



Hydrological drought identification, characterization, early warning and monitoring in the Yantra river catchment

Yordan Dimitrov*, Krassimira Ljubenova, Elena Bozhilova

*National Institute of Meteorology and Hydrology,
66 Tsarigradsko shosse Blvd., 1784 Sofia, Bulgaria*

Abstract: Hydrological droughts events are developing due to heterogeneous processes. This determines different characteristics of individual droughts, depending on the manifestation and strength of the factors. Drought does not have a clearly defined start and end date, but different methods provide a course of action that helps to identify drought conditions and “dry” signals in support of early warning and forecasting the severity level of dry periods in the affected areas. An integrated spatiotemporal analysis of drought is carried out, assessing river runoff and its change in relation to anthropogenic and natural processes. Appropriate proactive actions are proposed to improve drought resilience and mitigate the consequences, thus supporting local water users and communities. The indicator monitoring system is particularly suitable for early warning of rapidly developing droughts (flash drought), which is beneficial for fish farms, small water reservoirs and microdams and monitoring irrigation rates depending on the degree of drought, available resources and the target biomass of farmers.

Keywords: drought indicators, vulnerability, forecast, spatial scope, duration.

* iordan.dimitrov@meteo.bg

Идентифициране, характеризиране, ранно предупреждение и мониторинг на хидроложко засушаване във водосбора на р. Янтра

Йордан Димитров, Красимира Любенова, Елена Божилова

*Национален Институт по Метеорология и Хидрология,
бул. Цариградско шосе 66, 1784 София*

Резюме: Хидроложката суша се дължи на разнородни процеси. Това обуславя различни характеристики на отделните засушавания, в зависимост от проявлението и силата на факторите. Сушата няма ясно изразени начална и крайна дата, но установените методи дават ход на действие, които помагат за идентифициране на условия за засушаване и „сухи“ сигнали в подкрепа на ранното предупреждение и прогнозиране на степента на тежест на сухите периоди в засегнатите райони. Извършва се интегриран пространствено-времеви анализ на засушаването, оценка на речния отток и неговото изменение във връзка с антропогенните и природни процеси. Предлагат се подходящи проактивни дейности за подобряване резистентността към суша и смекчаване на последствията от нея в подкрепа на локалните водопотребители и общности. Индикаторната система за мониторинг е особено подходяща за ранно предупреждение при бързо формиращи се засухи (флаш драут), което е от полза за рибовъдни стопанства, малки водоеми и микроязовири и следене на напоителните норми в зависимост от степента на засушаване, наличния ресурс и целевата биомаса на земеделските стопани.

Ключови думи: индикатори за засушаване, уязвимост, прогноза, пространствен обхват, продължителност.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Наблюдението на процесите свързани със засушавания на реките е от първостепенно значение за адаптиране и смекчаване на последствията и по-бързото възстановяване след продължителен период на суша. Мониторингът позволява откриването на условия за възникване на хидроложко засушаване и категоризиране на риска от тежка суша. Той включва система от индикатори и индекси, които оценяват промените в хидроложкия цикъл на региона. Характеризирането и типизацията на дадено събитие се налага във връзка с оптималното използване на водните ресурси в условията на дефицит, като позволява да се балансират интересите на водоползвателите в една напрегната атмосфера и екосистемите.

Засушаванията са естествен процес, но могат да бъдат предизвикани и от човешката дейност. При изследване на хидроложко засушаване се налага първо да се установи генезиса на явлението и неговото начало. Освен това наличието

на нисък (минимален) отток може да е част от периода на суша, но не винаги проявата на минимален отток означава „суша“. Този отток представлява сложна система от причинно-следствени явления, които се изменят неограничено в пространството и времето. Непосредственото въздействие на човека върху речния режим се осъществява в две посоки: създаване на водохранилища за регулиране на речния отток и вземане на част от водата на реката за напояване, водоснабдяване, индустриални и други нужди или обратно – отпускане вода на реката от съседни водосборни области. Водоохранилищата преразпределят оттока и влияят на максималните и минимални водни количества.

Преди да се вземе решение за проектно засушаване (в случая е прието минимална продължителност от пет поредни дни и с до два дена прекъсване), на което да се оценяват параметрите, при приетите критерии, е необходимо предварително изследване на всички периоди на засушаване през наличния период на хидроложките редици и установяване на месните природно-географски особености предопределящи преразпределението на падналите валежи.

Засушаванията на речните системи са регионално или локално явление, което се развива с различна скорост. „Суша“ и „Хидроложко засушаване“ са понятия, описващи явление, което няма точна начална дата и час на настъпване и няма точно определен териториален обхват, поради което се налага приемането на критерии, за установяване дали/откога дадена територия изпитва и до каква степен това явление. Хидроложките засушавания се проявяват, както в традиционно влажните, така и в сухите периоди на годината и могат да имат различна по сила и посока въздействие. Ниските води, обикновено се наблюдават по време на суша, но те включват само един елемент от сушата, т.е. интензитета на сушата.

Предпоставка за добро хидроложко управление на водите е задълбоченото вникване в сушата. Хидроложката суша (под нормалния отток) е по-хетерогенна в пространството и времето от метеорологичната суша. Това се дължи на значителни връзки с предварителни условия, които са от решаващо значение за разбирането и оценката на развитието на сушата, разпространяваща се от метеорологична през хидро-метеорологична до хидроложка суша.

