



## ИЗВЕСТИЯ НА БЪЛГАРСКОТО ГЕОГРАФСКО ДРУЖЕСТВО JOURNAL OF THE BULGARIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

web-site: [www.geography.bg](http://www.geography.bg) e-mail: [journal.bgs@geography.bg](mailto:journal.bgs@geography.bg)



### Териториални особености и динамика в изменението на качеството на водите в реките Тополница и Луда Яна

### Territorial features and dynamics in the water quality change in the Topolnitsa and Luda Yana rivers

Кристина Гърциянова<sup>1</sup>, Мариан Върбанов<sup>1</sup>, Атанас Китев<sup>1</sup>, Стефан Генчев<sup>1</sup>, Стела Георгиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национален институт по геофизика, геодезия и география - Българска академия на науките, Департамент География  
1113 София, България, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 3;

<sup>2</sup>Химикотехнологичен и металургичен университет, Факултет по химични технологии, катедра „Аналитична химия“  
1756 София, България, бул. Климент Охридски № 8

Kristina Gartsyanova<sup>1</sup>, Marian Varbanov<sup>1</sup>, Atanas Kitev<sup>1</sup>, Stefan Genchev<sup>1</sup>, Stela Georgieva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography - Bulgarian Academy of Sciences, Department of Geography,  
1113 Sofia, Bulgaria, Acad. G. Bonchev str., bl. 3

<sup>2</sup>University of Chemical Technology and Metallurgy, Faculty of Chemical Technology, Department of Analytic Chemistry  
1756 Sofia, Bulgaria, 8 St. Kliment Ohridski Blvd.

#### ABSTRACT

#### Key words:

water contamination, pollutants,  
water quality indices,  
anthropogenic impact,  
river waters

In this article the current changes in the water quality of rivers Topolnitsa and Luda Yana have been analyzed and evaluated. The river basins are under the significant anthropogenic impact of various origins and nature. The main sources of pollution, the emitted substances and the spatio-temporal features of the change of the water quality are determined. Several indices for complex assessment of river waters have been used to assess the status of water - (Water Quality Index - Canada; Water Pollution Index - Russia; Chemical Index for River Water Quality (CJ) - Germany).

#### Увод

Антропогенното въздействие върху качеството на повърхностните води в даден район може да се осъществява точково - чрез заустване на замърсени отпадъчни води или дифузно - чрез повърхностно измиване на вредни вещества от земеделски площи, регламентирани и нерегламентирани сметища, а в много случаи и посредством инфилтрирането на битови води от септични ями в подземни водоносни хоризонти, които подхранват речните води. Изследването на пространствените и времеви изменения на разпространението и победението на замърсяващите вещества в реките е от особена важност както за населението, така и за водните екосистеми.

Изборът на настоящата тема на изследване е продиктуван от факта, че независимо от сравнително неголемите площи, водосборите на реките Тополница и Луда Яна са подложени на значително антропогенно въздействие. Причина за това е съсредоточаването на големи индустриални мощности от рудодобива и цветната металургия, преработващата промишленост, развито е интензивното земеделие, значителен е и делът на комунално-битовия сектор.

Основна цел на настоящата статия е изследване и разкриване на пространствено-времевите изменения на качеството на водите на реките Тополница и Луда Яна под влияние на антропогенната дейност за периода 1981-2018 г.

За реализиране на поставената цел са формулирани следните задачи:

- Анализ на измененията в качеството на водите в двата речни басейна за периода 1981-2018 г.;

- Оценка на източниците и формите на въздействие – замърсяващи вещества, начин на замърсяване, интензитет и мощност на въздействие;

- Определяне на степента на изменението на качеството на водите чрез използване на комплексни индекси за оценка на качествено състояние на водите - (Water Quality Index - Канада; Индекс на замърсяването на водите – Русия; Химически индекс за качеството на речните води (CJ) - Германия), както и диференцирана оценка по водещи физикохимични показатели;

- Определяне на основните райони и участъци от реките с интензивно антропогенно въздействие върху качеството на водите.

