа III	Класа IV	Класа V
1. Растворен кислород mg/l O ₂	>8.00	7.99 – 6.00	5.99 – 4.00	3.99 – 2.00	<3.00
2. Заситеност со кислород					
Епилимнион % O ₂ ²	90 - 105	75 - 90	50 - 75	30 - 50	< 30
		105 - 115	115 - 125	125 – 150	>150
Хиполимнион % O ₂ ²	75 – 90	50 - 75	30 -50	30 - 10	<10
Вкупно % O ₂ ²	75 - 90	50 - 75	50 - 30	30 - 10	<10
		105 - 115	115 - 125	125 - 150	>150
3. Биохемиска потрошувачка кислорд за 5 дена mg/l O ₂	>2.00	2.01 – 4.00	4.01 – 7.00	7.01 – 15.0	>15.0
4.Хемиска потрошувачка на кислород-перманганат mg/l O ₂	<2.50	2.51 – 5.00	5.01 – 10.0	10.0 – 20.0	>20.0
Вкупен органски јагленород mg/l C	<2.50	2.51 – 4.20	4.21 – 6.7	6.7 – 10.0	>10.0

Табела 4: Граничните вредности / максимално дозволените вредности или концентрацији / на показателите на минерализацијата:

Показатели	Гранични вредности и концентрации на соодветна класа				
	Класа I	Класа II	Класа III	Класа IV	Класа V
1. Суспендирани материи mg/l:	< 10	10 – 30	30 -60	60 – 100	>100
2. Вкупен сув остаток од филтрирана вода mg/l: За површински води	350	500	1000	1500	>1500
Подземни води – на карст	350	500	1000	1500	>1500
Подземни води – вон карст	800	1000	1500	1500	>1500

Табела 5: Граничните вредности / максимално дозволените вредности или концентрацији / на показателите на еутрофикацијата:

Показатели	Гранични вредности и концентрации на соодветна класа				
	Класа I	Класа II	Класа III	Класа IV	Класа V
1. Вкупен фосфор P $\mu\text{g/l}$:	< 4 / <7 / ³	4 – 7 /7 – 11/	7.1 – 10 /11.1-20/	10 – 50 / 20 - 75/	>50 />50/
2. Вкупен азот N $\mu\text{g/l}$:	< 200 /<200/ ³	200 – 325 /200 – 325/	326 – 450 /326 –450/	>450 / >450/	>450 />450/
3. Хлорофил “a” $\mu\text{g/l}$:	< 2,0 / <2,0 / ³	2,01 – 3,79 /2,01–3,79/	3,79 – 7,50 /3,79-7,50/	7,51 – 10,0 / 7,51-10,0/	>10,0 />10,0/
4. Примарна продукција ⁴ $\mu\text{gC/m}^2/\text{a}$:	< 25	26 – 50	51 -90	>90	>90
5. Степен на сапробност по Liebmann	Олиго-сапробна	Мезосапробна β - α	Мезосапробна α - β	α –Мезосапробна - поли	Полисапробна
6. Индекс на сапробност по Puntel Buck	< 1.50	1.50 – 2.50	2.51 – 3.50	3.51 – 4.50	>4.51
7. Степен на биолошка продуктивност	Олиго - трофична	Мезо - трофична	Умерено еутрофична	Еутрофична	Хипертрофична

Табела 6: Граничните вредности / максимално дозволените вредности или концентрацији / на показателите на микробиолошко загадување:

Показатели	Гранични вредности и концентрации на соодветна класа				
	Класа I	Класа II	Класа III	Класа IV	Класа V
1. Најверојатен број на термотолерантни колиформни бактерии број во 100 ml	5	5 – 50	50 - 500	>500	>500

Табела 7: Граничните вредности / максимално дозволените вредности или концентрацији / на штетни и опасни материји:

Ред. Број	ШТЕТНИ И ОПАСНИ МАТЕРИИ - НАЗИВ	Единица мерка	МАКСИМАЛНО ДОЗВОЛЕНА КОНЦЕНТАРАЦИЈА / МДК /		
			I – II КЛАСА	III- IV КЛАСА	V КЛАСА
1. МЕТАЛИ И НИВНИ СОДИНЕНИЈА					
01.	Алуминиум	µg/l Al	1500	1500	>1500
02.	Антимон	µg/l Sb	30	50	>50
03.	Арсен	µg/l As	30	50	>50
04.	Бакар	µg/l Cu	10	50	>50
05.	Бариум	µg/l Ba	1000	4000	>4000
06.	Берилиум	µg/l Be	0.2	1	>1
07.	Бизмут	µg/l Bi	50	50	>50
08.	Цинк	µg/l Zn	100	100	>200
09.	Кадмиум	µg/l Cd	0.1	10	>10
10.	Кобалт	µg/l Co	100	2000	>2000
11.	Калај – неоргански	µg/l Sn	100	500	>500
12.	Хром – вкупен	µg/l Cr	50	100	>100
	Хром – шестовалентен	µg/l Cr ⁶⁺	10	50	>50
13.	Манган	µg/l Mn	50	1000	>1000
14.	Молибден	µg/l Mo	500	1000	>1000
15.	Никел	µg/l Ni	50	100	>100
16.	Олово	µg/l Pb	10	10	>30
17.	Паладиум	µg/l Pd	2	20	>20
18.	Сребро	µg/l Ag	2	20	>20
19.	Талиум	µg/l Ta	3	30	>30
20.	Титан	µg/l Ti	100	100	>100
21.	Ванадиум	µg/l V	100	200	>200
22.	Железо	µg/l Fe	300	1000	>1000
23.	Жива – вкупна	µg/l Hg	0.2	1	>1
24.	Вкупни органоживини соедин.	µg/l Hg	0.02	0.1	>0.1
II. ОСТАНАТИ НЕОРГАНСКИ ПАРАМЕТРИ					
25.	Амонијак	µg/l NH ₃	20	500	>500
		µg/l NH ₄	1000	10000	>10000
26.	Азбест	µg/l I	Не смее да биде присутен		
27.	Бор	µg/l B	200	750	>750
28.	Цијанид	µg/l CN*	1	100	>100
29.	Флуориди	µg/l F*	300	1500	>1500
30.	Фосфор – елементарен	µg/l P	0.01	0.1	>0.1
31.	Хлор	µg/l Cl ₂	2	10	>10
32.	Нитрати	µg/l N	10000	15000	>15000
33.	Нитрити	µg/l N	10	500	>500
34.	Селен	µg/l Se	10	10	>10
35.	Сулфиди - вкупни	µg/l S ⁻²	2	50	>50

Во моментот не постои национално законодавство за почви, закон и подзаконски акти, кои би го уредиле квалитетот на почвите и седиментите.

