Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, vol. 19, 6, 2016, (226-242)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan

Актуализиране на напоителните норми при съвременните климатични условия в България

Милена Мотева[1*], Тотка Трифонова[2], Веска Георгиева[3], Валентин Казанджиев[3]

[1]*Университет по архитектура, строителство и геодезия, Геодезически факултет, катедра „Земеустройство и аграрно развитие", бул. Христо Смерненски 1, 1046 София*
[2]*Селскостопанска академия, ул. Суходолска 30, 1517 София*
[3]*Национален институт по метеорология и хидрология - БАН, секция „Агрометеорология", Цариградско шосе 66, 1784 София*
**E-mail: milena_moteva@yahoo.com*

An update of the irrigation depths according to the current climatic conditions in Bulgaria

Milena Moteva[1*], Totka Trifonova[2], Veska Georgieva[3], Valentin Kazandjiev[3]

[1]*University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Faculty of Geodesy. Department of Land Management and Agrarian Development, 1 Hr. Smirnenski Blvd., 1046 Sofia, Bulgaria*
[2]*Agricultural Academy, 30 Sohodolska Str., 1517 Sofia, Bulgaria*
[3]*National Institute of Meteorology and Hydrology - BAS, Department of Agrometeorology, 66 Tzarigradsko Shose, 1784 Sofia, Bulgaria*

РЕЗЮМЕ

Процесите на затопляне и засушаване на климата от втората половина на миналия век в нашата страна са доказани чрез редица научни изследвания. В следствие на тези процеси, е отчетено повишено водопотребление в земеделските площи. Проектните напоителни норми, които в миналото са утвърдени и понастоящем все още се използват като технически норматив за проектиране и експлоатация на напоителните системи, не съответстват на настоящата необходимост от напояване и поставят пречки за рационално управление на водните ресурси. В статията се предлагат актуализирани напоителни норми за средно суха и много суха години за голям набор от култури, отглеждани в шест агро-групи в земеделската територия на страната. Към

SUMMARY

The processes of climate warming and drought over the territory of the country have been established by many model studies. As a result of these processes an increase of the water consumption in the agricultural fields was detected. The present irrigation depths that have been approved as standards for design and operation of the irrigation systems proved not to be adequate to the increased need for irrigation and to impede the rational management of the water resources.

In this paper, updated irrigation depths for moderately dry and very dry year for a great number of crops in six agro-groups within the agricultural territory of the country are presented. Coefficients that reflect the increase of the reference използваните понастоящем проектни нетни напоителни норми (Захариев и др., 1986), са приложени коефициенти, отразяващи нарастването на еталонната евапотранспирация през периода 1981-2010 г. Образувани са брутни напоителни норми за различни технологии на напояване, съобразно ефективното действие на напоителните системи. Актуализиран е и списъкът на станциите, попадащи в агро-групите, които от своя страна са формирани на базата на температурен фактор. Предложените напоителни норми могат да послужат за съставяне на нормативи за проектиране в областта на хидромелиорациите и за облекчаване на настоящите условия за заплащане на водата за напояване от водоползвателите.

Ключови думи: агро-групи, напоителни норми, еталонна евапотранспирация, напоителни системи

evapotranspiration during the period 1981-2010 have been applied to the current net irrigation depths found in Zahariev et al. (1986) for moderately dry and dry year. The gross irrigation depths for different irrigation technologies have been calculated by taking into consideration the efficiency of the irrigation systems. The list of stations belonging to the agro-groups was updated too. The agro-groups in turn have been completed on the basis of the temperature factor. The proposed irrigation depths can be used for establishing up-to-date standards for design of irrigation systems and setting practicable standards for the water consumption in plant production in accordance with the changing climate of the country

Key words: agro-group, irrigation depth, reference evapotranspiration, irrigation systems

УВОД

Промяната на социално-икономическите условия у нас доведоха до преструктуриране и промяна на водопотреблението в растениевъдството. Централизираното планово водоползване е изместено от частно водоползване, което затруднява или се оказва финансово непосилно за множеството дребни земеделци. Ситуацията допълнително се утежнява от нарасналото водопотребление в земеделските площи, което се обуславя от процесите на затопляне и засушаване на климата (Slavov, Alexandrov, 1997; Slavov, Georgiev, 2002; Slavov, Moteva, 2007; Казанджиев и др., 2010; Мотева и др., 2015; Moteva et al., 2015; Мотева и др., 2016). Според Мотева и др. (2015), годиш-

INTRODUCTION

The changes of the socio-economic conditions in our country were a precondition for restructuring the water use for the field crop production. The centrally planned water use was replaced by privately water use, which proved not to be affordable for a great number of small farmers.

The situation is further aggravated by the conditions of warming and drying of the climate which cause enhancing the water consumption in the cropped fields (Slavov, Alexandrov, 1997; Slavov, Georgiev, 2002; Slavov, Moteva, 2007; Казанджиев и др., 2010; Мотева и др., 2015; Moteva et al., 2015; Moteva et al., 2016). According Moteva et al. (2016), the annual need for water in plant ната потенциална необходимост от вода в земеделската територия на страната нараства през периода 1971-2000 г., от 30 до 60 mm. Настоящите нормативи за проектиране и експлоатация на напоителните системи са обвързани с климатичния период 1946-1980 г. Те се основават на напоителните норми, разработени през 1986 от Захариев и др. (1986).

Целта на настоящата работа е, да се актуализират настоящите нетни напоителни норми за земеделските култури от разработката на Захариев и др. (1986), отчитайки тенденциите на изменение на еталонната евапотранспирация за периода 1981-2010, след което да се получат актуални брутни напоителни норми за различни технологии на напояване. С получените брутни напоителни норми могат да се актуализират нормативите за проектиране на напоителни системи и да се определят реални норми за водопотребление в растениевъдството в съответствие с промяната на климата у нас.

production has increase during the period 1971-2000 with 30 to 60 mm.

The standards for design and operation of irrigation systems nowadays still reflect the evaporative conditions of the period 1946-1980 since they have been developed in 1986 on the base of the net irrigation depths of Zahariev et al. (1986).

The purpose of this work is to calculate the actual net irrigation depths in Zahariev et al (1986) according to the 1981-2010 tendencies of change of the reference evapotranspiration. Thereafter to calculate gross irrigation depths for a wide range of crops grown in our country and for different irrigation technologies.

With the resulting gross irrigation rules can be updated standards for designing irrigation systems and setting practicable standards for water consumption in the plant production in accordance with the changing climate of the country.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За основа на съставяне на актуални норми за водопотребление в растениевъдството (брутни напоителни норми) е използван трудът на Захариев и др. (1986). В този труд са представени проектни поливни режими за 33 култури, за 97 хидромелиоратив-

MATERIAL AND METHODS

Current gross irrigation depths were compiled by using the book of Zahariev et al. (1986).

This book presents types of design irrigation scheduling for four typical in wetting pattern years with provision of 25% probability of ни района и четири характерни по влажност години с обезпеченост на напоителната норма съответно 25% (средно влажна), 50% (средна), 75% (средно суха) и 95% (много суха година). Поливните режими са съобразени с почвено-климатичните условия на изградените до 1985 и предвидените за усвояване до 1995 г. поливни площи. Приложено е райониране на тези площи и обединяването им в агро-групи според температурните им условия за периода април-септември. В методиката към този труд са взети предвид фактори като водно-физични свойства на почвите, използваемост на есенно-зимните валежи, многогодишни данни за началния воден запас в активния почвен слой към датата на начало на активната вегетация, редукционни коефициенти, отчитащи влиянието на оазисния ефект и нивото на подпочвените води върху евапотранспирацията, както и данни за валежите и температурите за период от 35 календарни години (1946-1980 г.). Многогодишните данни са използвани за изчисляване на проектен поливен режим за всеки тип година според влажността с разпределение на поливките по десетдневки от вегетацията на всяка от културите.

В нашата работа е извършено актуализиране на напоителните норми, предложени от Захариев и др. (1986), съобразно

exceedance of the rainfalls (moderately wet), 50% (average), 75% (moderately dry) and 95% (very dry), for 33 crops and 97 irrigation districts. These types of irrigation scheduling have been developed in accordance with the soil and climatic conditions of the sites. They have been related to the built until 1985 and planned for construction until to 1995 irrigated areas. These areas are distributed in agro-groups with certain temperature thresholds for the April-September total of the active air temperatures. The methodology for this work have taken into account factors such as hydraulic properties of the soils, effective precipitation in the autumn-winter period, long-term data on the available soil water on the date of the beginning of active vegetation period, reduction coefficients reflecting the impact of the oasis effect and of the groundwater level on the evapotranspiration, and rainfall and temperature data for a period of 35 calendar years (1946-1980). This multi-year data was used for determination of a design irrigation scheduling with distribution of the irrigation applications in ten-day periods during the growing season of each crop and for each type of year according to its wetting pattern.

In our work an update of the irrigation depths proposed by Zahariev et al. (1986) for all 33 crops in medium-dry and dry year настъпилите изменения в евапотранспирационните условия за тридесетгодишния период 1981-2010 г., за всички тридесет и три култури, диференцирано за средно суха и суха година, по агро-групи. Списъкът на културите е актуализиран и с данни за малини (Петрова-Браничева, 2016), ориз (Живков, 2013) и рапица (Гигова, 2013). Културите, за които липсват данни от изследвания, са включени като „други“ към всяка група култури. Актуализиран е, също така, списъкът и разпределението на станциите, посочени от Захариев и др. (1986), по агро-групи, съобразно тенденциите на затопляне на климата (Мотева и др., 2016).