## Материали и район на изследване

### Район на изследване

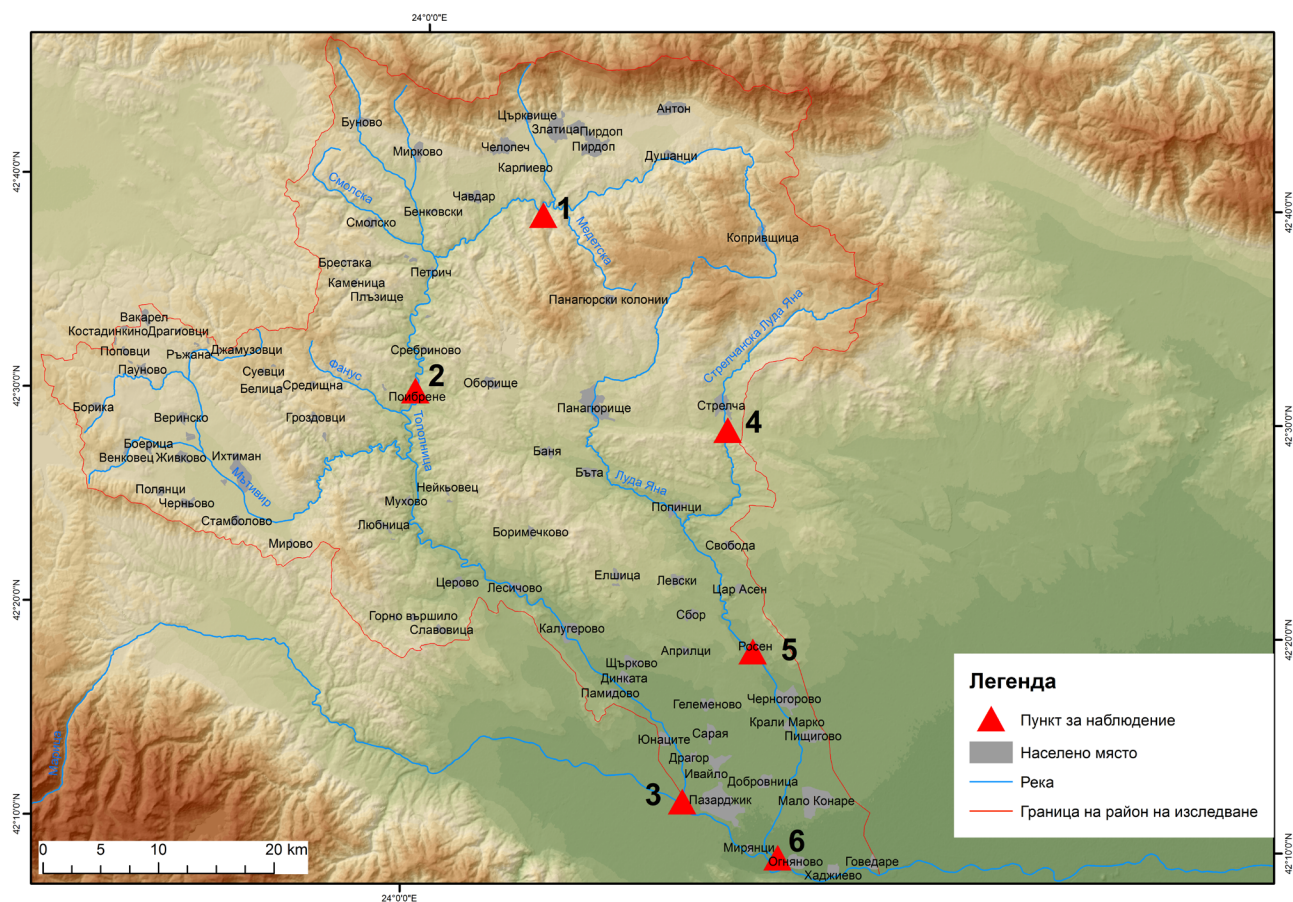
Районът на настоящото изследване обхваща басейните на реките Тополница и Луда Яна, формиращи се и протичащи в Свщинска Средна гора и Пазарджишкото поле. Река Тополница е ляв приток на р. Марица и извира от източното подножие на връх Буная (1572 m) в Свщинска Средна гора. Площта на водосборния басейн на реката е 1789 km<sup>2</sup>, което представлява 3,4% от водосборната област на р. Марица. В Златишко-Пирдопската котловина и Горнотракийската низина водите на реката се използват основно за напояване, като за целта са изградени язовирите „Душанци“, „Жеков вир“ и „Тополница“. Дължината на р. Тополница е 155 km. Влива се в р. Марица на 1 km западно от гр. Пазарджик. Река Луда Яна извира от Свщинска Средна гора на височина 1423 m. Дължината на изследваното поречие е 74 km, а площта на водосборния басейн е 685 km<sup>2</sup>. Река Луда Яна се влива в р. Марица западно от с. Огняново (фиг. 1).

