

## ОЦЕНКА НА КАЧЕСТВОТО НА ВОДИТЕ НА ЯЗ. „ПЧЕЛИНА“

*Кристина Гърциянова<sup>1</sup>*

В статията се изследва качествено състояние на водите на яз. „Пчелина“ за периода 2007-2015 г. чрез анализ за качеството на избрани физико-химични елементи и някои приоритетни вещества. Анализът е направен съобразно разпоредбите на Наредба Н-4 от 14.09.2012 г. за характеризирание на повърхностните води и изискванията на Наредба за стандарти за качество на околната среда за приоритетни вещества и някои други замърсители от 01.11.2010 г. Използвани са интегрален индекс за качество на водите (ИКВ), сравнителни и графични методи. Установени са показателите, чийто стойности превишават законовите норми и съответно водят до влошаване на качествено състояние на язовирните води. Определени са възможните източници на замърсяване на яз. „Пчелина“.

**Ключови думи:** качество на водите, р. Струма, яз. „Пчелина“

## ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE „PHELINA“ RESERVOIR

*Kristina Gartsyanova*

**Abstract:** In this article the quality of the waters of „Pchelina“ reservoir for the period 2007-2015 was analyzed by assessment of some physico-chemical indicators and selected priority substances. The analysis was made in accordance with the Ordinance N-4 of 14.09.2012 on characterization of surface water and the requirements of the Ordinance on environmental quality standards for priority substances and other pollutants from 01.11.2010. An integrated index for water quality, comparative and graphical methods were applied. The indicators, whose values exceed the legal norms and lead to pollution of the water quality of the dam, are determined. The possible sources of pollution of „Pchelina“ reservoir are identified.

**Keywords:** water quality, Struma river, „Pchelina“ reservoir

---

<sup>1</sup> Департамент География – НИГГГ – БАН; krisimar1979@gmail.com

## УВОД

Много от реките в Европа са трансгранични и протичат през териториите на поне две страни, което налага спазването на редица изисквания по отношение качеството на водите. Директива 2000/60/ЕС (Рамкова Директива за водите/ РДВ) поставя изискване за координация на усилията на страните-членки на Европейската общност (ЕО) при провеждане на интегрирано управление на водните ресурси. Чрез Директивата страните от общността се задължават да предпазват от бъдещо влошаване и да подобряват качеството на водите, в т.ч. и на речните. Като член на ЕС България също трябва да изпълнява тези критерии и условия, залегнали в Директива 2000/60. Постановките в Закона за водите (ЗВ) (2000) са съобразени и синхронизирани с тези на РДВ. Като основополагащ за водния сектор нормативен акт в България, Законът има за задача да уреди всички най-важни групи правоотношения, свързани с опазването и използването на водите в страната. През 2002 г. по силата на чл. 153 от ЗВ и в съответствие със чл.3 (ал.1) от Директива 2000/60/ЕС към Министерство на околната среда и водите (МОСВ) са създадени четири басейнови дирекции (БД) за управление на водите в страната: Дунавски район (БД „ДР“), Черноморски район (БД „ЧР“), Източнороморски район (БД „ИБР“), Западнороморски район (БД „ЗБР“). Дирекциите имат управленски, регулаторни, контролни и информационни функции, при осъществяването на които се разработват, актуализират и прилагат Планове за управление на речните басейни.

Един от тези райони е Западнороморският (БД „ЗБР“) с център Благоевград, в чиито обхват попадат водосборите на реките Струма, Места и Доспат, които са трансгранични между Република България и Република Гърция. В това отношение тези реки са обект на двустранни споразумения за опазване и използване на водите им.