Определени са коефициенти *k* на съотношение между крайната и началната стойност на трендовете на еталонната евапотранспирация (Allen et al., 1998; Мотева и др., 2016) за периодите април-юни, юли-август, април-септември, март-април, август-септември, съобразно вегетационните периоди на културите. Тези коефициенти са приложени към нетните напоителни норми за периода 1946-1980, публикувани от Захариев и др. (1986), при което са получени актуални нетни напоителни норми за периода 1981-2010 г. Подходът се основава на допускането, че нетната напоителна норма се изменя синхронно с еталонната евапотранспирация, особено при на-

per agro-groups according to 1981-2010 trends of the reference evapotranspiration was done.

The list of the crops was updated with raspberries (Petrova-Branicheva, 2016), rice (Zhivkov, 2013) and canola (Gigova et al., 2013). The crops, which are not provided with research data, are included as "other crops" to each crop group.

The distribution of the stations, systemized by Zahariev et al. (1986) per agro-groups, was updated according to the warming trends of the climate (Moteva al., 2016).

The ratio (*k*) between the final and the initial value of the trends of the reference evapotranspiration (Allen et al., 1998; Moteva et al., 2016) for the periods April-June, July-August, April-September, from March-April, and August-September, according to the growing season of crops was calculated.

The so estimated coefficients *k* were applied to the net irrigation depths of the period 1946-1980, published by Zahariev et al. (1986), to obtain actual net irrigation depths for the period 1981-2010. The approach is based on the assumption that the net irrigation depth changes synchronously with the reference evapotranspiration, especially in the presence of trends of warming личие на тенденции на затопляне и засушаване на климата. Второто допускане е, че двете величини имат еднакъв темп на изменение, който се изразява с коефициента на изменение на еталонната евапотранспирация. Коефициентите за всяка станция са получени като средноаритметични от тридесетгодишните (1981-2010) редици от стойности, след което са осреднени и по агроклиматични групи. Нетните напоителни норми са актуализирани за средно суха и суха години предвид изискванията за проектиране на напоителните системи, като вторият вид години се отнася за зеленчуковите култури (Попов и др., 1984). Адаптирането на съществуващите нетни напоителни норми към технологията на капково напояване е извършено чрез коефициент 0.4, отчитащ редукцията на изпарението от почвената повърхност (Белчев и др., 1979; Lamm et al., 2007).

От актуализираните нетни напоителни норми са образувани брутни напоителни норми за различни технологии на напояване, като са взети предвид коефициентите на полезно действие на напоителните системи (Попов и др., 1984; Белчев и др., 1979) (Таблица 1).

and drought of the climate.

The second assumption is that both variables have the same rate of change, which is expressed by the above described coefficient.

The coefficient *k* of each station was obtained as average of the thirty-year (1981-2010) row of values. Afterwards were determined averages per agro-groups. The update of the net irrigation depths was processed for moderately dry and dry year according to the requirement for design of the irrigation systems. The second year type was addressed to vegetable crops (Popov et al., 1984). The existing net irrigation depths were adapted to drip irrigation by a coefficient 0.4, taking into account the reduction of the evaporation from the soil surface (Belchev et al., 1979; Lamm et al., 2007).

The updated net irrigation depths served as basis for calculation of gross irrigation depths for different irrigation technologies, taking into account the efficiency of irrigation systems (Popov et al., 1984; Belchev et al., 1979) (Table 1).

Таблица 1. Коефициенти за загуба на поливна вода в напоителната система
Table 1. Efficiency coefficients of the irrigation systems

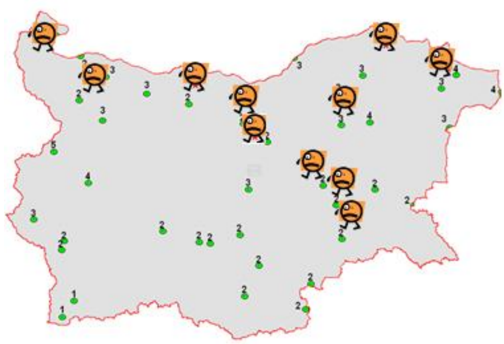
Видове напояване / Irrigation technology	Коефициент за загуби на вода / Efficiency coefficient
Повърхностно напояване / Surface irrigation	1.4
Дъждуване / Sprinkling	1.2
Капково напояване / Drip irrigation	1.05

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Процесът на затопляне на климата на територията на нашата страна е факт, който вече е доказан в науката. Сравнявайки климатичните данни за сумата на активните температури за потенциалния вегетационен период април-септември на двата последователни периода 1946-1980 и 1981-2010, част от станциите показаха по-високи стойности за втория период и съответно преминаха в по-висока агро-група (Фигура 1). Промяната се установява предимно за станции в Европейско-континенталната климатична област у нас. Разпределението по агро-групи е както следва (Таблица 3): три броя станции – в Първа агро-група (АГ I), 38 – в АГ II, 46 – в АГ III, 17 – в АГ IV, четири – в АГ V и една – в АГ VI. В Таблица 2 са представени средните стойности на температурните суми и сумите на валежите по агро-групи, както и средната надморска височина за групите.

RESULTS AND DISCUSSION

The process of climate warming over the territory of the country is a fact that has been already scientifically proven. The data of the climatic 1981-2010 values of the active air temperature totals for the potential vegetation period April-September, compared to the climatic 1946-1980 values show that some of the stations belong to higher temperature level agro-group (Figure 1). It is noted that these are stations mainly from the areas of the European-continental climate in the country. Hence the following current distribution of the stations per the agro-groups was established (Table 3): three agro-climatic stations are included in the First Agro-Group (1st AG), 38 – in 2nd AG, 46 – in 3rd AG, 17 – in 4th AG, four – in 5th AG, and one station – in 6th AG. The updated totals of the mean air temperature and the rainfalls in the agro-groups, and the average altitude are presented in Table 2.



Фиг. 1. Карта на станциите, преминали в по-висока агро-група
Fig. 1. Map of stations passed to higher agro-group

Таблица 2. Съвременно разпределение на станциите по агро-групи (АГ)
Table 2. Updated distribution of the stations per agro-groups (AG)

АГ AG	Гранични стойности на сумата на активните температури за периода април-септември Thresholds of the active April-September air temperature totals	Средни стойности за периода април-септември 1981-2010 по АКГ 1981-2010 averages of the April-September totals per ACG			Брой агрометео-рологични станции Number of stations included
		Сума на активните температури Active air temperature totals	Сума на валежите Raifall totals	Надм. височина, Elevation	
	^oC	^oC	mm	m	
I/1st	над 3700	3913	224	170	3
II/2nd	3450-3700	3530	280	182	38
III/3rd	3250-3450	3353	322	251	46
IV/4th	3000-3250	3229	300	347	17
V/5th	2550-3000	2830	318	736	4
VI/6th	под 2250				1

Таблица 3. Станции по агро-групи (АГ)
Table 3. Stations per agro-groups (AG)

АГ AG	Станции / Stations
I/1st	Гара Пирин, Сандански, Петрич Station Pirin, Sandanski, Petrich
II/2nd	Лом, Козлодуй, Оряхово, Гулянци, Белене, Караманово, Рила, Благоевград, Пазарджик, Козарско, Пловдив, Първомай, Брягово, Асеновград, Кърджали, Ивайловград, Свиленград, Харманли, Хасково, Димитровград, Стара Загора, Раднево, Нова Загора, Видин, Монтана, Плевен, Силистра, Павликени, Велико Търново, Сливен, Карнобат, Садово, Чирпан, Елхово, Ямбол, Бургас Lom, Kozloduy, Oryahovo, Gulyantsi, Belene, Karamanovo, Rila, Blagoevgrad, Pazardzhik, Kozarsko, Plovdiv, Parvomay, Bryagovo, Asenovgrad, Kardzhali, Ivaylovgrad Svilengrad, Harmanli, Haskovo, Dimitrovgrad, Stara Zagora, Radnevo, Nova Zagora, Vidin, Montana, Pleven, Silistra, Pavlikeni, Veliko Tarnovo, Sliven, Karnobat, Sadovo, Chirpan, Elhovo, Yambol, Burgas
III/3rd	Ново село, Брусарци, Михайловград, Вълчедръм, Лехчево, Враца, Хайдерин, Галиче, Кнежа, Бреница, Садовец, Долна Митрополия, Новачене, Левски, Дерманци, Угърчин, Ловеч, Севлиево, Дряново, Караисен, Горна Оряховица, Бяла, Две могили, Русе, Бръшлян, Тутракан, Кюстендил, Дупница, Гоце Делчев, Карлово, Джебел, Бенковски, Сралджа, Болярово, Сунгурларе, Русокастро, Камено, Каблешково, Бъзовец, Образцов чифлик, Разград, Исперих, Търговище, Добрич, Казанлък, Варна Novo Selo, Brusartsi, Mihaylovgrad, Valchedram Lehchevo, Vratsa, Hayderin, Galiche, Knezha, Brenitsa, Sadovets, Dolna Mitropoliya, Novachene, Levski, Dermantsi, Ugarchin, Lovech, Sevlievo, Dryanovo, Karaysen, Gorna Oryahovitsa, Biala, Dve Mogili, Ruse, Brashlyan, Tutrakan, Kyustendil, Dupnitsa, Gotse Delchev, Karlovo, Djebel, Benkovski Straldzha, Bolyarovo, Sungurlare, Rusokastro, Kameno, Kableshkovo, Bazovets Obratsov Chiflik, Razgrad, Isperih, Targovishte, Dobrich, Kazanlak, Varna
IV/4th	Кула, Грамада, Попово, Лозница, Кубрат, Зафирово, Шумен, Смядово, Марково, Горен Чифлик, Провадия, Шабла, Каварна, София, Елин Пелин, Ботевград, Ген. Тошево Kula, Gramada, Popovo, Loznica, Kubrat, Zafirovo, Shumen, Smyadovo, Markovo, Goren Chiflik, Provadia, Shabla, Kavarna, Sofia, Elin Pelin, Botevgrad, Gen. Toshevo
V/5th	Пирдоп, Ихтиман, Трън, Радомир, Банско, Велинград, Драгоман Pirdop, Ihtiman, Tran, Radomir, Bansko, Velingrad, Dragoman
VI/6th	Самоков Samokov

Таблица 4 съдържа коефициентите на увеличение на еталонната евапотранспирация за 30-годишния период 1981-2010 г. по периоди, свързани с вегетацията на културите. Видно е, че коефициентите *k* за всички изследвани периоди нарастват от най-топлата към най-хладната агро-група. Най-ниски са стойностите на коефициентите за периодите март-април (*k*=1.049-1.123) и април-юни (*k*=1.030-1.123) – периоди, които са обезпечени с есенно-зимни почвени влагозапаси и пролетни атмосферни валежи. Тези периоди са, също така, с невисоки температури и неголям дефицит на насищане на въздуха с водни пари. Най-високи са коефициентите за периодите юли-август (*k*=1.051-1.170) и август-септември (*k*=1.061-1.170) – традиционно горещи и с висок дефицит на насищане на въздуха с водни пари месеци. Коефициентите за потенциалния вегетационен период април-септември се изменят от *k*=1.104 за първа АГ до *k*=1.134 за Пета и Шеста АГ. Стойностите на коефициентите свидетелстват за около 11% увеличение на еталонната евапотраспирация средно за потенциалния вегетационен период в страната.