### Материали

Понастоящем основен нормативен документ, който определя политиката на страната в областта на водите е Законът за водите в сила от 28.01.2000 г., основаващ се на Директива 2000/60/ЕС, която пък от своя страна – установява рамката за дейността на Общността в областта на водните политики. Законът регламентира управлението на водите да се осъществява в две нива

- национално и басейново. Съвместното управление на повърхностните и подземните води по отношение на тяхното количество и качество се осъществява на ниво речен басейн. Водосборните области на р. Тополница и р. Луда Яна, са в границите на Басейнова дирекция (БД) „Източнотополски район“. В съответствие с прилагането на Закона за водите се разработват и приемат значителен брой подзаконови нормативни документи - наредби, заповеди, правилници и др. В този смисъл хидрохимичната оценка на речните води в двата водосбора се основава на Наредба Н-4/2013 г. (Наредба Н-4, 2013) за характеризирани на повърхностните води, както и на изискванията, разписани в Наредбата за стандарти за качество на околната среда за приоритетни вещества и някои други замърсители (СКОС) от 2010 г. (Наредба СКОС, 2010).

В статията са изследвани стойностите на показателите – разтворен кислород, рН (водороден показател), електропроводимост, амониев азот, нитритни и нитратни йони, общ азот, общ фосфор, ортофосфати и БПК<sub>5</sub>. От специфичните и приоритетни вещества обект на анализ са тежките метали и металоиди: арсен, желязо, манган, мед, кадмий, олово, цинк, никел (табл. 1). В настоящото изследване са използвани данни за качеството на водите от Националната система за мониторинг на повърхностните води (НСМПВ), предоставени от Изпълнителна агенция по околна среда (ИАОС). Анализът е осъществен за шест избрани пункта от изследвания район (табл. 2, фиг. 1) с най-дълъг период и пълнота на данните.



Фигура 1. Район на изследване и местоположение на пунктовете за наблюдение.

Figure 1. Area of study and location of monitoring points.

**Таблица 1.** Набор от показатели, използвани при разчетите на трите индекса.

**Table 1.** Water status indicators in the surveyed water sheds used in the three indices.

Индекси	WQI	ИЗВ (WPI)	CJ
Показатели за качество на водите	OXIG (mg/dm <sup>3</sup> )	OXIG (mg/dm <sup>3</sup> )	OXIG %
	pH	pH	pH
	electrical conductivity	electrical conductivity	electrical conductivity
	BOD5	BOD5	BOD5
	N-NH <sub>4</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NH <sub>4</sub>
	N-NO <sub>3</sub>	Fe	N-NO <sub>3</sub>
	N-NO <sub>2</sub>	Mn	PO <sub>4</sub> -P
	PO <sub>4</sub> -P	Cd	T°C
	N-tot	Cu	
	Total P	Zn	
	Fe		
	Mn		
	Cd		
	Pb		
	As		
	Cu		
Ni			
Zn			

**Таблица 2.** Пунктове за наблюдение качеството на водите в района на изследване.

**Table 2.** Water quality monitoring points in the study area.

№ на пункт	Пункт за наблюдение	Код на пункт (по НСМПВ)	Период (години)
1	р. Тополница на шосеен мост Панагюрище-Пирдоп	BG3MA08911MS1270	1981-2018
2	р. Тополница преди яз. Тополница - при с. Поибрене	BG3MA00853MS1170	1981-2018
3	р. Тополница – Пазарджик, преди устие	BG3MA00811MS1070	1989-2018
4	р. Стрелченска Луда Яна след Стрелча	BG3MA07425MS0950	1989-2018
5	р. Луда Яна при с. Росен	BG3MA07425MS0930	1981-2018
6	р. Луда Яна – преди устие	BG3MA00741MS0920	2007-2018

Съобразно изискванията на Наредба Н-4/2013 за характеризирани на състоянието на повърхностните води у нас разчетите са изпълнени според типа речно тяло и максимално допустимата концентрация за състояние „добро“, а измененията на съдържанието на тежки метали и металоиди (като част от приоритетните и специфични показатели) бяха анализирани според изискванията на съответните индекси: максимална допустима концентрация или средногодишна стойност.

## Методи на изследването

Разнообразието на постъпващите във водите, замърсяващи вещества изискват не само получаването на обобщена и комплексна оценка на тяхното състояние, но и извършването на покомпонентен анализ на въздействието, за да се открият водещите замърсители, както и да се направи опит за пространствена диференциация на видовете замърсяване на реките. В изпълнение на тези цели комплексната оценка е получена чрез прилагането на универсални и широко приложими в хидроекологичната практика комплексен индекс за качество на водите (ИКВ), (Water Quality Index – Канада); Химически индекс за качеството на речните води (CJ) - Германия); Индекс на замърсяването на водите – Русия (Ecological Assessment and..., 1992; Кимстач, 1993; ССМЕ, 2001; Газарина, 2012; Върбанов, Гърциянова, 2015; Varbanov, Gartsyanova, 2017).