За потребите на овој Извештај направена е споредба на добиените вредности со холандските стандарди за почви¹ (целни и интервентни вредности). Принципот е дека почвите во релативно незагадени области треба во најголем дел да ги задоволуваат целните вредности, додека интервентна вредности, всушност ја претставуваат границата над која се неопходни ремедијациски мерки.

Во табела 8. дадени се целните и интервентните вредности за 10 тешки метали холандските стандарди за почви.

Табела 8. Холандски стандарди за почви

E	Cu		Ni		Pb		Zn		Co		Cr		Cd		Sb		Ba		As	
B	Ц	И	Ц	И	Ц	И	Ц	И	Ц	И	Ц	И	Ц	И	Ц	И	Ц	И	Ц	И
C	36	190	35	210	85	530	140	720	9	240	100	380	0,8	12	3	15	160	625	29	55

Легенда: **E** – Елемент, **B** – Вредност, **Ц** – Целна вредност, **И** – Интервентна вредност², **C** – Стандард (холандски),

5. РЕЗУЛТАТИ

Со портабл инструмент HACH Pocket pro+ беа определени моменталните TDS, pH, кондуктивитет, температура и саленитет на водите на р. Брегалница за време на летната кампања.

	TDS Ppm	pH	Кондуктивитет μS/cm	Саленитет %	Температура на водата C°
Лето	373	7.5	522	0,03	24,7

Во табела 9 се дадени вредностите на органолептичките показатели на пробите од река Брегалница, на табела 10 е дадена содржина на тешки метали, а на табела 11 физичко-хемиските својства на водата од оваа река. Во табела 12 е дадена содржина на тешки метали во **речните седименти** на р. Брегалница.

Табела 9. Органолептички показатели на водата од р. Брегалница

Ознака	Видлива боја	Забележлива миризба	Матност	EC
			NTU	μS/cm
ВБ-1 (пролет)	нема	нема	15,3	428
ВБ-2 (лето)	нема	нема	4,8	529
ВБ-3 (есен)	нема	нема	21,8	/

¹Dutch Target and Intervention Values, 2000 (the New Dutch List)

Табела 10. Содржина на тешки метали (катјони) во водата на р. Брегалница

Ознака	Sb	Mn	Cd	As	Cu	Ni	Fe	Co	Pb	Zn	Ti
	µg/l										
ВБ-1 (пролет)	< 1	46.4	< 1	< 1	3.4	6.6	318	< 1	< 1	14.7	6.4
ВБ-2 (лето)	< 1	4.5	< 1	4.1	< 1	5.4	75.7	2.6	< 1	< 10	< 1
ВБ-3 (есен)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	5.8	227	< 1	< 1	<10	< 1

Табела 11. Физичко-хемиските својства на водата од р. Брегалница

Ознака	pH	Алкално ст	Сулфа- ти SO ₄ ²⁻	Нитрити NO ₂ ⁻	Нитрати NO ₃ ⁻	Амониум NH ₄ ⁺	Сусп. мате- рии	Вку. сув. ост. од филт. вода	ХПК	Хлори- ди	Фосфор
		CaCO ₃ / mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mgO ₂ /l	µg/l	µg/l
ВБ-1 (пролет)	8,1	355	11626	< 6	4516	161	100	231	1,8	< 1000	< 10
ВБ-2 (лето)	8,5	466		< 10	2564	17,7	47	281	2,6	11099	< 10
ВБ-3 (есен)	8,5	436	20444	< 6	4595	< 10	8,9	385	2,7	<1000	34,8

Табела 12. Содржина на тешки метали во речните седименти на р. Брегалница

Ознака	Sb	Ba	Cd	As	Cu	Ni	Cr	Co	Pb	Zn
	mg/kg									
СБ-1 (пролет)	< 1	488	< 1	< 1	20.9	25.7	60, 7	6.7	36.8	66.7
СБ-2 (лето)	8.95	669	< 1	5.2	19.6	26.2	25.3	6.7	24.8	92.3
СБ-3 (есен)	3.62	430	< 1	3.58	13.4	15	36.2	15.8	26.3	122

Мислење и интерпретации

Согласно Уредбата за класификација на површинските води спрема параметрите: **видлива боја и забележлива миризба** водата од р. Брегалница за време на пролетните, летните и за време на есенските мерења е категоризирана во 1 класа т.е. вода без видливи отпадни материји без боја и без миризба.

Кога станува збор за параметарот **матност** од резултатите може да се заклучи дека за време на трите мерни периоди, најбистра била водата за време на летните, а најматна во есенските мерења. Карактеристично за сите три проби е дека според референтните вредности од Уредбата за класификација на водите, водата спаѓа во Класа 5.

Согласно уредбата, максимално дозволените вредности на показателите на киселоста се дадени во табела 26.

Табела 26. Гранични вредности на показатели на киселост

Показатели	Класа 1	Класа 2	Класа 3	Класа 4	Класа 5
pH – вредност	6,5-8,5	6,5-6,3	6,3-6,0	6,0-5,3	< 5,3
Алкалност CaCO ₃ mg/l	>200	200-100	100-20	20-10	<10