В тясна връзка с това интерес представлява замърсяването на водите на р. Струма, която протича през територията не само на България, но и на Република Гърция и Република Сърбия. Площта на водосборния басейн на реката възлиза на 17 300 km<sup>2</sup>, като най-голямата ѝ част (10 797 km<sup>2</sup>, или 9,73 %) е на наша територия. Басейнът на р. Струма обхваща цялата област Кюстендил, западната част на област Благоевград, около 80 % от област Перник и много малка част от област София (фиг.1). Реката се явява приемник на отпадъчните битови и промишлени води на всички населени места по поречието ѝ, включително и на Перник, който е специализиран в областта на тежката промишленост (черна металургия, производството на електро- и топлоенергия, металообработване, въгледобив). Всички тези производства оказват неблагоприятно въздействие върху качеството на повърхностните води в района, включително и върху язовирите. По течението на р. Струма са изградени три язовира: яз. „Студена“, яз. „Пчелина“ и яз. „Дяково“. Водите на всеки един от тях се използват за различни цели – за добив на електроенергия, напояване, промишлено и битово водоснабдяване, риборазвъждане, отдих и др. Във връзка с това оценката на качествените характеристики на язовирните води е от особена важност.

Основна цел на настоящото изследване е установяване на състоянието и изменението на качеството на водите на яз. „Пчелина“ за периода 2007-2015 г. За реализирането на тази цел са изпълнени следните задачи:

- създадена е база данни, съдържаща информация за стойностите на избрани физико-химични елементи;
- направена е оценка на качествено състояние на водите чрез използване на интегрален индекс за качество на водите (ИКВ);
- извършен е анализ на величините на изследваните качествени параметри;
- установен е произходът на замърсяващите вещества – точкови и дифузни източници.

Язовир „Пчелина“ е построен през 1975 г. в резултат на отправени оплаквания от Република Гърция във връзка с протичащите през нейната територии замърсени води на р. Струма. Язовирът служи освен като вторичен утаител на реката и като източник за промишлено водоснабдяване с условно чисти води на община Перник. Общият обем на язовира е 54,8 млн. m<sup>3</sup> (от които полезният обем е 19,3 млн. m<sup>3</sup>), а дълбочината му достига до 19 m.

## ИЗХОДНА ИНФОРМАЦИЯ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Според ПУРБ – ЗБР основните източници на замърсяване на водите на яз. „Пчелина“ се определят като точкови и дифузни. Точкови източници са канализационните системи от населените места, заустващи без пречиствателни станции, пречиствателните станции за отпадъчни води, индустриалните обекти, хвостохранилищата и мините. Основните емитери са: „Стомана Индъстри“ АД – Перник (компанията произвежда широка гама от продукти – дебелолитова ламарина, сортов прокат, стоманени сфери и специални профили), леяро-ковашки машиностроителен комплекс ЕООД – Радомир (специализиран в производството на отливки за минно-добивната промишленост, металургията, енергетиката, корабостроенето и др.), „Галко“ АД – Радомир (специализиран производител на изделия от висококачествена стомана чрез прилагане на технологията на горещо поцинковане), „Колхида Метал“ ООД – Перник (дружеството извършва горещо поцинковане, прахово боядисване, лазерен и плазмен разкрой на тръби и ламарина и др.), „Мини открит въгледобив“ ЕАД – Перник (основен предмет на дейност е добивът, обогатяването и брикетирването на въглища с калоричност над 5833 kcal/kg), регионално депо за битови отпадъци – община Перник, Пречиствателна станция за питейни води – Перник (Доклади за състоянието..., 2015).

Дифузни източници на замърсяване са нерегламентираните сметища за твърди битови отпадъци, населените места без изградена канализация (основното замърсяване е по показателите азот, нитрити, нитрати, фосфор, както и общо органично натоварване, отразено по БПК<sub>5</sub>), сметищата и земеделските дейности. Животновъдството е друг основен източник на дифузно замърсяване, причиняващо влошаване на качествено състояние на водите по показателите азот и фосфор.

Изследването се базира на получените резултати от обработените данни за физико-химичните елементи за качество на водите на р. Струма при с. Прибой (преди яз. „Пчелина“, на яз. „Пчелина“ и на р. Струма при с. Жабляно (след яз. „Пчелина“), предоставени от Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС). Поради спецификата на пробовземамията и пълнотата на изходните данни е

възприет условно общ период на изследване – 2007-2015 г. Избраните пунктове за анализ са представителни за степента и вида на замърсяване на водите съответно преди, във и след язовира. Основен нормативен документ, залегал в основата на проучването, е Наредба Н-4 от 14.09.2012 г. за характеризирание на повърхностните води, а при определяне на химичното състояние на водите по отношение на някои тежки метали са приложени и изискванията на Наредба за стандарти за качество на околната среда за приоритетни вещества и някои други замърсители от 01.11.2010 г. (табл. 1, 2). Според ПУРБ – ЗБР (2016-2021 г.) яз. „Пчелина“ е идентифициран в категория „езеро“, тип „езера“ с олиготрофни условия.