Първият индекс, чрез който са установени промените и тенденциите на изменение на качеството на водите в изследваните поречия е Water Quality Index (WQI) - интегрален индекс за качество на водите като получената крайна стойност се трансформира в интервала от 0 до 100, като 0 означава „най-лошо“, а 100 – „най-добро“ качество на речните води. Приложеният индекс има три основни съставляващи, които изразяват диапазона, честотата и амплитудата на антропогенно въздействие върху водните обекти (WQI) (ССМЕ, 2001).

Вторият индекс на замърсеност на водите (ИЗВ, WPI) се изчислява по определен брой инградиенти (обикновено 6), сред които се включват задължително показателите особено чувствителни към антропогенно въздействие - разтворен кислород и БПК<sub>5</sub>. В зависимост от величината на измерените стойности на последните два инградиента и получените крайни резултати на приложения индекс се определя класът на качество на водите. Оценката за степенята на замърсеност е във 7 „класа“ и може да бъде от „много чисти“ до „изключително мръсни“.

Третият индекс, приложен в изследването е известен като химически индекс на качеството на речните води (CJ), разработен от Баварската служба за управление на водите (Германия). Този индекс подобно на WQI, представлява обобщена балова оценка за качество на водата със стойност, варираща от 0 до 100 (0 е най-лошото и 100 е най-доброто качествено състояние на водата), (Ecological Assessment and..., 1992; Kimstach, 1993). Баловите оценки и класовете качество на водите за използваните индекси са посочени в табл. 3.

## Резултати

### Резултати от разчетите на WQI

В резултат от направения анализ на приложения индекс за качество на водите (WQI) съгласно изискванията на Наредба Н-4/2013 г. за характеризирани на повърхностните води се установява, че през по-голяма част от изследвания период речните води на р. Тополница в пункта на моста Панагюрище-Пирдоп са „силно замърсени“ и „замърсени“, неизпълняващи условията за „добро“ екологичен статус. Относително устойчив период, в който състоянието на водите се определя като „добро“ и „много добро“ се забелязва от 1993 г. до 2010 г. От 2011 г. до 2018 г. водите на изследваното поречие в този участък се отнасят към категория „лошо“ качествено състояние според стойностите на ИКВ. През

**Таблица 3.** Оценка на състоянието на качеството на речните води за трите използвани индекса**Table 3.** Assessment of the state of river water quality for the three indices used

Категория качество	Интервал на баловата оценка на WQI	Оценка на състоянието	Клас на качеството на водите на WPI	Степен на замърсяване	Интервал на балова оценка на CJ
Отлично (ест. състояние)	95 - 100	Много чисти	I	Отсъства до леко	83-100
Много добро	80 - 94	Чисти	II	Леко	73-83
Добро (слабо замърсени)	65 – 79	Слабо замърсени	III	Средно	56-73
Критично (замърсени)	45 - 64	Замърсени	IV	Значително	44-56
Лошо (силно замърсени)	0 – 44	Мръсни	V	Силено	27-44
		Много мръсни	VI	Много силно	17-27
		Изключително мръсни	VII	Изключително силно	0-17

целия близо четиредесет годишен период на анализ водите на реката в този пункт не се намират в „естествено състояние“ в нито една година. Най-ниска стойност на индекса е изчислен през 2012 г. (21,7), а най-висока (86) през 2007 г. (фиг. 2).

Водите на р. Тополница в пункта преди яз. Тополница - при с. Поибрене са подложени в значителна степен или непрекъснато на антропогенно натоварване и се определят като „замърсени“ (1981-1990 г.) и „силно замърсени“ (2011-2018 г.) (фиг. 2). През целия период не се регистрират стойности на комплексния индекс, които да поставят реката в „отлично“ качествено състояние. В отделни не последователни години в периода 1991-2010 г. речните води се определят като „слабо замърсени“ и „води в естествено състояние с единични случаи на замърсяване“. Най-ниска (30,6) и най-висока (85,2) стойност на ИКВ са регистрирани съответно през 2018 г. и 2010 г.