Од добиените резултати, може да се заклучи дека според **pH – вредноста** водата во р. Брегалница се класифицира во **Класа 1** што значи дека е во нормален опсег од вредности за површински води (6,5-8,5). **pH вредноста** е мерка за активитетот на водородните јони (H⁺) во раствор, односно нивната киселост или алкалност. pH вредноста влијае не само на реакциите со CO₂, туку и на растворливоста на органските и неорганските супстанции во водите. Секоја промена на pH во водите е проследена со промени во другите физичко-хемиски параметри. Води со пониски вредности за pH од 6,5 имаат слаб кисел карактер и во принцип се меки и корозивни. Таквите води може да имаат и метален или киселкаст вкус и карактеристична „сино-зелена“ обоеност, затоа што таквите води може да содржат и зголемени концентрации на метали, како на пример, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Pb. Додека pH е квалитативен показател, содржината на **алкалии** и киселини е квантитативен показател. Таа се однесува на способноста на водниот раствор да ја неутрализира киселината. **Алкалноста** е важна за водниот живот бидејќи штити или пуферира од брзи промени на pH. Повисоките нивоа на алкалност во површинските води ги спречуваат промените на pH вредноста што се штетни за живите организми. **Алкалноста** (CaCO₃ mg/l) е параметар кој ги вклучува во **Класа 1** водите од р. Брегалница. Овој параметар е во директна корелација и со геологијата на сливното подрачје на реката. Ако во сливот доминираат варовници или мермери (карбонат), тогаш во водите што го прихрануваат езерото се наоѓа растворен калциум карбонат (CaCO₃), кој ја зголемува pH вредноста и алкалноста на водата. Во областите каде што доминираат гранити, гнајсеви или други видови на кисели магматски или метаморфни карпи за очекување е да се појави и пониска алкалност.

Хемиската потрошувачка на кислород е хемиска потребна количина на кислород за оксидација на органските материи и претставува показател за загаденоста на водите. Вредностите на **хемиската потрошувачка на кислород (ХПК mgO_2/l)** во **р. Брегалница** се најниски во пролетните мерења кога ХПК изнесува $1,8 \text{ mg O}_2/\text{l}$ со што водата се вбројува во **Класа 1**. На лето и на есен овој параметар се зголемува и изнесува $2,6 \text{ mg O}_2/\text{l}$ и $2,7 \text{ mg O}_2/\text{l}$ што водата ја поместува во една класа погоре т.е. **Класа 2**. Ова е јасен индикатор за намалување на квалитетот на водата во река Брегалница за време на понизок водостој. Зголемената хемиската потрошувачка на кислород во овој период се должи на високата концентрација на органски материјал. Водата во овој период обично содржи високи нивоа на растителна материја во распаѓање, а состојбата ја влошуваат комуналните и индустриски отпадни води.

Табела 27. Гранични вредности на показатели на минерализација

Показатели	Класа 1	Класа 2	Класа 3	Класа 4	Класа 5
Суспендирани материи mg/l	<10	10-30	30-60	60-100	>100
Вкупен остаток од филтрирана вода mg/l	350	500	1000	1500	>1500

Минерализацијата на водата ја карактеризира вкупната количина на супстанции растворени во вода, главно минерални соли. Индикаторот за минерализација е вредност на сувиот остаток по испарувањето на дадениот волумен на вода.

Суспендирани материи се ситни цврсти честички кои остануваат нерастворени во вода и делуваат како колоид. Суспендираните честички се во директна корелација со матноста на водата. Во водите на реките зголемувањето на минерализацијата се должи на природните карактеристики како што се минералните извори, карбонатните карпи или наслаги на сол. Но изворите може да бидат и антропогени, како што се хемикалии за третман на вода за пиење, води од атмосферска канализација, нетретирани канализациски испусти или од земјоделски мелиоративни мерки.

Кога станува збор за класификација на водата според граничните вредности на **показателите на минерализацијата**, од добиените резултати може да се заклучи дека за време на пролетните мерења спрема параметарот вкупен сув остаток од филтрирана вода р. Брегалница се класифицира во **Класа 1**, а според суспендирани материи во **Класа 5**. На лето состојбата е слична спрема параметарот вкупен сув остаток од филтрирана вода р. Брегалница се класифицира во **Класа 1**, а според суспендирани материи во **Класа 3**. Есенските анализи покажуваат дека вкупениот сув остаток од филтрирана вода р. Брегалница се зголемил и преминал во **Класа 2**, а според суспендирани материи во **Класа 1**.

Нитратите и нитритите се природни, неоргански јони присутни во животната средина. Распаѓањето на органските материјали во почвите ослободува **амониум**. Овој амониум оксидира за да формира нитрат и нитрит. Иако и двете соединенија може да се најдат во водите, нитратот е почест. Нитратот може да стигне и до површинските и подземните води како последица на земјоделската активност (вклучувајќи прекумерна примена на

неоргански азотни ѓубрива), од третман на отпадни води, од оксидација на азотни отпадни производи во човечки и животински измет, нетретирани канализации и септички јами.

Нитритот е многу токсичен за рибите и целиот жив свет. Нитратот не е ни приближно толку токсичен и го користат растенијата или алгите во нивниот животен циклус.

Во ова истражување одредени се концентрациите на **нитрати, нитрити и амониум** во водите на **р. Брегалница** и нивните вредности се споредени со максимално дозволените концентрации (МДК) по класи, при што може да се заклучи дека според овие три неоргански параметри, водата се класифицира во **Класа 1-2**.

Фосфорот (P) е хранлива материја во повеќето слатководни системи и кога се наоѓа во вишок, може да ја забрза еутрофикацијата. Еутрофикацијата предизвикува цветање на алгите, раст на водни растенија и проблеми со вкусот и мирисот на водата, како и намалување на кислородот во водата. Високите концентрации на фосфор може да произлезат од лошите земјоделски практики (прекумерна употреба на ѓубрива), нетретирани комунални води (посебно се присутни во детергентите и средствата за хигиена), испуштања од фарми или испуштањата од пречистителни станици.

Концентрацијата на **вкупниот фосфор** во водата на р. Брегалница во пролетниот и летниот дел од кампањата можеме да кажеме дека никаде не надминува концентрација од 10 µg/l (10 µg/l е граница на детекција на *ICP MS* за овој елемент). Зголемени вредности на овој параметар се забележуваат во есенските мерења каде достигнува ниво од 34,8 µg/l што водата ја става во **Класа 4**. *Класа 4 се однесува на силно еутрофична, загадена вода, која во природна состојба може да се употребува, само по одредена обработка.*