Table 4 shows the coefficients of the total increase of the reference evapotranspiration within the 30-year period from 1981 to 2010, per periods associated with the vegetation of the crops. It is obvious that the coefficients *k* increase from the warmest to the coolest agro-group for all study periods. The lowest values of the coefficients are from March to April (*k*=1.049-1.123) and from April to June (*k*=1.030-1.123) – periods in which the crops use most the water reserves accumulated in soil during the autumn-winter period and the spring precipitations. These periods have low temperatures and low dryness of the air as well. The highest coefficients were established for the periods from July to August (*k*=1.051-1.170) and from August to September (*k*=1.061-1.170) – the traditionally hottest and of high vapor pressure months. The coefficients for the potential vegetation period from April to September vary from *k*=1.104 in 1^{st} AG to *k*=1.134 in 5^{th} and 6^{th} AG. The values of the coefficients are evidence for around 11% increase of the reference evapotranspiration in average for the potential vegetation period in the country area.

Таблица 4. Коефициенти на увеличение еталонната евапотранспирация в резултат на климатичните промени за периода 1981-2010 г. (*k*)
Table 4. Coefficients of increase of the water consumption due to climate change within in 1981-2010 (*k*)

АГ AG	Март-април March-April	Април-юни April-June	Юли-август July-August	Август-септември August-September	Април-септември April-Septtember
I/1st	1.049	1.030	1.051	1.061	1.104
II/2nd	1.080	1.079	1.131	1.084	1.084
III/3rd	1.090	1.085	1.153	1.115	1.109
IV/4th	1.124	1.085	1.146	1.103	1.105
V/5th	1.123	1.123	1.170	1.170	1.134
VI/6th	1.123	1.123	1.170	1.170	1.134

С помощта на коефициентите от Таблица 4 са получени актуални нетни напоителни норми за периода 1981-2010 г. За пшеница, ечемик, фасул за зърно, ранни картофи и ранни домати са използвани коефициентите за периода април-юни. За царевица за силаж II култура, фуражни смески II култура и късни домати са използвани коефициентите за периода юли-август, за нова люцерна есенен посев и късно зеле – коефициентите за периода август-септември, за зимни предкултури пролетен период – коефициентите за периода мартаприл. За всички останали култури са използвани коефициентите за периода април-септември.

Фигура 2 дава информация за честотата на увеличенията на нетните напоителни норми при полските култури, трайните насаждения и етерично-маслените култури в резултат от изменението на климата. Видно е, че при гравитачно напояване и дъждуване, измененията по култури и агро-групи се разпределят равномерно за интервалите 10-20, 20-30, 30-40 и 40-50 mm.

With the help of the coefficients in Table 4 were obtained the updated net irrigation depths for the period 1981-2010. For winter wheat, barley, beans grain, early potatoes and early tomatoes were used April-June coefficients. For corn silage II crop, mixed fodder crops II crop and late tomatoes were used July-August coefficients, for new alfalfa autumn sowing and late cabbage– August-September coefficients, for winter pre-crops spring period – March-April coefficients.

For all the other crops were used April-September coefficients.

Figure 2 provides information on the frequency of increases of the net irrigation depths as a result of climate change for field crops, perennials and essential oil crops among the studied stations. It is evident that the changes per crops and agro-groups for surface irrigation and sprinkling are evenly distributed in the intervals 10-20, 20-30, 30-40 and 40-50 mm.

Преобладават увеличенията от 10-20 и 30-40 mm, което представлява една трета до половин проектна поливна норма – съответно по 34 и 33 случая. При капково напояване, най-много случаи на увеличение – 47 – се наблюдават за интервала 10-15 mm, по-малко – 39 случая – за интервала 5-10 mm. Случаите с увеличения 15-20 mm са 23.

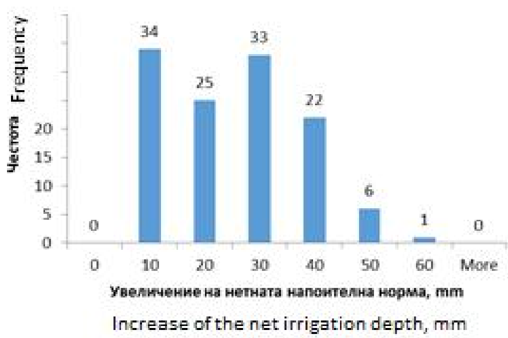
На Фигура 3 е представено разпределението на увеличенията на нетните напоителни норми при зеленчуци. При гравитачно напояване и дъждуване преобладават измененията в интервала 60-70 mm, т.е. една проектна поливна норма. При капковото напояване увеличенията са разпределени равномерно, преобладават увеличения 10 mm и 25 mm.

There prevail the increases of 10-20 mm and 30-40 mm, which represent 1/3 to 1/2 of a design irrigation depth – in 34 and 33 cases respectively. For drip irrigation, the most cases – 47 – are in the range of 10-15 mm increase, less – 39 cases – in the range of 5-10 mm increase. The cases with increases in the range of 15-20 mm are 23.

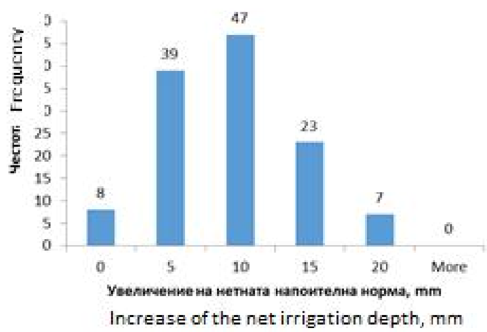
On Figure 3 is shown the distribution of the increases for vegetables. For surface irrigation and sprinkling increases of 60-70 mm prevail.

They are equal to one design irrigation rate. For drip irrigation the frequency of the increases is predominantly 10 mm and 25 mm.

а)

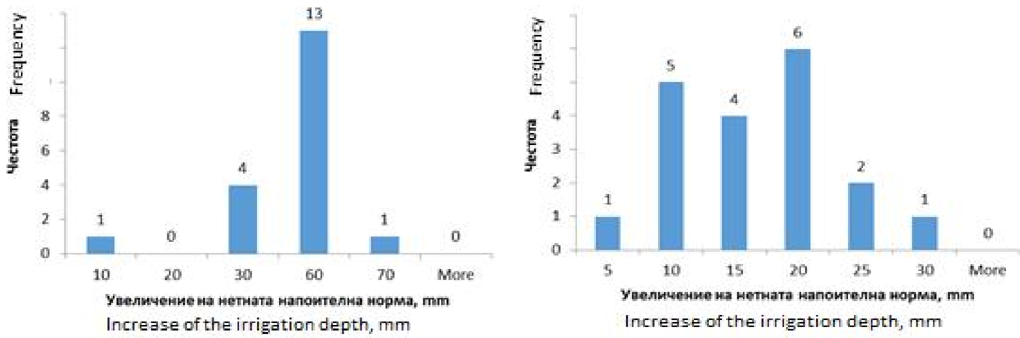


б)



Фиг. 2. Хистограма на увеличенията на нетната напоителна норма за полски култури, трайни насаждения и етерично маслени култури при: а) гравитачно напояване и дъждуване; б) капково напояване
Fig. 2. Histogram of the increases of the net irrigation depth for field crops, perennial crops and essential oil crops in: a) surface irrigation and sprinkling; b) drip irrigation

а) б)



Фиг. 3. Хистограма на увеличенията на нетната напоителна норма за зеленчуци при: а) гравитачно напояване и дъждуване; б) капково напояване
Fig. 3. Histogram of the increases of the net irrigation depth for vegetables in: a) surface irrigation and sprinkling; b) drip irrigation

Прилагайки коефициентите от Таблица 1 към актуализираните нетни напоителни норми, са получени актуални брутни напоителни норми по култури, агроклиматични групи и технологии на напояване (Таблица 5 и 6).

By using the coefficients from Table 1 to the updated net irrigation depths and updated gross irrigation depths per crops, agro-groups and irrigation technologies were obtained (Table 5 and 6).

ИЗВОДИ

1. Актуализирано е разпределението на агрометеорологичните станции по агро-групи. С най-голям брой станции – 46 – е Трета агро-група (АГ III), която е със средни температурни условия за страната, следвана от по-топлата АГ II – 38.
2. За тридесетгодишния период 1981-2010 г., еталонната евапотранспирация се е увеличила, средно за страната, с 11%. Най-голямо увеличение – 12-17%– се наблюдава през летните месеци юли-септември в АГ V и АГ

CONCLUSIONS

1. The distribution of the agro-meteorological stations per agro-groups, was updated. The greatest number of stations – 46 – belongs to 3rd Agro-Group with average temperature conditions, followed by the warmer 2nd AG – 38.