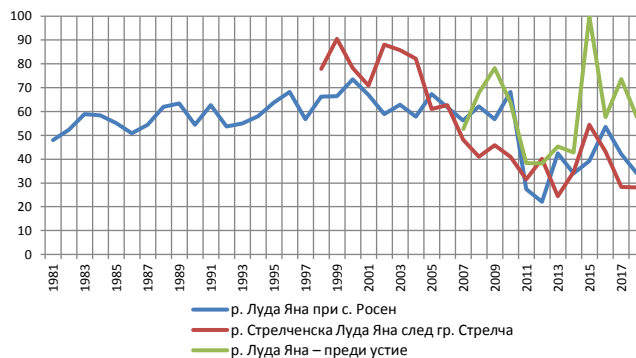
В долното течение повърхностните води на р. Тополница в пункта при Пазарджик, (преди устието) се намират почти в еднакъв брой години (съответно 12 и 11) в „добро“ и „критично“ качествено състояние според нормите за „добро химично състояние“, регламентирани в Наредба № Н-4/2013 г. Като „силно замърсени“ се определят водите на изследваното поречие единствено през 2017 г. (ИКВ-44,1). Годишите, в които реката се намира в своето условно „естествено състояние“ се установяват в началото (1989 г.) и към края на периода (2014 г.) (фиг. 2).

Водите на р. Стрелченска Луда Яна след Стрелча от началото на изследвания период (1998 г.) до 2004 г. без прекъсване се намират в „добро“ и „много добро“ качествено състояние. Най-високата стойност на WQI е регистрирана през 2002 г. (88,1).

След това до 2018 г. стойностите на комплексния индекс определят реката като „замърсена“ и „силно замърсена“ с минимална стойност на индекса за качество на речните води 28,1 (2018 г.). В нито една година водите на изследваното поречие не попадат в категория „отлично“ състояние по отношение на тяхното качество.

В средното течение р. Луда Яна (в пункта при с. Росен) се установява, че реката почти през целия период не изпълнява изискванията на Наредба №Н-4/2013 г. за „добро“ екологично състояние. От 1996 г. до 2001 г. се забелязва кратък период, в който речните води според стойностите на WQI се определят като „слабо замърсени“. Непосредствено преди и след това (до 2009 г.) се очертава период, в който реката се намира в „критично“ качествено състояние. От 2010 г. до 2018 г. качеството на водите на р. Луда Яна в изследвания пункт се влошава, и реката попада в по-ниската категория

състояние - „лошо“. Най-ниската стойност на WQI е 22,1 установена през 2012 г. В нито една година от периода на изследване речните води не се намират в състояние „много добро“ и „отлично“ (фиг. 3).

**Фигура 2.** Изменение на стойностите на WQI за р. Тополница.**Figure 2.** Change in the WQI values of the Topolnitsa River.**Фигура 3.** Изменение на стойностите на WQI за р. Луда Яна.**Figure 3.** Change in the WQI values of the Luda Yana River.

Според стойностите на WQI водите на р. Луда Яна (в пункта преди устието) попадат в различни категории качествено състояние, които варират от „лошо“ до „отлично“. Поради динамиката на качеството на речните води с известно условие, очертан период, в който поречието се намира в „лошо“ и „критично“ състояние може да се обособи от 2010 г. до 2014 г. През 2012 г. е изчислена най-ниската стойност на WQI 38,2. Като цяло годините, в които реката не изпълнява нормите за „добър“ статус са двойно повече от тези, в които отговаря на изискванията на Наредба Н-4/ 2013 г. (фиг. 3).

Река Тополница - при с. Поибрене се характеризира с най-много (20) години, в които състоянието на водите по отношение на тяхното качество е „добро“ и „много добро“.

Речните води на Стрелченска Луда Яна в пункта след Стрелча и Луда Яна при с. Росен се отличават с най-много случаи (по 7), в които според стойностите на WQI водите се определят като „слабо замърсени“ и „води, намиращи се естествено състояние с единични случаи на замърсяване“.

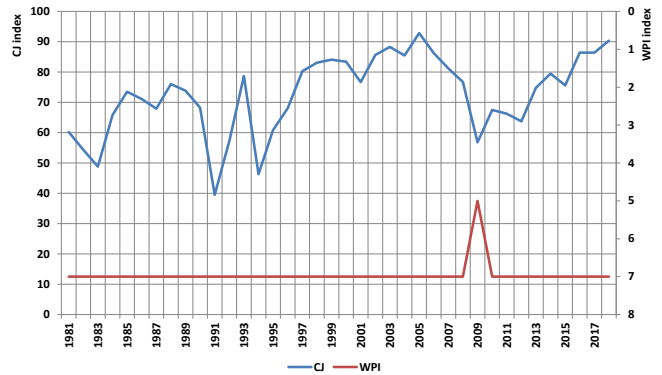
Качеството на водите на р. Луда Яна при устието незначително се подобрява, което може да се обясни със значително по-късия период на изследване (поради наличните данни), както и с по-либералните норми на съответните индикатори за равнинна тип реки и възможностите за самопочистване на реката.