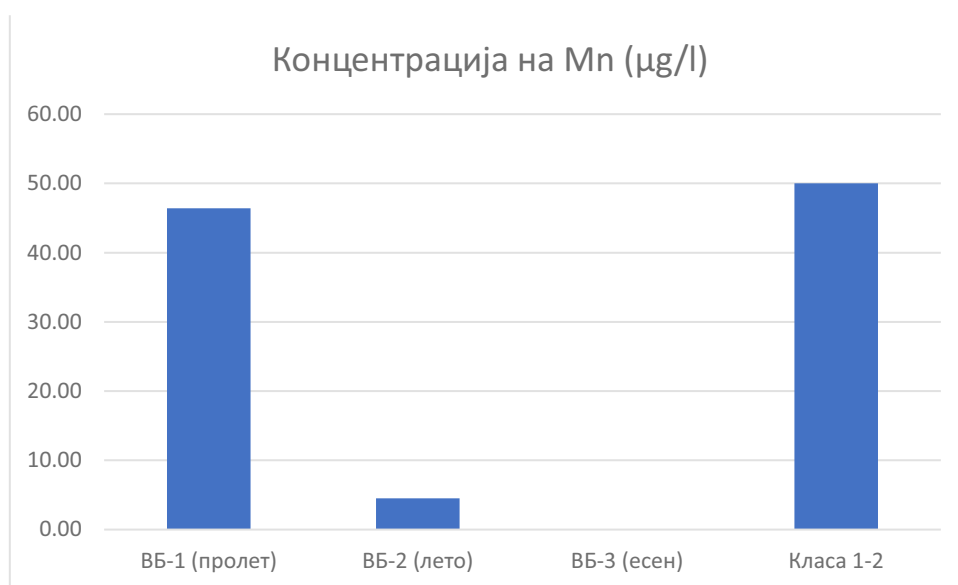
Од пролетната и есенската мерна сезона земен е по 1 примерок од вода од р. Брегалница и е однесен во Центар за јавно здравје – Штип и на истите е извршена **микробиолошка анализа**, при што е определен вкупниот број на колиформни бактерии.

Анализата на водата од р. Брегалница покажа дека за време на пролетниот мониторинг во евидентирано е присуство на 500 CFU/ 100 ml (колиформни бактерии на 100 ml). Според стручното мислење на ЦЈЗ-Штип, анализираниот примерок е **Класа 3** според бактериска контаминација. Во есенскиот период евидентирано е присуство на >500 CFU/ 100 ml (колиформни бактерии на 100 ml), но според стручното мислење на ЦЈЗ-Штип анализираниот примерок е **Класа 4** според бактериска контаминација. Треба да се напомене дека во оваа проба се јавуваат **колиформни бактерии од фекално потекло** (>500 колиформни бактерии на 100 ml) и *Escherichia coli* (>500 бактерии на 100 ml). Според Уредбата за класификација на водите микробиолошкото загадување не дозволува оваа површинска вода да се користи за рекреација, а штените супстанции испуштени или ослободени од талогот (седиментот – наслагите), може да влијаат на квалитетот на водениот живот.

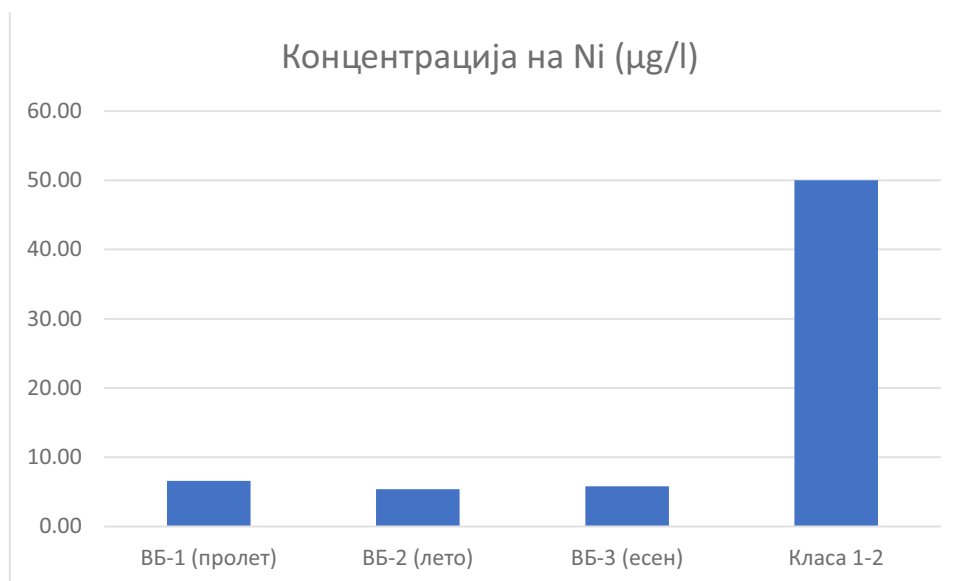
Соочени со сè построги еколошки регулативи, во денешно време тешките метали се приоритетни загадувачи на површинските води. Познато е дека многу јони на тешки метали, како што се жива, кадмиум, олово, никел и хром, се многу токсични или канцерогени. Металните јони во водните тела може да потекнуваат од голем број извори, а најчести потенцијални извори на загадување со тешки метали се: влијание од природната геолошка средина, употреба на ѓубрива и пестициди, рударство, металургија и други индустрии.

Преоптоварувањето со тешки метали има инхибиторни ефекти врз развојот на водните организми (фитопланктон, зоопланктон и риба), а металните соединенија би можеле да го нарушат нивото на кислород и развојот на мекотелите, формирањето на бисус, како и репродуктивните процеси.