Таблица 1

Физико-химични елементи за качество на водите категория: „Езеро“, Типове „езера“ с олиготрофни условия (Наредба Н-4 от 14.09.2012 г.)

Състояние на типове „Езера“ с олиготрофни условия	Разтворен кислород (mg/l)	Активна реакция (pH)	Електро-проводимост ( $\mu\text{S/cm}$ )	Амониев азот ( $\text{N-NH}_4$ ) (mg/l)	Нитрати ( $\text{N-NO}_3$ ) (mg/l)	Нитрити ( $\text{N-NO}_2$ ) (mg/l)	Орто-фосфати ( $\text{P-PO}_4$ ) (mg/l)	БПК <sub>5</sub>
„Добро“	8,0÷6,0	6,5÷8,5	750	0,04÷0,4	0,2÷0,5	0,01÷0,025	0,0125÷0,04	1÷2,5

Таблица 2

Химични елементи и приоритетни вещества и техните стандарти за качество на околната среда (Наредба за стандарти за качество на околната среда за приоритетни вещества и някои други замърсители от 01.11.2010 г.)

№ по ред	Химичен елемент (Специфични замърсители)	СГС - СКОС ( $\mu\text{g/l}$ )	МДК - СКОС ( $\mu\text{g/l}$ )
1	Арсен (As)	10	25
2	Мед (Cu)	22	не се прилага
3	Цинк (Zn)	100	не се прилага
4	Желязо (Fe)	100	не се прилага
5	Манган (Mn)	50	не се прилага
	<b>Приоритетни вещества</b>	<b>СГС СКОС (<math>\mu\text{g/l}</math>)</b>	
1	Олово (Pb)	1,2	14
2	Кадмий (Cd)	0,25	1,5
3	Никел (Ni)	4	34

За изпълнение на целта на изследването е използван интегрален индекс за качество на водите (ИКВ/ WQI), който се изчислява по-формулата:

$$WQI = 100 - \left( \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right),$$

където числото 1,732 в знаменателя преобразува крайния резултат в интервала от 0 до 100, като 0 определя качеството на водите като „лошо“, а 100 – като „отлично“; F1 изразява диапазона, F2 – честотата; F3 – амплитудата на отклонение на качествените показатели и техните величини от нормативно зададените прагови стойности (WQI) (CCME Canadian water quality ..., 2001; Върбанов, 2007). В зависимост от значенията на ИКВ водите имат пет степени на замърсеност, които, от своя страна, определят съответните категории качествено състояние: 0–44 (ИКВ) – силно замърсени, определят „лошо“ качествено състояние; 45–64 – замърсени, водите се намират в „критично“ състояние; 65–79 – слабо замърсени, водите се категоризират в „добро“ качествено състояние; 80–94 – води в естествено състояние с единични случаи на замърсяване, състояние „много добро“; 95–100 – води в условно естествено състояние, дефинира категория „отлично“ (Върбанов, 2007). Анализът на водите е извършен в съответствие с критериите за „добро“ качествено състояние.

При анализа на качественото състояние на водите са приложени също сравнителни и графични методи.

## АНАЛИЗ И ПОЛУЧЕНИ РЕЗУЛТАТИ

От направените изследвания на водите на яз. „Пчелина“ за периода 2007-2015 г. се установява, че стойностите на амониевия азот (N-NH<sub>4</sub>), нитратите (N-NO<sub>3</sub>), нитритите (N-NO<sub>2</sub>) и ортофосфатите (P-PO<sub>4</sub>) почти постоянно превишават до 10 пъти нормите. Това е характерно за водите на р. Струма както преди вливането ѝ в яз. „Пчелина“ (при с. Прибой), така, макар и в по-малка степен, за след него (при с. Жабляно).