2. The reference evapo-transpiration increased within the thirty-year period 1981-2010 by 11% on average for the country. The largest increase – 12-17% – is in the summer months from July to September in 5th and 6th AG, which

VI, които са с най-хладни условия, а най-малко – 4-8% – през пролетните месеци март-юни в АГ I и АГ II с най-топли условия. За потенциалния вегетационен период април-септември увеличението в различните агро-групи варира от 8 до 13%, като същото е в посока от топлите към хладните групи станции.

3. Сравнявайки периодите 1946-1980 г. и 1981-2010 г., териториалното разпределение на увеличението на нетните напоителни норми в земеделските територии е както следва:

- при зърнено-житни, етерично-маслени култури и трайни насаждения: 20-30 mm за гравитачно напояване и дъждуване и 10-15 mm за капково напояване;
- при зеленчуци: 60-70 mm за гравитачно напояване и дъждуване и 10-25 mm за капково напояване.

4. Изчислени са брутни напоителни норми за средно-суха година за зърнено-житни, етерично-малени култури, трайни насаждения и за суха година за зеленчуци, които могат да послужат за изработване на нормативи за проектиране на напоителни системи и за формиране на реални норми за водопотребление в растениевъдството, съобразно настъпилите промени на климата на територията на страната.

have the coolest conditions in the country; the least increase – 4-8%– is in the spring months – from March to June in 1st and 2nd AGs with the warmest conditions in the country. For the potential vegetation period April-September, the increase ranges from 8 to 13% in direction from the warm to the cool conditions.

3. By comparing the periods 1981-2010 and 1946-1980, the spatial distribution of the net irrigation depth increase within the agricultural territory is as follows:

- for cereals, essential oil crops and perennials – 20-30 mm for surface irrigation and sprinkling and 10-15 mm for drip irrigation;
- for vegetables – 60-70 mm for surface irrigation and sprinkling and 10-25 mm for drip irrigation.

4. Gross irrigation depths for medium-dry year for cereal, essential oil and perennials and for dry year for vegetables are determined.

They can be used for the development of standards for design of irrigation systems and the formation of practicable norms for water consumption in plant growing, according to the climate changes over the country.

Таблица 5. Актуални брутни напоителни норми на полски култури, трайни насаждения и етерично маслени култури за средно суха година (75% обезпеченост на валежите) при гравитачно напояване, дъждуване и капково напояване по агро-групи (АГ), mm
Table 5. Updared gross irrigation depths for field crops, perennial crops, essential oil crops in moderately dry year (75% probability of exceedance of the rainfalls) under surface irrigation, sprinkling and drip irrigation per agro-groups (AG), mm

Култура / Crop	Повърхностно напояване Surface irrigation						Дъждуване Sprinkling						Капково напояване Drip irrigation					
	АГ / AG						АГ / AG						АГ / AG					
	I/1st	II/2nd	III/3rd	IV/4th	V/5th	VI/6th	I/1st	II/2nd	III/3rd	IV/4th	V/5th	VI/6th	I/1st	II/2nd	III/3rd	IV/4th	V/5th	VI/6th
Зърнено житни култури / Cereals																		
Пшеница / Winter wheat	180	180	150	170	110	100	150	160	140	140	100	80	55	55	45	55	35	30
Ечемик / Barley	180	140	110	120	100	100	150	120	90	100	90	90	55	40	35	35	30	30
Други зърнено житни (ръж, овес, тритикале, сорго и др.) / Other cereals (rye, oats, triticale, sorghum, etc.)	180	160	130	150	100	100	150	140	130	120	100	90	55	50	40	45	35	30
Царевица за зърно / Grain corn	530	450	400	380	320	190	450	380	340	330	280	170	160	135	120	115	95	60
Ориз / Rice	-	3500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Зърнено бобови / Legumes																		
Соя / Soybean	-	380	350	340	-	-	-	320	300	290	-	-	-	115	105	100	-	-
Фасул за зърно / Beans grain	-	110	110	120	-	-	-	90	100	110	-	-	-	35	35	40	-	-
Други зърнено-бобови (грах, леща, нахут) / Other grain legumes (peas, lentils, chickpeas)	-	110	110	120	-	-	-	90	100	110	-	-	-	35	35	40	-	-
Маслодайни култури / Oilseeds																		
Слънчоглед / Sunflower	-	230	230	220	-	-	-	200	200	190	-	-	-	70	70	65	-	-
Рапица / Rapeseed	230	170	170	150	160	-	200	140	140	130	130	-	70	50	50	45	70	-
Кореноплодни и клубеноплодни / Roots and Tubers																		
Захарно и кръмно цвекло / Sugar and fodder beat	560	520	450	420	350	190	480	450	390	360	300	170	170	155	135	130	105	60
Ранни картофи / Early potatoes	120	180	170	-	-	-	100	150	150	-	-	-	40	55	55	-	-	-
Средно ранни картофи / Moderately early potatoes	-	-	330	320	280	130	-	-	280	270	240	110	-	-	100	95	85	40
Технически култури / Industrial crops																		
Памук / Cotton	-	290	280	-	-	-	-	250	240	-	-	-	-	90	85	-	-	-
Тютюн дребнолистен / Tobacco small-leaved	360	300	290	250	210	-	310	260	250	220	180	-	110	90	85	75	65	-
Тютюн едролистен / Tobacco large-leaved	510	470	430	420	-	-	440	410	370	360	-	-	155	145	130	125	-	-
Хмел / Hop	-	-	400	260	260	190	-	-	340	220	220	170	-	-	120	80	80	60
Други технически (лен, коноп, фъстъци и др.) Other industrial crops (flax, hemp, peanuts, etc.)	360	300	290	250	210	-	310	260	250	220	180	-	110	90	85	75	65	-
Фуражни култури / Fodder crops																		
Силажна царевица II култура / Silage corn (2nd crop)	520	430	360	340	-	-	450	370	310	300	-	-	160	130	110	105	-	-
Фуражни смески II култура / Fodder mixed crops (2nd crop)	480	410	360	340	-	-	420	350	310	300	-	-	145	125	110	100	-	-
Нова люцерна есенен посев / Newly sawn alfalfa – autumn sowing	170	110	110	110	120	120	140	100	100	100	100	100	50	35	35	35	35	35
Люцерна и детелина стара / Old alfalfa and clover	620	520	470	470	350	190	530	440	400	400	300	170	185	155	140	140	105	60
Зимни предкултури / Winter pre-crops	90	100	100	100	100	-	80	80	80	80	80	-	30	30	30	30	30	-

Други фуражни и смесени бобово-житни / Other fodder and legume-grass mixture crops	620	520	470	470	350	190	530	440	400	400	300	170	185	155	140	140	105	60
Лозя / Vines	380	290	290	290	-	-	320	250	250	250	-	-	115	90	90	90	-	-
Ягодоплодни култури/ Berries																		
Ягоди / Strawberries	810	670	600	510	-	-	690	570	510	440	-	-	245	200	180	155	-	-
Малини / Raspberries	-	-	-	670	-	-	-	-	-	580	-	-	-	-	-	200	-	-
Овощни култури / Fruit trees																		
Ябълка / Apple trees	650	570	530	460	390		560	490	460	390	-	-	195	175	160	140	115	-
Круша / Pear trees	650	570	510	450	390	-	560	490	440	390	330	-	195	175	155	135	115	-
Праскова и нектарина / Peach and nectarine trees	560	500	470	430	-	-	480	430	410	370	-	-	170	150	145	130	-	-
Ябълка суперинтензивна / Apple trees superintensive	680	560	510	450	370	-	590	480	440	490	320	-	210	165	155	135	115	-
Круша суперинтензивна / Pear trees superintensive	660	550	500	440	350	-	570	470	430	380	300	-	200	165	150	135	105	-
Други овощни (сливи и джанки, кайсии и зарзали, череши и вишни и др.) / Other fruit trees (plums and wild plums, apricots and wild apricots, cherries and sour cherries, etc.).	640	550	510	450	380		560	480	440	410	320	-	195	170	155	135	115	-
Етерично–маслени култури / Essential-oil crops																		
Роза / Roses	-	490	420	310	-	-	-	420	360	270	-	-	-	150	125	95	-	-
Мента / Mints	-	-	530	440	-	-	-	-	460	380	-	-	-	-	160	130	-	-
Други етерично-маслени и лекарствени (лавандула, кориандър и др.) / Other essential oil and medicinal crops (lavender, coriander, etc.)	-	490	480	380	-	-	420	420	330	-	-	-	-	150	145	115	-	-

Таблица 6. Актуални брутни напоителни норми на полски култури, трайни насаждения и етерично маслени култури за много суха година (90% обезпеченост на валежите) при гравитачно напояване, дъждуване и капково напояване по агро-групи (АГ), mm
Table 6. Current gross irrigation depths for field crops, perennial crops, essential oil crops in very dry year (90% probability of exceedance of the rainfalls) under surface irrigation, sprinkling and drip irrigation per agro-groups (AG)

Култура / Crop	Повърхностно напояване Surface irrigation						Дъждуване Sprinkling						Капково напояване Drip irrigation					
	АГ / AG						АГ / AG						АКГ / AG					
	I/1st	II/2nd	III/3rd	IV/4th	V/5th	VI/6th	I/1st	II/2nd	III/3rd	IV/4th	V/5th	VI/6th	I/1st	II/2nd	III/3rd	IV/4th	V/5th	VI/6th
Ранни домати / Early tomatoes	490	510	500	-	-	-	420	440	430	-	-	-	150	155	150	-	-	-
Средно ранни домати / Moderately early tomatoes	780	710	660	620	-	-	670	610	570	530	-	-	235	215	200	185	-	-
Късни домати / Late tomatoes	760	670	-	-	-	-	650	570	-	-	-	-	230	200	-	-	-	-
Пипер зелен и червен / Green and red pepper	790	740	690	660	-	-	680	630	590	570	-	-	240	220	205	200	-	-
Късно зеле / Late cabbage	520	520	520	480	410	310	450	450	440	410	350	260	160	155	155	145	125	90