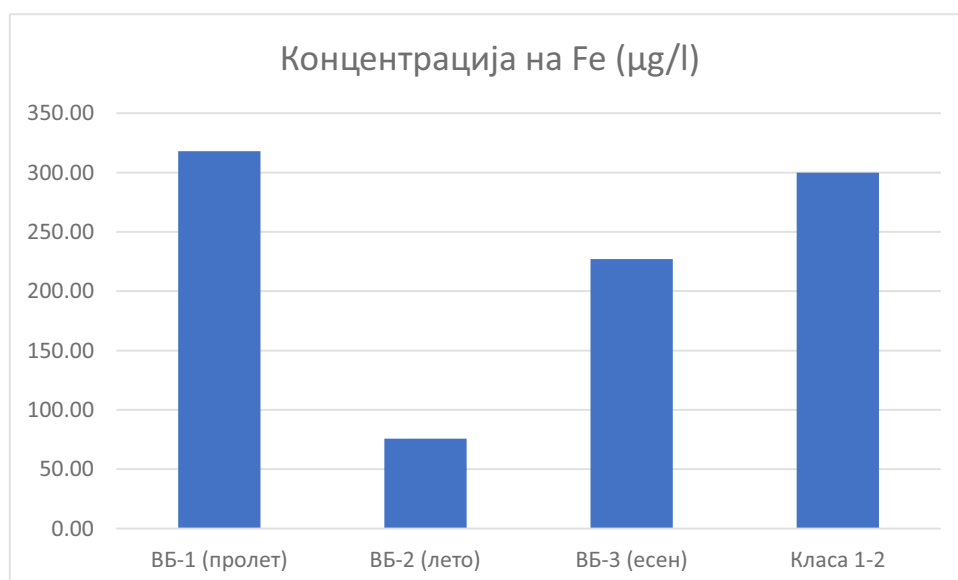
Кога станува збор за концентрациите на **растворени метали** во водите на **р. Брегалница** можеме да заклучиме дека скоро сите измерени концентрации се под пропишаните максимално дозволени вредности за **Класа 1-2**. Од оваа класа отстапува само концентрацијата на Fe (железо) во пролетните мерења. Во оваа проба беа измерени 318 µg/l а референтната вредност за **Класа 1-2** е 300 µg/l.



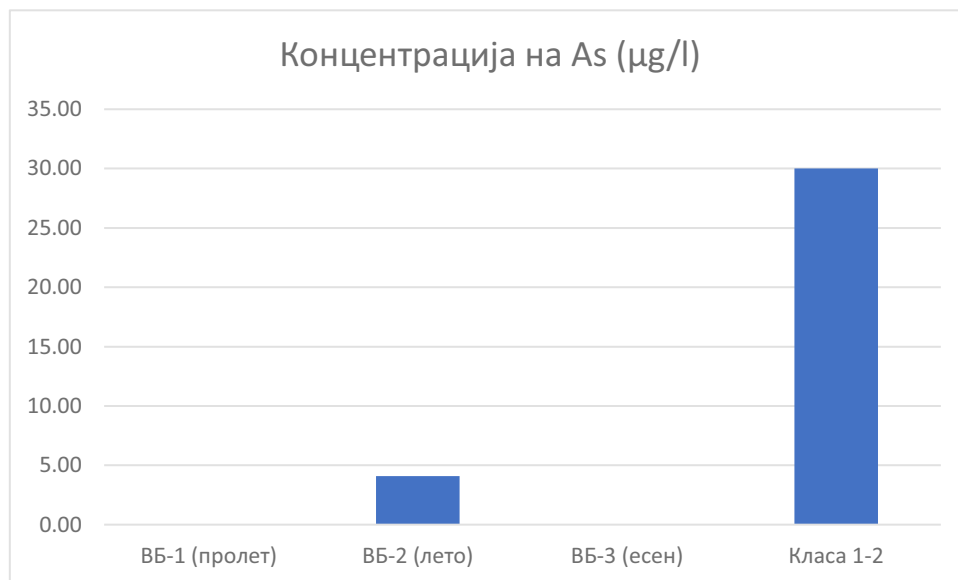
Слика 13. Споредба на концентрации Mn од водата на р. Брегалница со МДК за 1-2 Класа



Слика 14. Споредба на концентрации Ni од водата на р. Брегалница со МДК за 1-2 Класа

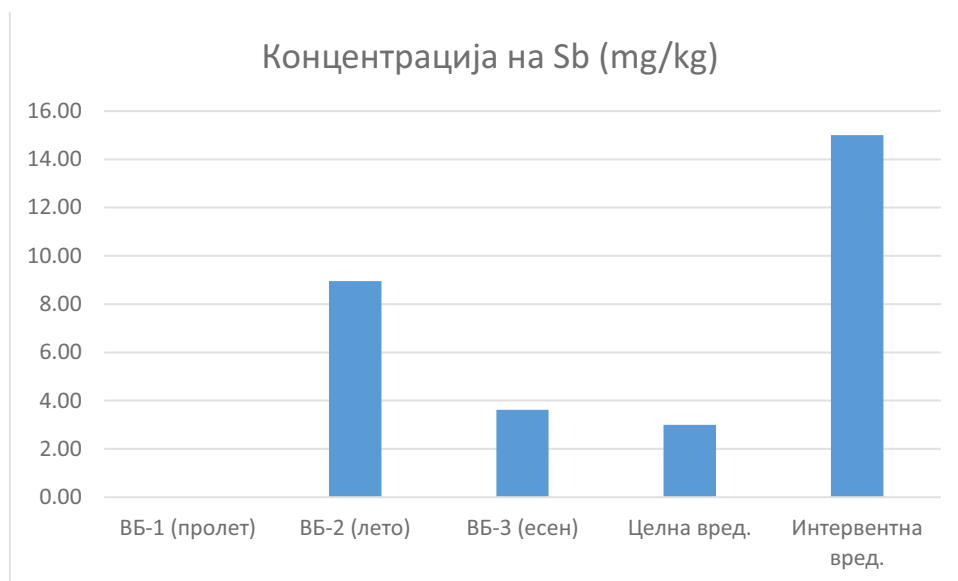


Слика 15. Споредба на концентрации Fe од водата на р. Брегалница со МДК за 1-2
Класа

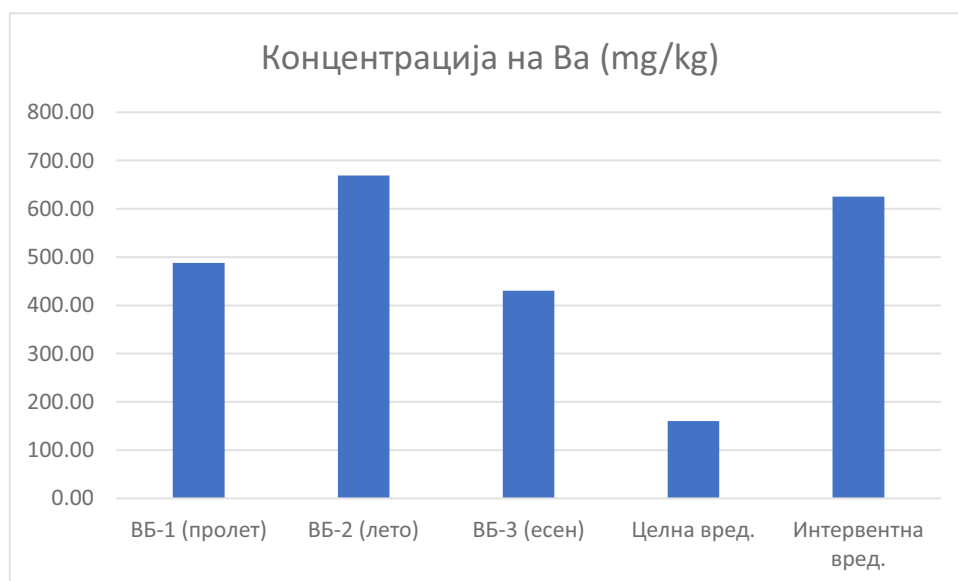


Слика 16. Споредба на концентрации As од водата на р. Брегалница со МДК за 1-2
Класа