Амониевият азот (NH<sub>4</sub>) е индикаторът, който в най-голяма степен влошава качествения статус на язовирните води. Измерени са стойности, които превишават между 10 и 25 пъти допустимата норма от 0,4 mg/l (табл. 1).

От 2010 г. се констатира относително устойчиво замърсяване по показателя нитрати (N-NO<sub>3</sub>). Като цяло превишенията над допустимите норми са до 10 пъти, но през 2010 г. са установени епизодични повишавания до 25 пъти (5,98 mg/l) в сравнение с праговете стойности (0,5 mg/l).

Анализът показва, че през почти всички години съдържанието на нитритни йони (N-NO<sub>2</sub>) превишава до 10 пъти нормата (0,025 mg/l). Същите резултати се установяват и по отношение на показателите ортофосфати (P-PO<sub>4</sub>) и БПК<sub>5</sub>.

Източници на замърсяване на язовирните води по отношение на съдържанието на амониев азот, нитрати и нитрити, фосфати и общ органичен натиск по показателя БПК<sub>5</sub> са населените места, в които няма изградени канализационни системи, както и населените места, от канализациите на които има значителни течове. Животновъдството, заедно с дейностите по компостиране и използване

на органичен тор, е друг основен източник на дифузно замърсяване, за което се съди по влошените стойности на показателите азот и фосфор. Според докладите на РИОСВ – Перник за изследвания период се установява, че друг значим проблем е изхвърлянето на твърди битови отпадъци на нерегламентираните сметища, основно в сухите дерета или заливните тераси на р. Струма след Перник. Това причинява оттичане и просмукване на замърсени води в повърхностните и подземните водоносни хоризонти. Освен посочените източници причина на повишеното количество на ортофосфатите е и използването на изкуствени торове в земеделието.

Единственият показател, величините на който през целия изследван период остават в границите на допустимите концентрации ( $750 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), е електропроводимостта.

Значенията на ИКВ, получени в пункта на р. Струма при с. Прибой, показват, че речните води са водите силно замърсени, като най-високата стойност е регистрирана през 2015 г. – 38,9 (фиг.2).

Получените стойности на ИКВ, попадащи в диапазона 0–44 и 45–64, сочат, че през целия период на изследване водите на яз. „Пчелина“ се определят съответно като замърсени и силно замърсени и не изпълняват условията за „добро“ физико-химично състояние. Единствено през 2007 г. язовирът се намира в „добро“ състояние по отношение на своето качество (фиг. 3). Повечето величини на ИКВ, изчислени за р. Струма след яз. „Пчелина“ при с. Жабляно, определят състоянието на водите като силно замърсени (0-44 ИКВ). Регистрираната през 2015 г. стойност на ИКВ – 48, е единствената стойност, която определя „критично“ качествено състояние на язовирните води в този пункт.

Оценката на качеството на водите на яз. „Пчелина“ по отношение на замърсяването с тежки метали – арсен (Ar), мед (Cu), цинк (Zn), желязо (Fe), манган (Mn), се основава на анализа на средногодишните стойности (СГС) при минимален брой на пробовземанията 4 пъти годишно (1 път на всеки 3 месеца) и максимално допустимите им концентрации (МДК) (табл. 2). Наличните данни за съдържанието на тежки метали в р. Струма при с. Прибой и при с. Жабляно (т.е. преди и след язовира) са епизодични и недостатъчни, поради което анализ в тези участъци не е извършен. От получените резултати за състоянието на водите в изследвания язовир по специфични замърсители се определя, че се установява превишаване за три (желязо, манган и мед) от общо петте изследвани показателя.

Получените стойности за желязото от  $115,25 \mu\text{g}/\text{l}$  през 2008 г.,  $263,33 \mu\text{g}/\text{l}$  – 2009 г., и  $165,60 \mu\text{g}/\text{l}$  през 2010 г. показват превишаване приблизително до три пъти допустимата средногодишна стойност ( $100 \mu\text{g}/\text{l}$ ). Максималната стойност е регистрирана на 03.11.2009 г. –  $696 \mu\text{g}/\text{l}$ .