ЛИТЕРАТУРА

1. **Белчев И., Иванов С., Петков П.** Капково напояване. *Земиздат, С.*, 1979, 202 с.
2. **Гигова А.** Необходимост от напояване на зимна маслодайна рапица. *Сб. Доклади от II-ра Научна конференция с международно участие на ЛТУ, 22-24 ноември, Юндола*, 2013, 219-228.
3. **Живков Ж.** Напояване на земеделски култури. *Интел Ентранс, С.*, 2013, 211 с.
4. **Захариев Т., Лазаров Р., Колева Ст., Гайдарова Ст., Койчев З.** Райониране на поливния режим на селскостопанските култури. *Земиздат, С.,* 1986, 646 с.
5. **Казанджиев В., Мотева М., Георгиева В.** Климатични промени, агроклиматични ресурси и агроклиматично райониране на земеделското производство. *Селскостопанска техника*, 2010, 3, 109-116.
6. **Мотева М., Казанджиев В., Георгиева В.** Пространствени характеристики на еталонната евапотранспирация през последните десетилетия в България. *Селскостопанска техника*, 2015, 52, 2, 57-64.
7. **Мотева М., Георгиева В., Казанджиев В., Мондешка М., Каранов А.** Изменение на климата и актуално пространствено вариране на еталонната евапотранспирация в земеделската територия на България. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 2016, vol. 5, 230-247.
8. **Петрова-Браничева В.** Ефективни водоспестяващи технологии за създаване на оптимални условия за микронапояване на малини. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 2016, vol. 19, 4, 124-143.
9. **Попов Б., Давидов Д., Христов В.** Управление на технологичните процеси в напоителните системи. *Техника, С.*,

REFERENCES

1. **Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M.** Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrig. and Drainage Paper No. 56,* 1998, Rome, 300 pp.
2. **Belchev I., Ivanov S., Petkov P.** Drip irrigation*. Zemizdat, S.*, 1979, 202 p. (in Bulgarian)
3. **Gigova A.** Need for irrigation of canola. *Proc. 2nd Sci. Conf. With international participation, Forestry University, 22-24 Nov., Yundola*, 2013, 219-228. (in Bulgarian)
4. **Kazandjiev V., Moteva M., Georgieva V.** Climate change, agroclimatic resources and agroclimatic zoning of the agricultural production. *Agricultural Engineering*, 2010, 3, 109-116. (in Bulgarian)
5. **Lamm F., Ayars J., Nakayama F.** Microirrigarion for Crop Production, Operation and Management. *Elsevier, Netherlands*, 2007, 616 p.
6. **Moteva M., Kazandjiev V., Georgieva V.** Sparial features of the reference evapotransiration within the last decades in Bulgaria. *Agricultural Engineering*, 2015, 52, 2, 57-64. (in Bulgarian)
7. **Moteva M., Kazadjiev V., Georgieva V.** Climatological and Meteorological Information for Future Sustainable Agriculture in Bulgaria. *In: Environment, Ecology and Sustainability at the Beginning of 21st Century, Chief ed. Prof. Recep Efe, St. Kliment Ohridski University Press*, 2015, 91-111
8. **Moteva M., Georgieva V., Kazandjiev V., Mondeshka M., Karanov A.** Climate change and update of the spatial variation of the reference evapotranspiration over the agricultural territory of Bulgaria. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 2016, vol. 19, 5, 230-247.
9. **Petrova-Branicheva V.** Water-efficienty technologies to create optimal conditions for microirrigation raspberries. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, vol. 19, 4, 2016, 124-143

1984, 174 c.
10. **Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M.** Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrig. and Drainage Paper No. 56,* 1998, Rome, 300 pp.
11. **Lamm F., Ayars J., Nakayama F.** Microirrigarion for Crop Production, Operation and Management. *Elsevier, Netherlands*, 2007, 616 p.
12. **Moteva M., Kazadjiev V., Georgieva V.** Climatological and Meteorological Information for Future Sustainable Agriculture in Bulgaria. *In: Environment, Ecology and Sustainability at the Beginning of 21st Century, Chief ed. Prof. Recep Efe, St. Kliment Ohridski University Press*, 2015, 91-11.1
13. **Slavov N., Alexandrov V.** Influence of global climatic change on agroclimatic resources in Bulgaria. *Coptes rendus de L'Academie Bulgare des Sciences*, 1997, v. 50, No. 2, 31-34.
14. **Slavov N., Georgiev G.** Estimation of moisture resources for warm-season agricultural crops production in Bulgaria. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 2002, v. 5, No. 3, 380-387.
15. **Slavov N., Moteva M.** The agroclimatic resources of Bulgaria and the climate changes during 20th century. *Proceedings 3rd International Conference "Global Changes and Regional Challenges 28-29 April 2006, Sofia University, Faculty of Geolo gy and Geography*, 2007, 399-404.
10. **Popov B., Davidov D., Hristov V.** Management of the technological processes in the irrigation systems. *Tehnika, S.,* 1984, 174 c. (in Bulgarian)
11. **Slavov N., Alexandrov V.** Influence of global climatic change on agroclimatic resources in Bulgaria. *Coptes rendus de L'Academie Bulgare des Sciences*, 1997, v. 50, No. 2, 31-34
12. **Slavov N., Georgiev G.** Estimation of moisture resources for warm-season agricultural crops production in Bulgaria. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 2002, v. 5, No. 3, 380-387
13. **Slavov N., Moteva M.** The agroclimatic resources of Bulgaria and the climate changes during 20th century. *Proceedings 3rd International Conference "Global Changes and Regional Challenges 28-29 April 2006, Sofia University, Faculty of Geology and Geography,* 2007, 399-404
14. **Zahariev T., Lazarov R., Koleva St., Koychev Z.** Zoning of the irrigation scheduling. *Zemizdat, S.*, 1986, 646 c. (in Bulgarian)
15. **Zhivkov Zh.** Irrigation of agricultural crops. *Intel Entrance, S.,* 2013, 211 c. (in Bulgarian)

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, vol. 19, 6, 2016, (243-250)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan

Микробиологичен анализ на водите на река Криварека (Косово) през пролетния сезон на 2009

Мухарем Исмаили[1], Кемал Куртеши[2], Хамит Исмаили[3]*

[1]*Магистърска програма, Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово*
[2]*Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово*
[3]*Катедра по химия, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово*

**E-mail: hamitismaili@yahoo.com*

Microbiological analysis of waters of river Krivareka (Kosovo) during spring season 2009

Muharrem Ismaili[1], Kemajl Kurteshi[2], Hamit Ismaili[3]*

[1]*Master study, Department of Biology, Faculty of Natural Science, University of Prishtina, Kosovo*
[2]*Department of Biology, Faculty of Natural Science, University of Prishtina, Prishtina, Kosovo*
[3]*Department of Chemistry, Faculty of Natural Science, University of Prishtina, Prishtina, Kosovo*

РЕЗЮМЕ

Основната цел на настоящето проучване е да се изследва качеството на водата на река Криварека през пролетния сезон на 2009г. Криварека е разположена в югоизточната част на Косово, като преминава през град Дардана. Проби от микробиологичните анализи са събрани от три местоположения по поречието на реката. Въз основа на постигнатите резултати правим заключението че: Водата на Криварека е силно замърсена от бактерии във всички местоположения. Относително голям брой от всички микроорганизми е регистриран на всички местоположения. Въз основа на колиформните бактерии според системата на Тъмплинг, водата на река Криварека попада във втори клас замърсяване.

Ключови думи: пролет, микробиологичен анализ, вода, река, Криварека, Косово

SUMMARY

The main objective of this investigation is to estimate the quality of water of river “Krivareka” during spring season, 2009. The Krivareka river is located in south-east part of Kosovo, which passes through the city Dardana. Samples for microbiological analyses are collected in three localities along the river. Based on obtained results led us to conclude: The waters of river “Krivareka” it is polluted by bacteria at all localities. Registered relatively higher number of all microorganism, at all locality. On base of coliform bacteria according to Tumpling system the waters of “Krivareka” river belongs at second class of pollution.

Key words: spring, microbiological analysis, water, river, Krivareka, Kosovo

УВОД

Нарастващият дисбаланс между предлагането и нуждите е довело до хроничен недостиг и съревнование, което води до замърсяване и увреждане на околната среда. Качеството на питейната вода се е влошило поради неадекватната дейност на пречиствателните станции, директното изтичане на непречистени отпадни води в реките и неефективното управление на водопроводната система (UNEP, 2001).

Водата има жизненоважно значение за поддържане на живота, и за всички трябва да има задоволително снабдяване (адекватно, безопасно и достъпно). Подобряването на достъпа до безопасна питейна вода води до осезаеми ползи за здравето. Трябва да се положат всякакви усилия за да се постигне възможно най-безопасно качество на питейната вода (WHO 2006).

Вода може да бъде получена от редица източници, измежду които са потоци, езера, реки, изкуствени водоеми, извори и кладенци (Flusche, 2005). За нещастие, чиста, прясна и безопасна вода съществува само за кратко в Природата и веднага се замърсява от доминиращите екологични фактори и човешки дейности.

Водата от повечето източници не е годна за пряка упот-

INTRODUCTION

The growing imbalance between supply and demand has led to chronic shortages and competition that have resulted in pollution and environmental degradation. The quality of water for drinking has deteriorated because of the inadequacy of treatment plants, direct discharge of untreated sewage into rivers and inefficient management of the piped water distribution system (UNEP, 2001).

Water is vital to sustain life, and a satisfactory (adequate, safe and accessible) supply must be readily available to all. Improving access to safe drinking-water can result in tangible benefits to health.