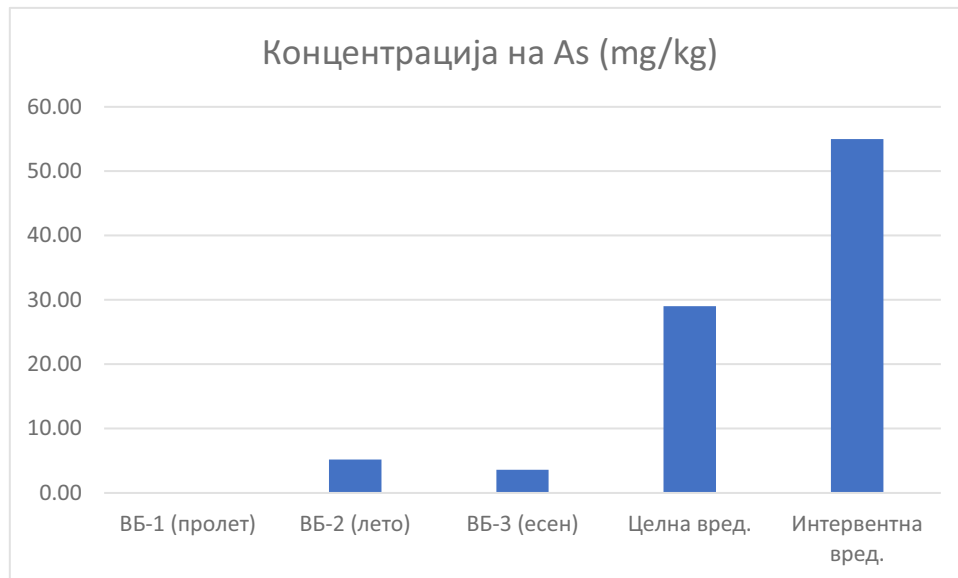
Подолу се дадени гафикони со споредба на измерените вредности на метали во **речните седименти**, со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности). Од нив може да се види дека интервентните вредности се надминати само кај 1 проба (кај бариум (Ba) за време на летните мерење, додека целните вредности се надминати кај пролетните и есенските мерења. Целните вредности се надминати само кај антимон на лето и кобалт на есен.



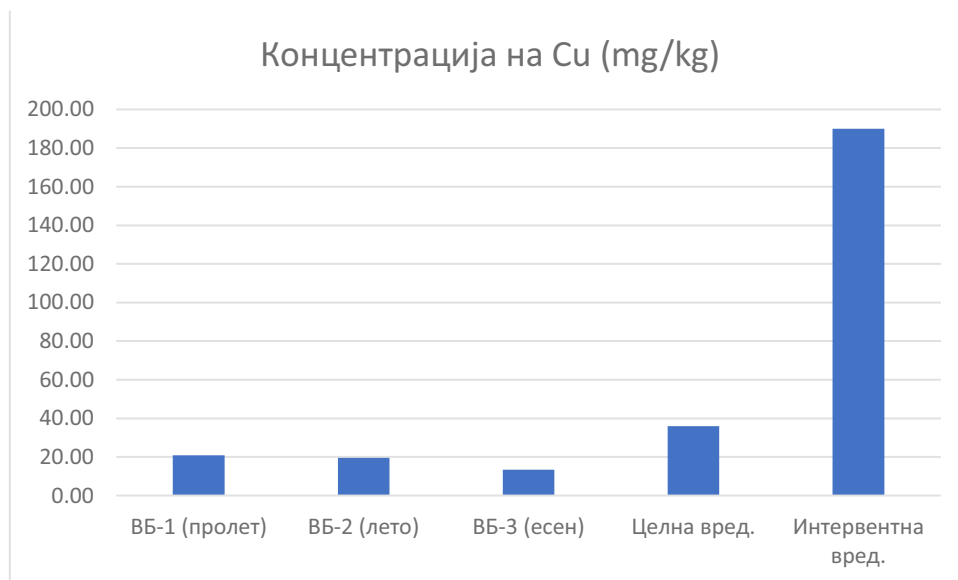
Слика 17. Споредба на концентрации Sb во речните седименти со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности)



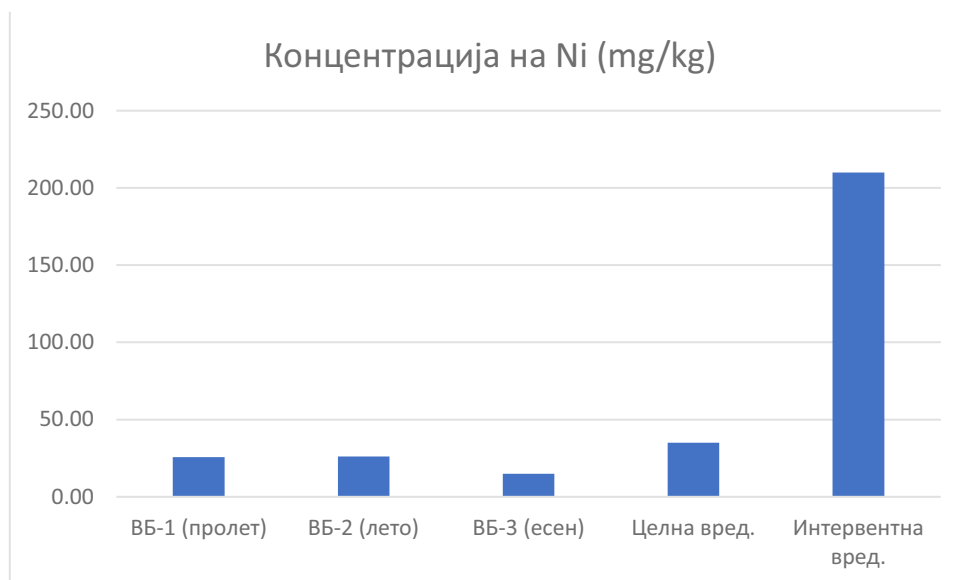
Слика 18. Споредба на концентрации Ba во речните седименти со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности)