### Резултати от приложените в изследването Химически индекс за качеството на речните води (CJ) – Германия и Индекс на замърсяването на водите (WPI) – Русия

Река Тополница при моста на шосето Панагюрище-Пирдоп - В този пункт се отразява непосредственото влияние на близко разположените хвостохранилище „Бенковски“ и заустването на реките Златишка, Пирдопска и Медетска, обекти тясно свързани с рудодобива в поречието. Тук по-силно е изразено това въздействие чрез получените резултати за WPI. Според него реката в този участък трайно и постоянно е в състояние „много мръсна“. Анализът на наличната информация показва изключително високи стойности на металите, достигащи до превишаване няколкократно пъти на максимално допустимите концентрации. Индексът CJ реагира по-слабо на това замърсяване, чрез показателите „електропроводимост“, „рН“. Наблюдава се изразен тренд на подобряване на състоянието на речните води по този индекс. Независимо от това състоянието на речните води е оценено като „критично“ през „средно замърсяване към „слабо замърсяване“ (фиг. 4).

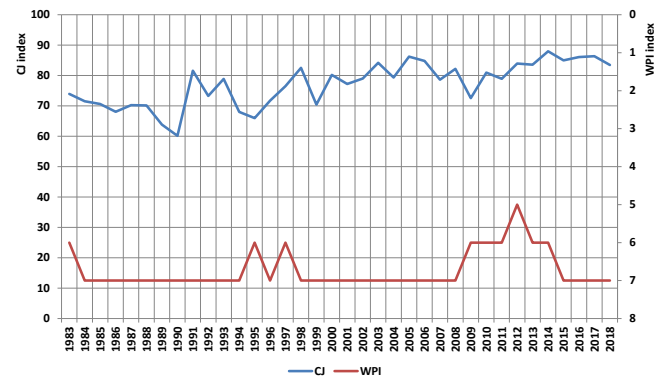
Река Тополница при Поибрене - Резултатите в този пункт отразяват антропогенното въздействие върху водите до яз. Тополница. Наблюдава се слаба тенденция към подобряване на състоянието на водите по CJ индекса във времето. В началото на периода, състоянието на речните води се категоризира като „средно до леко замърсена“, постепенно преминаващо трайно в „леко замърсена“. Много по-критично е оценено състоянието на реката по WPI, където оценката е „мръсна“ до „много мръсна“. Тази критична ситуация се дължи на високите стойности на някои от металите включени в индекса (фиг. 5).

Река Тополница при устие - Антропогенното въздействие върху водите на р. Тополница има смесен произход вследствие на заустване на непречистени води от селищните канализационни системи, от няколко големи животновъдни стопанства, както и от отпадъчни води от рудодобива. Това се отразява на качеството на водите по цялото поречие, включително и в приустиевия участък. CJ индексът слабо реагира на този натиск и според получените резултати определя състоянието на речните води като „слабо до средно замърсени“ (фиг. 6). Според резултатите от WPI индекса, водите се определят като „замърсени“ и „мръсни“. Очевидно влиянието на високите стойности на концентрацията на желязото, мангана, медта и кадмия са в основата на критичното състояние на реката. Големата вариабилност на резултатите по WPI се дължат на някои пропуски в данните за металите включени в оценката.



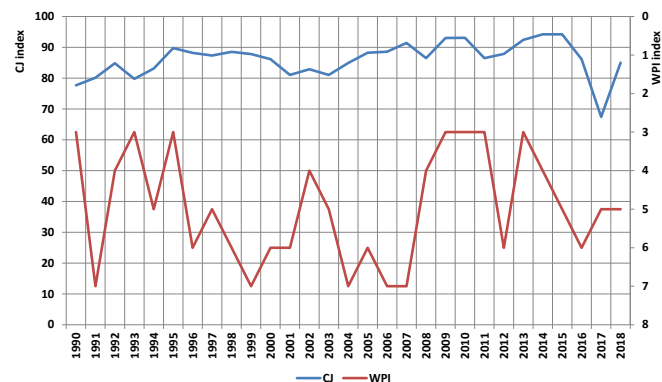
Фигура 4. Изменение на стойностите на индексите CJ и WPI изчислени за р. Тополница при моста на шосето Панагюрище-Пирдоп.

Figure 4. Change in the values of the CJ and WPI indices calculated for the Topolnitsa River at the bridge on the Panagyurishte-Pirdop road.