All effort should be made to achieve a drinking-water quality as safe as practicable (WHO, 2006).

Water can be obtained from a number of sources, among which are streams, lakes, rivers, ponds, springs and wells (Flusche, 2005).

Unfortunately, clean, pure and safe water only exists briefly in Nature and is immediately polluted by prevailing environmental factors and human activities.

Water from most sources is unfit for immediate consumption реба без някакъв вид преработка (Scheren et al., 2000).

Заплахата за водните екосистеми в днешно време се повишава поради увеличаването на човешката популация, придружено от разрастване на селското стопанство и индустрията.

Поради това, откриването на микробно и генотоксично замърсяване е важно за управлението на водните басейни за да се поддържа безопасност на водата според нормативните показатели за качество (Farnleitner et al., 2001).

without some sort of treatment (Scheren et al., 2000).

Water ecosystems are nowadays under increased threat from rising human populations accompanied by increased agricultural and industrial growth.

Therefore, detection of microbial and genotoxic pollution is crucial for watershed management activities in order to maintain safe waters according to their quality targets (Farnleitner et al., 2001).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Пробите за анализа са събрани в двулитрови стерилни поливинил хлоридни (PVC) пластмасови бутилки от три (3) определени пункта за проби по поречието на река Криварека през пролетния сезон на 2009.

Водните проби са събрани за физико-химичен и микробиологичен анализ. Целта на взимането на проби е да се събере материал с достатъчно малък обем за да бъде транспортиран удобно до и в лаборатория, като въпреки това точно представлява материала, от който е взета проба. Методът за запазване при съхранение е замразяване.

Водните проби са анализирани за физико-химичното си и микробиологично качество, а химическите характеристики (TDS, проводимост, pH, соленост) са определени с дигитална апаратура HAHC.

MATERIAL AND METHODS

The samples for this analysis were collected with two-litre sterile polyvinyl chloride (PVC) plastic water bottles from three (3) designated sampling point in river Krivareka during spring season, 2009.

The water samples were collected for both physiochemical and microbiological analysis. The objective of the sampling was to collect a portion of material small enough in volume to be conveniently transported to lab, while still accurately representing the material being sampled. The preservation method for storage was refrigeration.

Water samples were analysed for physiochemical and microbiological quality and chemical characteristic (TDS, conductivity, pH, salinity) were determined by digital aparature HACH.

Бактеорологичен анализ

При изолирането на бактерии са използвани хранителен агар за хетеротрофни бактерии, жлъчно-ескулинов агар за *Streptococcus faecalis*, виолетово червен агар за общи колиформни бактерии, SS агар за салмонела и шигела, сабуро агар за гъби. Всяка среда е подготвена и стерилизирана както е посочено от производителя.

Bacteriological Analysis

In the bacteria isolation, nutrient agar for heterotrophic bacteria, bile aesculin agar for Streptococcus faecalis, Violet red agar for total coliform bacteria, SS agar for salmonela and shigella, saborud agar for fungi, were used. All media were prepared and sterilized as instructed by manufacturer.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Микробиологичният анализ на водата и пробите от отпадните води са посочени в Таблица 1. Както посочва таблицата, по-висок брой хетеротрофни бактерии е регистриран на третото местоположение с 270 cfu/10 ml вода. Докато на второто местоположение са регистрирани 169 cfu/10 ml вода. Първото местоположение е по-слабо замърсено в сравнение с второто и третото местоположение.

По-висок брой общи колиформи е регистриран на третото местоположение, 115 cfu/10 ml вода. Малък брой общи колиформи е регистриран на първото местоположение с 35 cfu/10 ml вода. Докато на второто местоположение са регистрирани 67 cfu/10 ml вода.

По-голям брой фекални стрептококи са регистрирани на третото местоположение, 121 cfu/10 ml вода. Малък брой фекални стрептококи е регистриран на първото местоположение

RESULTS AND DISCUSSION

The microbiological analysis of the water and waste water samples is shown in Table 1. As it show at table the higher number of heterotrophic bacteria is registered at third locality by 270 cfu/10 ml water. While at second locality is registered 169 cfu/10 ml water.

The first locality was less polluted compared to second and third locality.

The higher number of total coliform bacteria is registered at third locality, 115 cfu/10 ml water. The low number, of total coliform bacteria, is registered at first locality 35 cfu/10 ml water. While at second locality registered 67 cfu/10 ml water.

The higher number of Streptococcus faecalis bacteria is registered at third locality, 121 cfu/10 ml water. The low number of Streptococcus faecalis bacteria is registered in first locality (37 cfu/10

(37 cfu/10 ml /вода). Докато на второто местоположение са регистрирани 78 cfu/10 ml вода.

По-висок брой SS бактерии е регистриран на третото местоположение, 105 cfu/10 ml вода. Малък брой SS бактерии е регистриран на първото местоположение (34 cfu/10 ml /вода). Докато на второто местоположение са регистрирани 57 cfu/10 ml вода.

По-голям брой гъбички е регистриран на третото местоположение, 19 cfu/10 ml вода. Малък брой гъбички е регистриран на първото местоположение (6 cfu/10 ml вода). Докато на второто местоположение са регистрирани 9 cfu/10 ml вода.

ml water). While at second locality registered 78 cfu/10 ml water.

The higher number of SS bacteria is registered at third locality, 105 cfu/10 ml water. The low number of SS bacteria is registered at first locality (34 cfu/10 ml water). While at second locality registered 57 cfu/10 ml water.

The higher number of fungi is registered at third locality, 19 cfu/10 ml water. The low number of fungi is registered at first locality (6 cfu/10 ml water). While at second locality registered 9 cfu/10 ml water.

Таблица 1. Микробиологични резултати на водите на река Криварека през пролетния сезон на 2009 г.
Table 1. Microbiological results of waters of river "Krivareka" during spring season 2009

Групи бактерии Group of bacteria	Местоположения / Localities		
	Местоположение Locality 1	Местоположение Locality 2	Местоположение Locality 3
	10 ml/water	10 ml/water	10 ml/water
Хетеротрофни бактерии Heterotrophic bacteria	96	169	270
Общи колиформи Total coliform bacteria	35	67	115
Streptococcus faecalis	37	78	121
Салмонела и пигела Salmonela Shigella - SS	34	57	105
Гъбички / Fungi	6	9	19

Настоящите резултати показват, че водата на река Криварека е по-силно замърсено от допустимите стандарти на Организацията по прехрана и земеделие FAO (1997). Този по-голям

These results show that the waters of the river Krivareka is higher polluted, than standards according to FAO (1997) allows. These higher number of bacteria is found in very low amount of water брой бактерии е открит в много малко количество вода (10 ml). Препоръчаният стандарт за водата е по-малко от 2 като най-вероятно число (MPN/100ml (FAO, 1997).

На третото местоположение, високият брой общи колиформи може да бъде показателен за наличието на много органични съединения във водата. Това място е много близко до града, където каналите се оттичат в реката.

Реките на цялата планета играят важна роля в живота на всички хора по света и всички живи същества. Водните ресурси са от голямо значение за различни дейности, като например пиене на вода, напояване, аквакултури и водноелектрически централи. Значението на водите в Косово в момента се осъзнава във връзка с управлението на водите поради експлоатация на източниците с прясна вода. Основните фактори, които влияят върху микробиологичното качество на повърхностните води са отпадните води и оттока от нерегламентирани селища. Обикновено се използват индикаторни организми за да се оцени микробиологичното качество на повърхностните води, а фекалните колиформи са най-често използваният бактериален индикатор за фекално замърсяване (Южна Африка, 1998). Те са установени във вода, която е замърсена с фекални отпадъци

(10 ml water). Recommended standard for water is less than 2 most probable number (MPN/100ml (FAO, 1997).

At locality 3 the high total coliform count may be indicative of the presence of high organic compounds in the water. Because this place is very close to the city where discharges from channeling, to river.

The rivers of all planet play an important role in the lives of all people over the world and all living things. Water resources are great significance for various activities such as drinking, irrigation, aquaculture and power generation.

The importance of water in Kosovo is now recognized in water resource management due to exploitation of fresh water resources. Major factors affecting microbiological quality of surface waters are discharges from sewage works and runoff from informal settlements.

Indicator organisms are commonly used to assess the microbiological quality of surface waters and faecal coliforms (FC) are the most commonly used bacterial indicator of faecal pollution (South Africa, 1998).

They are found in water that is contaminated with faecal wastes от човешки и животински произход. Нашите резултати съвпадат с тези на други автори, които установяват сходни резултати. Същите резултати с голям брой общи колиформи е наблюдаван от различни автори в различни водоеми в Индия в сезоните преди и след мусона (Rajurkar et al., 2003; Radha Krishnan et al., 2007).

of human and animal origin. Our results are in accordance with other authors who found the similar results. The same results of the high number of total coliforms were observed by different authors in different water bodies in India during pre-monsoon and post monsoon seasons (Rajurkar et al., 2003; Radha Krishnan et al*.,* 2007).

ИЗВОДИ

Въз основа на получените резултати, може да направим заключение, че водите на река Криварека са замърсени. Резултати показват, че замърсяването отчетено на изследваните местоположения (най-вече третото местоположение) може да бъде приписано основно на голямото количество неправилно обработени градски отпадни води, като повишената селскостопанска дейност в този район в периода на събиране на пробите вероятно допринася за органичното замърсяване. Наличието на салмонела и шигела, както и други ентерични микроорганизми предизвиква сериозно безпокойство.

CONCLUSIONS

Based on obtained results we can conclude that the waters of river Krivareka is contaminated.

The obtained results show that the pollution detected at the studied sites (notably third locality) can be mainly attributed to the high amount of raw or not properly treated urban wastewaters, while increased agricultural activity in this area during the sampling periods probably contributed to the organic pollution.