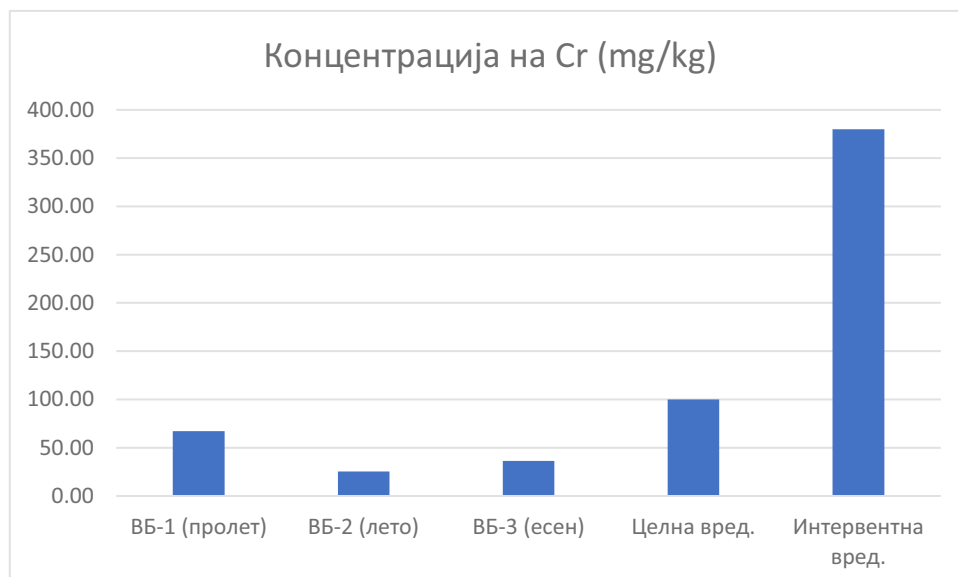
Слика 19. Споредба на концентрации As во речните седименти со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности)



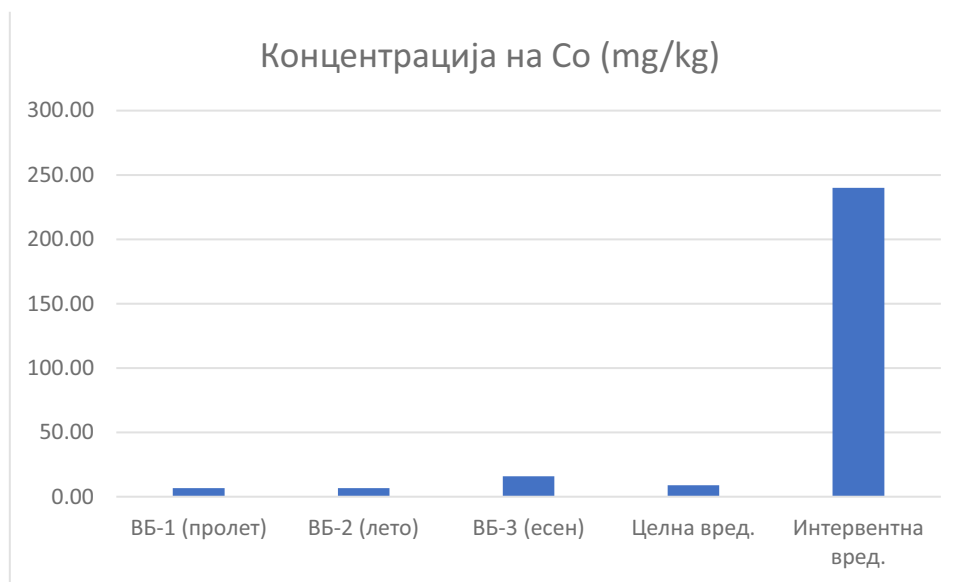
Слика 20. Споредба на концентрации Cu во речните седименти со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности)



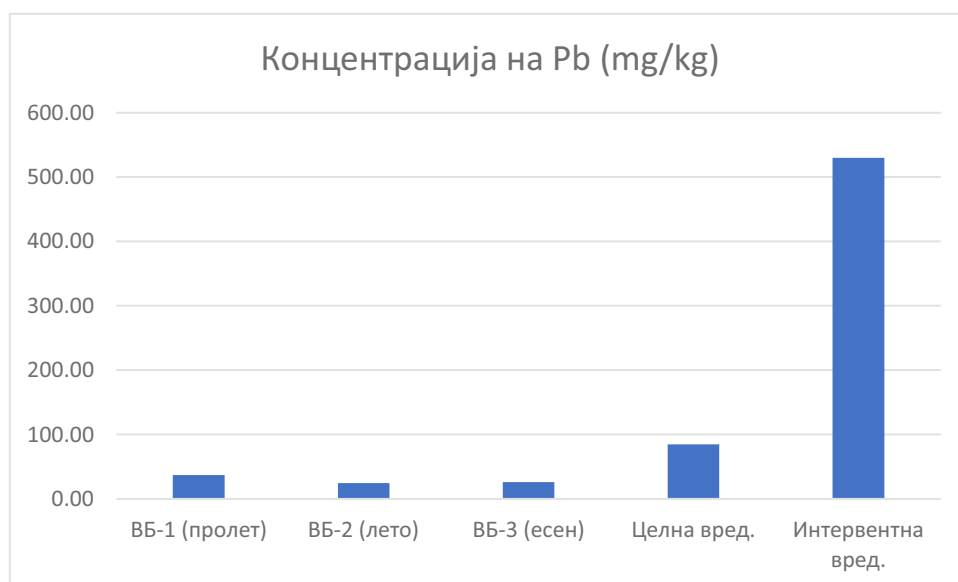
Слика 21. Споредба на концентрации Ni во речните седименти со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности)