Отчетените  $56 \mu\text{g}/\text{l}$  за медта през 2007 г. показват неколккратно превишение на референтната стойност  $22 \mu\text{g}/\text{l}$ .

През 2013 г. установената средногодишна стойност на мангана е  $94,75 \mu\text{g}/\text{l}$  при допустимо съдържание  $50 \mu\text{g}/\text{l}$ .

През периода на изследване в границите на допустимите средногодишни стойности остават величините, установени за цинка и арсена.

Относно приоритетните вещества олово (Pb), кадмий (Cd) и никел (Ni) (табл. 3) се констатира отклонение от стандартите за качество на околната среда до 2008 г.

През 2007 г. средногодишната стойност на оловото ( $5 \mu\text{g/l}$ ) превишава праговата норма ( $1,2 \mu\text{g/l}$ ). Максимално съдържание ( $3 \mu\text{g/l}$ ) във водите на яз. „Пчелина“ е установено на 28.08.2012 г.

През 2007 г. средногодишната стойност на никела е  $17 \mu\text{g/l}$ , а максималното съдържание ( $7 \mu\text{g/l}$ ) е регистрирано на 24.08.2010 г.

През 2008 г. е отчетена средногодишна стойност  $1 \mu\text{g/l}$  по отношение на кадмия при норма  $0,25 \mu\text{g/l}$ .

Според докладите на РИОСВ – Перник потенциални източници на замърсяване на яз. „Пчелина“ с тежки метали са работещите металургични предприятия: „Стомана Индъстри“ АД – Перник, леяро-ковашки машиностроителен комплекс ЕООД – Радомир, „Галко“ АД – Радомир, „Колхида Метал“ ООД – Перник. При производствата от споменатите по-горе дружества се отделят малки частици желязо, железен оксид, смазочно масло и др.

## ИЗВОДИ

В резултат на извършения анализ на качеството на водите на яз. „Пчелина“ може да се направят следните изводи:

– Като цяло в периода 2007–2015 г. водите на яз. „Пчелина“ се определят като силно замърсени и замърсени.

– Най-висока стойност на индекса за качество на водите е установена през 2007 г. (ИКВ - 67,3), когато язовирът изпълнява критериите за „добро“ физико-химично състояние. Индексът има най-ниска величина през 2014 г. (ИКВ – 30,5), когато язовирните води се категоризират като силно зъмърсени.

– Речните води, постъпващи в яз. „Пчелина“ при с. Прибой, са със значително влошено качествено състояние, което се подобрява до известна, макар и не голяма степен, в самия язовир. Въпреки че водите на р. Струма при с. Жабляно са с незначително по-добри качествени характеристики, те все още се определят като замърсени и силно замърсени (фиг. 2, 3).

– Основен фактор за регистрираните високи стойности на амониевия азот и нитратите е заустването в р. Струма на непречистени комунално-битови води от населените места, които се явяват и основни източници на замърсяване на яз. „Пчелина“.

– Негативно въздействие върху качеството на водите оказват и депата за отпадъци, неотговарящи на регламентираните изисквания, населените места с частично изградена, технологично амортизирана или без изградена канализационна система, а също така и селскостопанските дейности – растениевъдство (прекомерно нагоряване) и животновъдство (неправилно съхранение на значителни количества оборски тор).

– Промислените отпадъчни води, получавани от металургичните производства („Стомана Индъстри“ АД – Перник, леяро-ковашки машиностроителен комплекс ЕООД – Радомир, „Колхида Метал“ ООД – Перник и др.), определят замърсяването на язовира с тежки метали, основно с желязо.