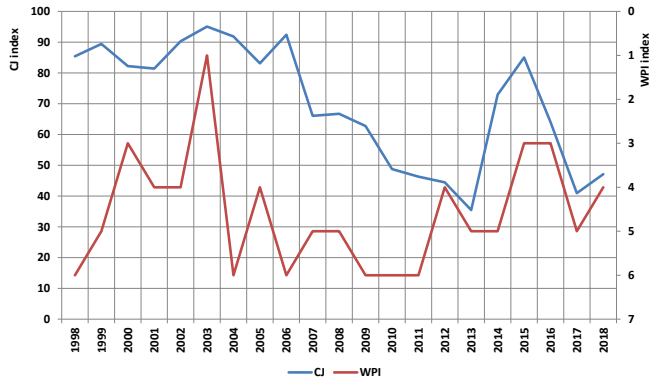
Фигура 5. Изменение на стойностите на индексите CJ и WPI изчислени за р. Тополница при Поибрене.

Figure 5. Change in the values of the CJ and WPI indices calculated for the Topolnitsa River at Poibrene.



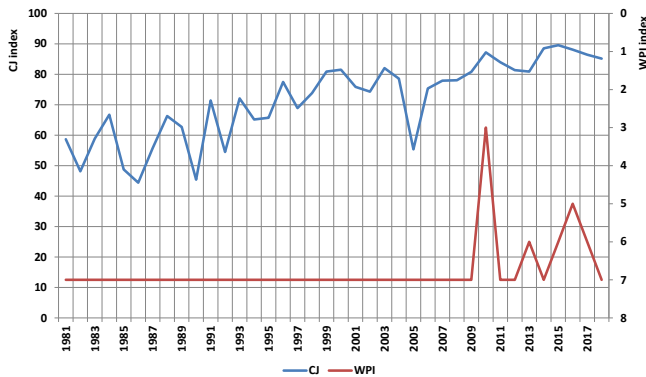
Фигура 6. Изменение на стойностите на индексите CJ и WPI изчислени за р. Тополница при устие.

Figure 6. Changes in the values of the CJ and WPI indices are calculated for the Topolnitsa River at the mouth.



**Фигура 7.** Изменение на стойностите на индексите CJ и WPI изчислени за р. Луда Яна след Стрелча.

**Figure 7.** Change in the values of the CJ and WPI indices calculated for the Luda Yana River after Strelcha.



**Фигура 8.** Изменение на стойностите на индексите CJ и ИЗВ (WPI) изчислени за р. Луда Яна при с. Росен.

**Figure 8.** Change in the values of the CJ and (WPI) indices calculated for the Luda Yana River near the village of Rosen.

Река Луда Яна над/под Стрелча - Времевите изменения на качеството на речните води в този пункт отразяват в определена степен и промените в местоположението му. В началния период на изследване той се намира над града и отразява единствено локалното влияние на розоварната, която има подчертано сезонен характер на работа. В този пункт значително по-чувствителен към антропогенния натиск е CJ индексът, който включва показател за химично състояние, реагиращ на замърсяване с отпадъчни води преимуществено от комуналния сектор. Именно след преместването на пункта непосредствено под града след 2007 г., оценката на водите е „критично“ и „силно замърсена“ по CJ и „замърсена“ по WPI (фиг. 7). При теренните наблюдения през 2019 г. при пробовземанията винаги се установява специфичен мирис на реката, свидетелстващ за заустване на непречистени води от канализационната мрежа.

Река Луда Яна при с. Росен - Състоянието на водите на Луда Яна при с. Росен за изследвания период може да бъде определено като „средно замърсена“ по индекса CJ с тенденция за подобрение. Още по-строга е оценката на WPI, която оценява водите на реката като „силно замърсени“ за периода 1981 – 2010 г. В последни години се наблюдава известно подобрение в химическото състояние на водите (фиг. 8). Това се дължи

на намаляването в пъти на концентрацията на медта, цинка и кадмия, но сравнително високи остават значенията на желязото, мангана и медта. Високи са стойностите на показателите „БПК5“, „амониев и нитратен азот“, които свидетелстват за органично замърсяване, породено от заустване на води от животновъдни стопанства и от канализационните системи на населените места.