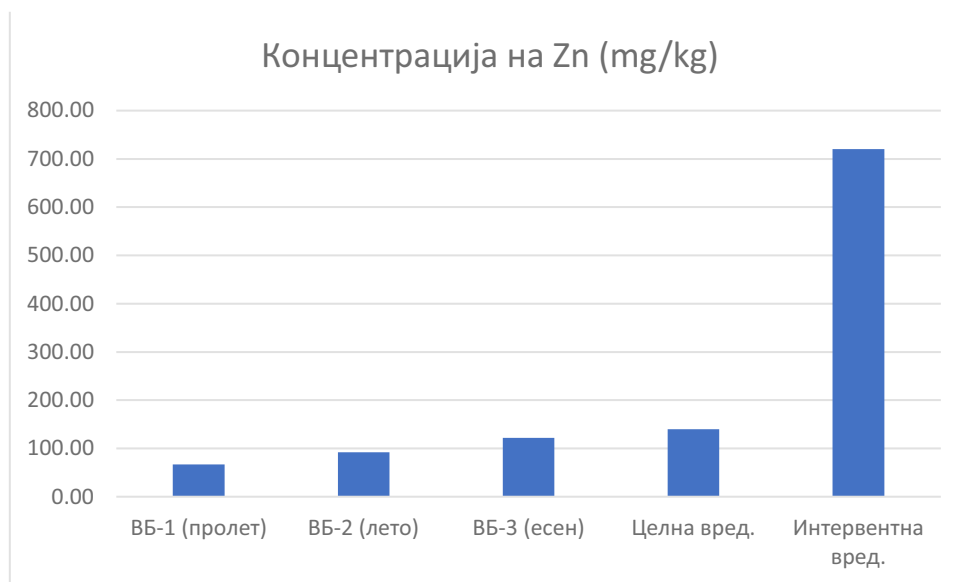
Слика 22. Споредба на концентрации Cr во речните седименти со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности)



Слика 23. Споредба на концентрации Co во речните седименти со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности)



Слика 24. Споредба на концентрации Pb во речните седименти со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности)



Слика 25. Споредба на концентрации Zn во речните седименти со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности)

ЗАКЛУЧОК

Генерален заклучок е дека постои разлика во квалитетот на водата во р. Брегалница за време на пролетните мерења (кога има повисок водостој) и летните и есенските мерења (кога нивото е значително пониско и има помал волумен на вода во коритото). Вредностите на **хемиската потрошувачка на кислород (ХПК mgO₂/l)** во р. Брегалница се најниски во пролетните мерења кога ХПК изнесува 1,8 mg O₂/l со што водата се вбројува во **Класа 1**. На лето и на есен овој параметар се зголемува и изнесува 2,6 mg O₂/l и 2,7 mg O₂/l што водата ја поместува во една класа погоре т.е. **Класа 2**.

Исто така концентрацијата на **вкупниот фосфор** во пролетниот и летниот дел од кампањата можеме да кажеме дека никаде не надминува концентрација од 10 µg/l (10 µg/l е граница на детекција на *ICP MS* за овој елемент), а во есенските мерења каде достигнува ниво од 34,8 µg/l што водата ја става во **Класа 4**.

Сепак ефектот на сезонска промена на квалитетот на водата е најалармантен кај микробиолошкото загадување. За време на пролетниот мониторинг е евидентирано присуство на 500 CFU/ 100 ml (колиформни бактерии на 100 ml) или **Класа 3** според бактериска контаминација. Во есенскиот период евидентирано е присуство на >500 CFU/ 100 ml (колиформни бактерии на 100 ml) што е **Класа 4** според бактериска контаминација.

Треба да се напомене дека во оваа проба се јавуваат **колиформни бактерии од фекално потекло** (>500 колиформни бактерии на 100 ml) и *Escherichia coli* (>500 бактерии на 100 ml).

Кога станува збор за концентрациите на **растворени метали** во водите на **р. Брегалница** можеме да заклучиме дека скоро сите измерени концентрации се под пропишаните максимално дозволени вредности за **Класа 1-2**. Од оваа класа отстапува само концентрацијата на Fe (железо) во пролетните мерења. Во оваа проба беа измерени 318 µg/l, а референтната вредност за **Класа 1-2** е 300 µg/l.

Измерените вредности на метали во **речните седименти** се споредени со холандските стандарди за почви (целни и интервентни вредности). Од нив може да се види дека интервентните вредности се надминати само кај 1 проба (кај бариум (Ba) за време на летните мерење, додека целните вредности се надминати кај пролетните и есенските мерења. Целните вредности се надминати само кај антимон на лето и кобалт на есен.

Согласно правилата за класификација на површинските води, највисоката класа определена за одреден показател (органолептички показател, киселост, кислороден режим, минерализација, еутрофикација и микробиолошко загадување) ја определува генералната класа на целото водно тело, поради што и водите од река Брегалница во есенскиот период се класифицираат во **Класа 4**. **Класа 4** се однесува на силно еутрофична, загадена вода, која во природна состојба може да се употребува за други намени, само по одредена обработка.

Имајќи ги во предвид добиените резултатите, односно индикациите на висок степен на загаденост на водата, сметаме дека се неопходни дополнителни и континуирани анализи на сите показатели на квалитет на речните води, а пред сè показателите на еутрофикацијата и на кислородниот режим, кои ќе овозможат појасна слика за можните извори на загадување, како и примена на мерки за подобрување на квалитетот на водата.

- - КРАЈ НА ИЗВЕШТАЈ - -

Извештајот го изготвил	проф. д-р Ѓорги Димов
Контролира / Одобрува	проф. д-р Дејан Мираковски
 Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип Факултет за природни и технички науки Лабораторија АМБИКОН ул. „Крсте Мисирков“ бр. 10-А, Пош. Фах 201 Штип - 2000, Р. Северна Македонија	

Публикацијата е дел од проектот „Утопија? Бистри води, зелен Исток“, финансиран од Фондацијата Отворено општество – Македонија.

Содржината на оваа публикација е одговорност на издавачот и авторот и не ги одразува ставовите на Фондацијата Отворено општество - Македонија.