The presence of Salmonella and Shigella, and other enteric microrganisms call for serious concern.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Food and Agriculture Organization (FAO)**, Chemical analysis manual for food and water, 5th Ed, *FAO Rome*, 1997, 1: 20-26.
2. **Farnleitner A.H., Kirschner A.K.T., Zechmeister G., Kavka T.C., Mach R.L.** Untersuchungstechniken in der mikrobiologischen Analyse von Wasser und Gewässern: Staus Quo und Perspektiven. Austrian Association of Water and Waste Management. *ÖWAV Schriftenreihe Heft*., 2001, 150, 125-154.
3. **Flusche M. A., Seltzer G., Rodbell D., Siegel D., Samson S.** “Constraining Water Sources and Hydrologic Processes from the Isotopic Analysis of Water and Dissolved Strontium, Lake Junin, Peru”. *Journal of Hydrology*, 2005, vol. 312, No. 1-4, pp. 1-13.

4. **Scheren P. A. G. M., Zanting H. A., Lemmens A. M. C.** “Estimation of Water Pollution Sources in Lake Victoria, East Africa: Application and Elaboration of Rapid Assessment Methodology”. *Journal of Environmental Management*, 2000, vol. 58, No. 4, pp. 235-248.
5. **Radha Krishnan R.; Dharmara K.; Ranjitha Kumari B. D.** A comparative study on the physicochemical and bacterial analysis of drinking, borewell and sewage water in the three different places of Sivakasi*. Journal of Environmental Biology*, 2007, vol. 28, No. 1, p. 105-108.
6. **Rajurkar N. S., Nongbri B.; Patwardhan A. M.** Physico-chemical and microbial analysis of Umian (Brapani) lake water. *Indian Journal of Environmental Proceedings*, 2003, vol. 23, No. 6, p. 633- 39.
7. **South Africa.** Department of Water Affairs and Forestry. Water Research Commission. Quality of domestic water supplies: volume 1: assessment guide. *2. ed. Pretoria*, 1998.
8. **UNEP.** State of the Environment Nepal. United Nations Environment Programs (UNEP), in collaboration with MoPE/ HMGN; SACEP, ICIMOD and NORAD, 2001.
9. **WHO**, Water Safety Plan: Guidelines for drinking water quality 3rd Ed. Volume 1 Recommendations 3rd edition, WHO, *Geneva (2nd edition) Switzerland*, 2006, 3-10, 51-72, 75-120.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, vol. 19, 6, 2016, (251-258)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan

Микробиологичен анализ на водите на река Жегра (Косово) през пролетния сезон на 2008г.

Йетон Орлати[1], Идриз Вехапи[2], Кемал Куртеши[2], Хамит Исмаили[3]*

[1]Магистърска програма, Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово
[2] Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово
[3] Катедра по химия, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово
**E-mail: hamitismaili@yahoo.com*

Microbiological analysis of waters of river Zhegra (Kosovo) during summer season 2008

Jeton Orllati[1], Idriz Vehapi[2], Kemajl Kurteshi[2], Hamit Ismaili[3]*

[1]Master study, Department of Bilogy, Faculty of Natural Science, University of Prishtina , Kosovo
[2]Department of Biology, Faculty of Natural Science, University of Prishtina, Prishtina, Kosovo
[3]Department of Chemistry, Faculty of Natural Science, University of Prishtina, Prishtina, Kosovo

РЕЗЮМЕ

Замърсяването на водите е всеобща грижа, и най-вече на изследователите. Изхвърлянето на каналните води в реките, налага да бъде проведено бактеорологично изследване. Изследването е извършено през летния сезон на 2008 г.

Въз основа на постигнатите резултати правим заключението че: Водата на река Жегра е силно замърсена от бактерии във всички местоположения. Относително голям брой от всички микроорганизми е регистриран на всички местоположения. Въз основа на колиформните бактерии според системата на Тъмплинг, водата на река Жегра попада във втори клас замърсяване.

Ключови думи: микробиологичен, вода, река, Жегра, лято, Косово

SUMMARY

River pollution is everyone's concern, and researchers in especially. Discharge of canalization in rivers, makes it necessary their bacteriological research. Investigation is done during summer season, 2008. Samples for microbiological analyses are collected in three localities along the river.

Based on obtained results led us to conclude: The waters of river "Zhegra" it is polluted by bacteria at all localities. It is registered relatively higher number of all microorganism, at all locality. On base of coliform bacteria according to Tumpling system the waters of "Zhegra" river belongs at second class of pollution.

Key words: microbiological, water, river, Zhegra, summer, Kosovo

УВОД

Безопасността и качеството на питейната вода винаги са важна грижа за общественото здраве (Hrudey and Hrudey, 2007; Reynolds et al., 2008). Качеството на прясната вода може да бъде повлияно човешка или животинска дейност както във водния басейн, така и в неговия воdeдел.

Често замърсяването на водата е свързано с предаването на болести, които причиняват бактерии, Vibrio, Salmonella, бактериална и паразитна дизентерия, и остро заразна диария, която причинява E. *coli* (Fobes et al., 2002). Лошата канализация и хранителни източници предизвикват ентерични патогени. Питейната вода е основен източни на микробиологични патогени и се счита за един от основните причини за повишена смъртност на децата в развиващите се страни (Kondakal-Olukemi et al., 2009).

Бактеорологичното качество на водата обикновено се оценява чрез наблюдаване на нивата на общи колиформи и фекални колиформи. C. *perfringens* се предлага като алтернативен бактериален показател на фекално замърсяване, тъй като се свързва с човешки отпадни продукти (Bezirtzoglou et al., 1997). C. *perfringens*, и най-вече техните спори, които са по-толерантни към различни физикохимически параметри, отколкото други

INTRODUCTION

Safety and quality of drinking water are always an important public health concern (Hrudey and Hrudey, 2007; Reynolds et al., 2008). The raw water quality can be affected by human or animal activity either within that body of water or within its watershed.

Contamination of water has been frequently found associated with transmission of diseases causing bacteria, Vibrio, Salmonella, bacterial and parasitic dysentery, and acute infection diarrhea causing E. coli (Fobes et al., 2002). Poor sanitation and food sources are integral to enteric pathogen exposure. Drinking water is a major source of microbial pathogen and considered to be one of the main reasons for increased mortality rates among children in developing countries (Kondakal-Olukemi et al., 2009).

The bacteriological quality of water has traditionally been assessed by monitoring the levels of total coliforms (TC) and fecal coliforns (FC). C. perfringens has been suggested as an alternative bacterial indicator of fecal pollution because it is consistently associated with human wastes (Bezirtzoglou et al., 1997). C. perfringens, and especially its spores, which are more tolerant to various physicochemical parameters than other fecal фекални индикаторни бактерии, могат да служат като полезен индикатор в екосистеми, при които има стресови фактори (Bezirtzoglou et al., 1994, Bezirtzoglou et al., 1996). От друга страна, предполага се че броят на хетеротрофните аеробни бактерии в екосистеми с прясна вода е пряко пропоционален на степента на органичното замърсяване (Hiraishi et al., 1984).

indicator bacteria, could serve as a useful indicator in ecosystems suffering from stress factors (Bezirtzoglou et al., 1994; Bezirtzoglou et al., 1996). On the other hand, it has been suggested that the number of heterotrophic aerobic bacteria in freshwater ecosystems is directly proportional to the degree of organic pollution (Hiraishi et al., 1984).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Пробите за анализа са събрани в двулитрови стерилни поливинил хлоридни (PVC) пластмасови бутилки от три (3) определени пункта за проби по поречието на река Жегра през летния сезон на 2008 г.

Водните проби са събрани за физико-химичен и микробиологичен анализ. Целта на взимането на проби е да се събере материал с достатъчно малък обем за да бъде транспортиран удобно до и в лаборатория, като въпреки това точно представлява материала, от който е взета проба. Методът за запазване при съхранение е замразяване.

Водните проби са анализирани за физико-химичното си и микробиологично качество, а химическите характеристики (TDS, проводимост, pH, соленост) са определени с дигитална апаратура НАНС.

Бактеорологичен анализ

При изолирането на бактерии са използвани хранителен

MATERIAL AND METHODS

The samples for this analysis were collected with two-litre sterile polyvinyl chloride (PVC) plastic water bottles from three (3) designated sampling point in river Zhegra during summer season in 2008.

The water samples were collected for both physiochemical and microbiological analysis. The objective of the sampling was to collect a portion of material small enough in volume to be conveniently transported to lab, while still accurately representing the material being sampled. The preservation method for storage was refrigeration.

Water samples were analyzed for physiochemical and microbiological quality and chemical characteristic (TDS, conductivity, pH, salinity) were determined by digital aparature HACH.

Bacteriological Analysis

In the bacteria isolation, nutrient agar for heterotrophic агар за хетеротрофни бактерии, жлъчно-ескулинов агар за *Streptococcus faecalis*, виолетово червен агар за общи колиформни бактерии, SS агар за салмонела и шигела, сабуро агар за гъби. Всяка среда е подготвена и стерилизирана както е посочено от производителя.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Бактеорологичните резултати получени от изследването осъществено през летния сезон на водите на река Жегра са показани в Таблица 1. Както посочва таблицата, по-висок брой хетеротрофни бактерии е регистриран на третото местоположение с 457 cfu/10 ml вода. Докато на второто местоположение са регистрирани 276 cfu/10 ml вода. На първото местоположение са определени 163 cfu/10 ml вода.

По-висок брой общи колиформи е регистриран на третото местоположение, 154 cfu/10 ml вода. Малък брой общи колиформи е регистриран на първото местоположение с 76 cfu/10 ml вода. Докато на второто местоположение са регистрирани 112 cfu/10 ml вода.