Река Луда Яна при устие. Наличните данни ограничават изследвания период и времевите тенденции могат да се проследят само за последното десетилетие. Като цяло, отново се наблюдава значителна разлика в получените стойности по двата индекса. Според баварския индекс през целия период речните води се намират в състояние „отсъстващо до леко замърсяване“. Очевидно антропогенното въздействие след Стрелча в устиевата област не се регистрира, вследствие на значителното разреждане на битово-фекалните води. В същото време, WPI, който включва и ограничен брой приоритетни и специфични замърсители, е значително по-чувствителен на заустването на отпадъчни води. Макар и да сочи определена тенденция към подобряване на оценката, реката по този индекс се определя като „умерено до силно замърсена“, което се дължи на високите стойности на съдържанието на желязо, манган и мед.

## Заклучение

В резултат от приложените WQI, CJ и WPI индекси и направения анализ на качествено състояние на речните води във водосборите на Тополница и Луда Яна могат да се направят следните изводи:

По отношение на изискванията на Наредба №Н-4/2013 г. се установява, че през изследвания период водите на реките Тополница и Луда Яна не отговарят на изискванията за „добро“ химично състояние.

През изследвания период с най-много „лоши“ (7) и „критични“ (24) стойности на WQI за качество на водите е пунктът на р. Луда Яна при с. Росен.

От поречието на Тополница водите, които се определят като „силно замърсени“ и „замърсени“ са тези в пункта на реката на моста Панагюрище-Пирдон, съответно в 7 и 14 години от изследвания период.

Като цяло, водите на р. Тополница и р. Луда Яна са подложени на продължително комплексно антропогенно въздействие. Качеството на речните води се влошава вследствие на замърсявания от промишлеността (предприятията за цветни метали, рудници и хвостохранилища), селското стопанство и заустването на отпадъчни води от населените места. Заустването на непречистени битови отпадъчни води, както и отпадъчни води от селското стопанство обуславят високи стойности на физикохимичните показатели – нитрати, азот амониев, ортофосфати, БПК5. В значителна степен влошеното качество на водите по отношение на тежките метали се определя от повишеното съдържание на мед, манган, цинк и желязо. Приложените комплексни методи за оценка на качеството на речните води дават по-пълна и детайлна пространствено-времева характеристика на антропогенното въздействие. В този смисъл оценяването на качеството на речните води, може да послужи като основа за тяхното устойчиво управление.

## Благодарности

Изследването е осъществено благодарение на финансовата подкрепа на Фонда за научни изследвания – МОН по проект /договор КП06-ОПР3/3/14.12.2018 г.

Financial support from Bulgarian National Scientific Fund project КП-06-ОПР 03/3 /14.12.2018 of the Ministry of Education and Science, Bulgaria is gratefully acknowledged.

## Литература

- Върбанов, М., К. Гърциянова. 2015. Сравнителен анализ на индекси за оценка качеството на речните води. – Сб. доклади от научна конференция „Науката в служба на обществото“, 30 октомври 2015, Варна, с. 3–10. / Varbanov, M. K. Gartsyanova. 2015. Comparative Analysis of water quality indexes. – Papers of Scientific Conference “The Science in service of the Society”, 30 October 2015, Varna, pp. 3–10. (Bg)
- Газарина О. В. 2012. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы, Изд. „Удмуртский университет“, Ижевск. / Gagarina O.V. 2012. Assessment and regulation of the quality of natural waters: criteria, methods, existing problems, Ed. “Udmurt University”, Izhevsk.
- Кимстач, В.А. 1993. Классификация качества поверхностных вод в странах Европейского экономического сообщества. СПб.: Гидрометеоздат. / Kimstach V. A. 1993 Classification of surface water quality in the countries of the European Economic Community. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, ISBN 5-286-01122-5. (Ru).
- Varbanov, M., Gartsyanova, K.. INDEX ASSESSMENTS OF THE RIVER WATER QUALITY -A CASE STUDY OF BULGARIAN RIVERS. Geography and Tourism, Vol. 5, 2, Kazimierz Wielki University Press, 2017, ISSN:2353-4524, DOI:10.5281/zenodo.1118163, 41-49
- \*\*\* Наредба № Н-4 от 14.09.2012 г. за характеризиране на повърхностните води / Regulation N 4/14.09.2012 for characterization of the surface waters (Bg).
- \*\*\* Наредба за стандарти за качество на околната среда за приоритетни вещества и някои други замърсители от 01.11.2010 г. ДВ, бр. 88 от 9.11.2010 г. / Regulation on environmental quality standards for priority substances and other pollutants from 01.11.2010. OG. 88 on 09/11/2010 (Bg)
- \*\*\* CCME. 2001 Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Canadian water quality Index 1.0 Technical report. Canadian council of Ministers of the Environment.
- \*\*\* 1992 Ecological Assessment and Control, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1992 - III, 751 pp. ISBN 92-826-2929-5