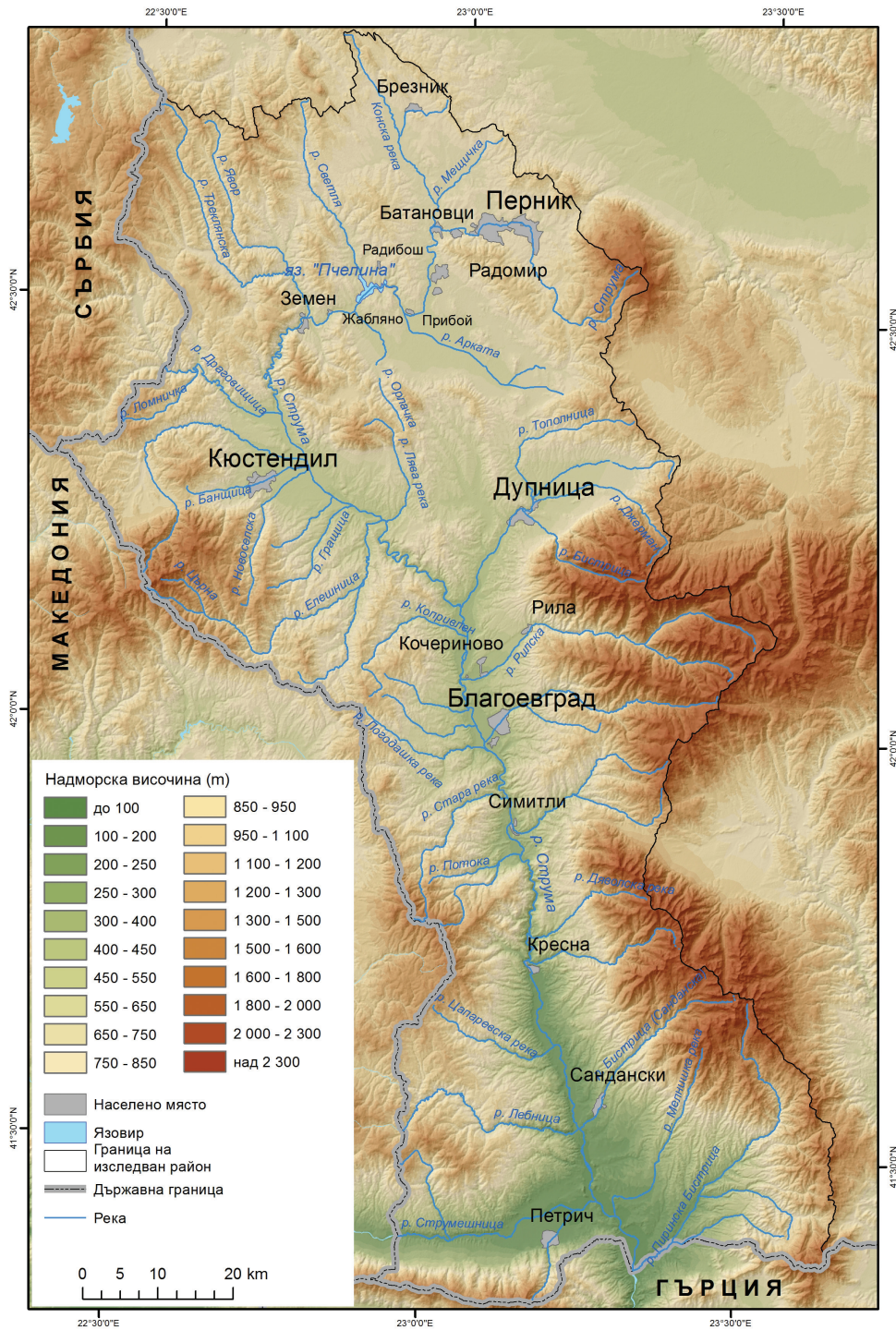
– В периода на изследване не се установява тенденция на подобряване или влошаване на качеството на водите по отношение на тяхното качество.