По-голям брой фекални стрептококи са регистрирани също на третото местоположение, 161 cfu/10 ml/вода. Малък брой фекални стрептококи е регистриран на първото местоположение (128 cfu/10 ml /вода). Докато на второто местоположение са регистрирани 85 cfu/10 ml вода.

bacteria, bile aesculin agar for Streptococcus faecalis, Violet red agar for total coliform bacteria, SS agar for salmonela and shigella, saborud agar for fungi, were used. All media were prepared and sterilized as instructed by manufacturer.

RESULTS AND DISCUSSION

Bacteriological results obtained from investigation realized during summer season of the water of river Zhegra are shown in Table 1. As it show at table the higher number of heterotrophic bacteria is registered at third locality by 457 cfu/10 ml water. While at second locality registered 276 cfu/10 ml water. At first locality determined 163 cfu/10 ml water.

As regards to the total coliform bacteria the higher number is registered at third locality, 154 cfu/10 ml water. The low number, of total coliform bacteria, is registered at first locality 76 cfu/10 ml water. While at second locality is registered 112 cfu/10 ml water.

The higher number of Streptococcus faecalis bacteria is registered also at third locality, 161 cfu/10 ml/water. The low number of Streptococcus faecalis bacteria is registered at first locality (128 cfu/10 ml water). While at second locality registered 85 cfu/10 ml water.

По-висок брой SS бактерии е регистриран на третото местоположение, 105 cfu/10 ml вода. Малък брой SS бактерии е регистриран на първото местоположение (34 cfu /10 ml вода). Докато на второто местоположение са регистрирани 57 cfu/10 ml вода.

По-голям брой гъбички е регистриран на третото местоположение, 19 cfu/10 ml вода. Малък брой гъбички е регистриран на първото местоположение (6 cfu/10 ml вода). Докато на второто местоположение са регистрирани 9 cfu/10 ml вода.

Високият общ брой на хетеротрофни бактерии е показателен за наличието на високо съдържание на органични и разтворими соли във водата. Основните източници на тези бактерии във водата са от животински и човешки отпадъци. Тези източници на бактериално замърсяване включват повърхностни дъждовни води, пасищни и други области земя, където се трупат животински отпадъци. Допълнителни източници включват просмукване или освобождаване от септични ями, съоръжения за отпадни води и естествени почвени/растителни бактерии (EPA, 2002).

Съответно, общият брой колиформи за всички проби е по-висок в сравнение с максималното ниво на замърсяване (MCL) на Агенцията по защита на околната среда (EPA) за колиформни бактерии в питейната вода,

The higher number of SS bacteria is registered at third locality, 105 cfu/10 ml water. The low number of SS bacteria is registered in first locality (34 cfu/10 ml water). While at second locality is registered 57 cfu/10 ml water.

The higher number of fungi is registered at third locality, 19 cfu/10 ml water. The low number of fungi is registered at first locality (6 cfu/10 ml/water). While at second locality is registered 9 cfu/10 ml water.

The high total heterotrophic count is indicative of the presence of high organic and dissolved salts in the water.

The primary sources of these bacteria in water are animal and human wastes. These sources of bacterial contamination include surface runoff, pasture, and other land areas where animal wastes are deposited.

Additional sources include seepage or discharge from septic tanks, sewage treatment facilities and natural soil/plant bacteria (EPA, 2002).

Accordingly, the total coliform count for all samples were exceedingly high the EPA maximum contamination level (MCL) for coliform bacteria in drinking water of zero total coliform per 100ml of water (EPA, 2003).

който е никакви общи колиформи в 100ml вода (EPA, 2003). Високият брой колиформи получен от пробите може да е показател, че водните ресурси са фекално замърсени (EPA, 2003; Osuinde and Enuezie, 1999). Нито една от водните проби не съответства на стандартите на EPA за колиформи във водата. Според стандарта на EPA, всяка водна проба, която има колиформи, трябва да бъде анализирана за фекални колиформи или за E. *coli* (EPA, 2003), с цел да се установи замърсяване с човешки или животински отпадъци, и евентуално патогенни бактерии или организми, като например Gardia и Cryptosporidium (EPA, 2003).

The high coliform count obtained in the samples may be an indication that the water sources are faecally contaminated (EPA, 2003; Osuinde and Enuezie, 1999).

None of the water samples complies with EPA standard for coliform in water.

According to EPA standard, every water sample that has coliform must be analyzed for either fecal coliforms or E. coli (EPA, 2003) with a view to ascertaining contamination with human or animal waste and possibly pathogenic bacteria or organism, such as Gardia and Cryptosporidium may be present (EPA, 2003).

Таблица 1. Микробиологични резултати на водите на река Жегра през летния сезон на 2008г.
Table 1. Microbiological results of waters of river "Zhegra" during summer season 2008

Групи бактерии Group of bacteria	Местоположения/Localities		
	Местоположение Locality 1	Местоположение Locality 2	Местоположение Locality 3
	10 ml/water	10 ml/water	10 ml/water
Хетеретрофни бактерии Heterotrophic bacteria	163	276	457
Общи колиформи Total coliform bacteria	76	112	154
Streptococcus faecalis	85	128	161
Salmonela Shigella- SS	43	97	159
Гъбички / Fungi	13	29	43

Настоящите резултати показват, че водата на река Жегра е по-силно замърсено от допустимите стандарти на Организацията по прехрана и земеделие FAO (1997). Този по-голям брой

From these results show that the waters of the river Zhegra is higher polluted, than standards according to FAO (1997) allows.

This higher number of bacteria is

бактерии е открит в много малко количество вода (10 ml). Препоръчителният стандарт за водата е по-малко от 2 като най-вероятно число (MPN/100ml (FAO, 1997).

Високият брой на Salmonella, Shigella spp и Vibrio cholerae в пробите от потоците и реките не съответства на стандартите на EPA за водата за възстановителни нужди, които посочват че тези патогенни организми не трябва да присъстват във водата, понеже те са важни за общественото здраве, тъй като са свързани с гастро-интестинални инфекции: диария, дизентерия, тиф и други инфекции (EPA, 2003).

Препоръките на Световната здравна организация (WHO) сочат, че фекалните колиформи не трябва да съществуват във водни проби от 100 ml (WHO, 2004 a, b).

found in very low amount of water (10 ml water). Recommended standard for water is less than 2 most probable number (MPN/100ml (FAO, 1997).

The high number of Salmonella, Shigella spp and Vibrio cholerae in stream and river samples is not in agreement with EPA water standard for recreational use which states that these pathogenic organism must not be present in water, because they are of public health significance, having been associated with gastrointestinal infections: diarrhoea, dysentery, typhoid fever and other form of infection (EPA, 2003).

WHO drinking water quality guidelines recommend that fecal coliform must not exist in 100 ml of water sample (WHO, 2004 a, b).

ИЗВОДИ

Въз основа на получените резултати, може да направим заключение, че водите на река Жегра са силно замърсени.

Броят на общите колиформи в трите местоположения през летния сезон е повече от международните допустими нива препоръчани от WHO.

Присъствието на салмонела и шигела, както и други ентерични микроорганизми предизвиква сериозно безпокойство.

CONCLUSIONS

Based on obtained results we can conclude that the waters of river Zhegra is contaminated.

Total coliform counts at the three stations during summer seasons were more than the international permissible levels recommended by WHO.

The presence of Salmonella and Shigella, and other enteric microrganisms call for serious concern.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Bezirtzoglou E, Panagiou A, Savvaidis I, Maipa V.** Distribution of C. perfringens in polluted lake environments. *Anaerobe*, 1997, 3: 172–96.
2. **Bezirtzoglou E, Dimitriou D, Panagiou A, Kagalou I, Demoliates Y.** Distribution of C. perfringens in different aquatic environments in Greece. *Microbial Res.,* 1994, 149: 129–34.
3. **Bezirtzoglou E, Dimitriou D, Panagiou A.** Occurrence of C. perfringens in river water by using a new procedure. *Anaerobe,* 1996, 2: 169–73.
4. **EPA**, US Environment Protection Agency, Safe Drinking Water Act Ammendment http:// www. epa. gov/safe water /mcl. Html., 2002.
5. **EPA**, US Environmental Protection Agency Safe Drinking Water Act. EPA 816– F – 03 –016, 2003.
6. **Food and Agriculture Organization (FAO)**, Chemical analysis manual for food and water, 5th Ed, *FAO Rome,* 1997, 1: 20-26.
7. **Fobes B. A., D. Sahm F., Weisfeld A.** Baily and Scott's Diagnostic Microbiology, Mosby, *St. Louis, Mo, USA, 11th edition,* 2002.
8. **Hiraishi A, Saheki K, Horie S.** Relationships of total coliforms, fecal coliform and organic pollution levels in the Tamagawa River. *Bull J Soc Sci Fisheries*, 1984, 50 (6): 991–7.
9. **Hrudey S. E. and Hrudey E. J.** "Published case studies of waterborne disease outbreaks – evidence of a recurrent threat". *Water Environment Research*, 2007, vol. 79, No. 3, pp. 233–256.
10. **Kondakal-Olukemi Y. I., Mawak J. D., Onjo M. M.** "Isolation of enteropathogenic Escherichia colifrom children with diarrhea attending the national hospital in Abuja, Nigeria shiraz". *E-Medical Journal*, 2009, vol. 10, No. 3, pp. 99–106.
11. **Osuinde M.I. and Eneuzie N.R.** "Bacteriological analysis of ground water". *Nigeria Journal of Microbiology,* 1999, vol. 13:47-54.
12. **Reynolds K. A., Mena K. D. Gerba C. P.** "Risk of waterborne illness via drinking water in the United States". *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 2008, vol. 192, pp. 117–158,
13. **World Health Organization (WHO),** Guidelines for Drinking – Water Quality, World Health Organization, *Geneva, Switzerland, 3rd edition*, 2004 a.
14. **World Health Organization (WHO)**, Introducing Parameters for the Assessment of Drinking Water Quality, World Health Organization, *Geneva, Switzerland,* 2004 b.