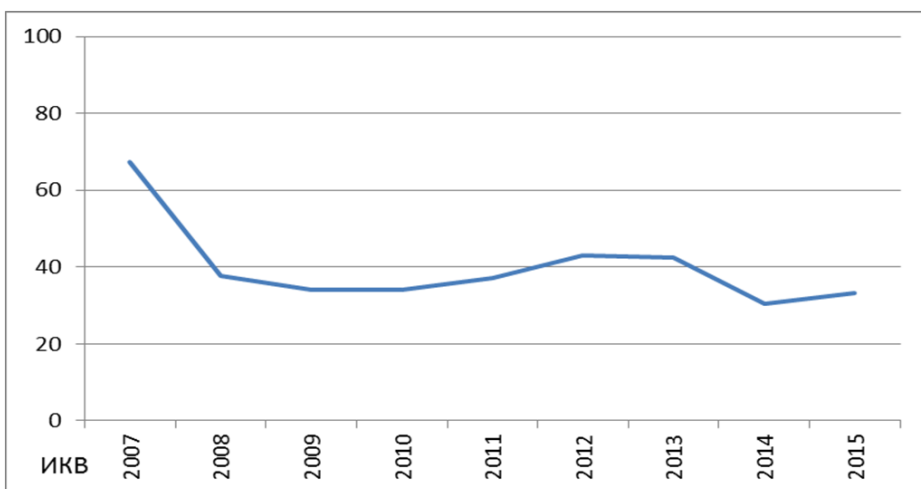
## ЛИТЕРАТУРА

- Върбанов, М.** (2007) Комплексна оценка на качеството на речните води чрез използване на комбинаторен индекс. Булаква, т. I., София. /Varbanov, M. (2007) Complex assessment of river water quality by using combinatorial index. Bulakva, v. I, Sofia. (Bg)
- xxx** Доклади за състоянието на околната среда (2008-2015). Министерство на околната среда и водите, Регионална инспекция по околната среда и водите (РИОСВ) – Перник/ Reports on the state of the environment (2008-2015). Ministry of Environment and Water, Regional Inspectorate of Environment and Water (RIEW) - Pernik.
- xxx** Закон за водите. ДВ, бр.67/27.07.1999 г. / Water law. OG. 67 on 27/07/1999 (Bg)
- xxx** Наредба № Н-4/2012 г. за характеризирание на повърхностните води. ДВ, бр. 22 от 05.03.2013 г. /Ordinance № N-4 from 14.09.2012 on characterization of surface water OG. 22 on 03/05/2013 (Bg)
- xxx** 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. /Ordinance on environmental quality standards for priority substances and other pollutants from 01.11.2010. OG. 88 on 09/11/2010 (Bg)
- xxx** План за управление на водите в Западнобеломорски басейнов район за периода 2016–2021 г. (Проект) БДЧР, Благоевград /Draft management plan for water control in the West Aegean River Basin District for the period 2016–2021, WABD, Blagoevgrad. (Bg)
- xxx** Рамкова Директива за Водите 2000/20/EC/Water Framework Directive 2000/20 /EU/ (Bg)
- xxx** ССМЕ. 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.

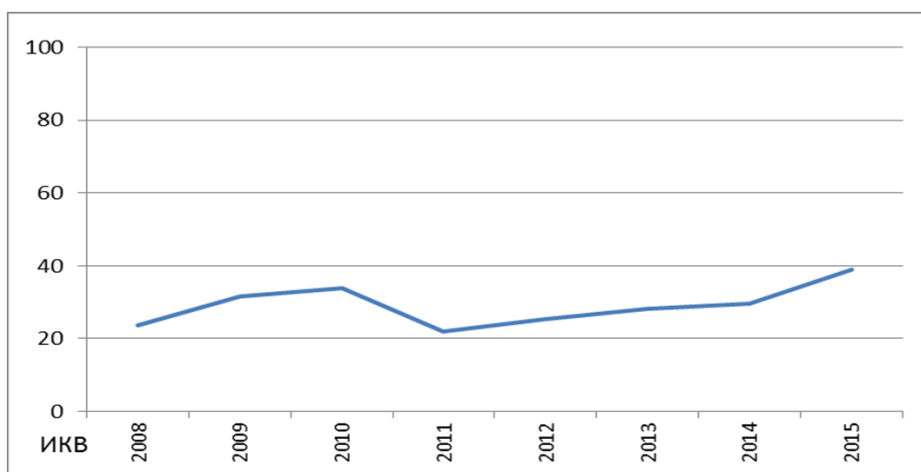




Фиг. 1. Водосборна област на р. Струма (изготвил: д-р Атанас Китев)



Фиг. 2. Изменение на стойностите на ИКВ в пункта на р. Струма преди яз. „Пчелина“ при с. Прибой



Фиг. 3. Изменение на стойностите на ИКВ на яз. „Пчелина“