В съвременната наука за управление на ресурсите в условията на засушаване са изведени т. нар. „Три стълба на управлението на сушата“: 1. Мониторинг; 2. Оценка на въздействието на риска; 3. Готовност и реакция за намаляване на риска.

2. МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Методът на „праговата стойност“ е най-често прилагания количествен метод за хидроложко засушаване, при който от съществено значение е да се определи началото и края на засушаването. Прагът може да бъде фиксиран или да варира (вариационен) през годината (Tallaksen, 2004).

Вариационният праг е праг, който се променя през годината, например като се използва сезонно, месечно или ежедневно променливо прагово ниво. Подходът на променливия праг е адаптиран за откриване на отклонения на водните количества през сезоните, както на висок, така и на нисък отток. Периодите с по-ниски от нормалните водни количества по време на сезоните с висок отток, могат да бъдат важни за по-късно развитие на суша. Избрани са стойностите за $Q_{\text{двн}70}$ (дневен вариационен праг за 70 % обезпеченост).

Уязвимостта на реките към проява на хидроложка суша се определя от периода T_d , който отнема на потока да спадне от стартовото ниво Q_{ms} до под прага за засушка, Q_d . Колкото по-кратко е времето толкова по-голям е рискът районът да бъде афектиран от суша, ако сухият метеорологичен сигнал преобладава за дълъг период от време.

Естественният резервоар за подземни води не се запълва до най-високото си ниво, когато над целия водосбор се появява удължен атмосферен сух сигнал. Освен Q_{ms} и Q_d , е необходимо да бъде индексирано и определено, от измерваните водни количества и характерното средно поведение на речесия, за да се оцени уязвимостта към суша на неизследваните водосбори.

По време на продължителен сух период често се наблюдава, потокът да надвишава праговото ниво за кратък период от време и по този начин голямото засушаване се разделя на няколко малки засушавания, които обаче са взаимно зависими. За да се избегнат тези проблеми, които биха могли да изкривят моделирането на екстремни стойности, последователната дефиниция на събитията от засушаване, трябва да включва някакъв вид обединяване, за да се дефинира независима последователност на засушавания (например процедура за пълзящи средни. Препоръчва се прозорец за пълзгаща се средна стойност от десет дни).

За да се намали проблемът с незначителните засушавания, може да се наложи минимална продължителност на засушаването, която премахва засушаванията с продължителност, по-малка от определения брой дни (тук d_{min} се задава на 5 дни). Критерият за време между събитията се използва за обединяване на зависимите засушавания, които са разделени от кратък период на отток над прага. Ако времето между две засушавания е по-малко от критична продължителност, t_{min} , двете събития се обединяват. В тази разработка t_{min} е равно на два дни.

По този начин може да се използва променлив праг за определяне на периоди на дефицит, като отклонения или аномалии от нормалния сезонен или дневен диапазон на реката. Ежедневно вариращо прагово ниво може да се определи като вероятност за превишаване на 365 дневната крива на обезпеченост.

Тъй като няма универсален индикатор за оценка на уязвимостта и магнитуда на периодите със засушаване и последствията от тях, е приложен и метода със система от индекси (Rossi, 2011; Пчева et al., 2022), адаптиран с набор от индекси от системата на НИМХ и други, допълнително въведени. Необходимост от хомогенизиране на индикаторите в безразмерна числова стойност, която може да

определи количествено текущата ситуация по отношение на историческите серии и да даде възможност за количествено сравнение между избраните индикатори и речни системи.

Минимален отток се наблюдава в най-маловодния период на маловодието, който е с продължителност от 1 до 30 денонощия и може да не съвпада с календарния месец. През многоводни години или при наличие предимно на високи вълни, при изчисленията се използва стойностите на минималния отток за 5 или 10 дни с най-малък среден отток. Маловодният период може да се състои от две и повече части. Влиянието на стопанската дейност се счита за съществено, ако стойността на дадена характеристика на оттока през маловодието се изменя в резултат на стопанските мероприятия повече от 15 %.

Кривата на рецесия, изразява скоростта на затихване на хидрограмата през периоди с малко или никакви валежи. Този метод описва по интегриран начин как различни фактори във водосборните басейни влияят върху процеса на оттичане. Степента на рецесия е бърза във водосбори с малко развити водоносни хоризонти и подземно съхранение. Рецесията е бавна в доминирани от подземни води водосборни области.

Основната цел на статията е да се представи набор от количествени характеристики на хидроложките засушавания, взаимовръзката между тях и тяхното извеждане и практическо използване. Представени са методи за описание на засушавания в отделни систематизирани модули, както в самостоятелен водосбор, така и за по-голям регион.

3. РЕЗУЛТАТИ

Изворът на река Янтра се намира в Шипченския дял на Централна Стара планина над гр. Габрово. Дължината на реката е 285,5 km с водосборна площ 7861,6 km². Основните ѝ притоци са р. Лефеджа от изток и р. Росица от запад. Вливат се в р. Янтра северно от Великотърновските височини. На около 20 km след това се намира Хидрометрична станция (ХМС) № 23850 р. Янтра – с. Каранци, югозападно от гр. Бяла (Фигура 1).

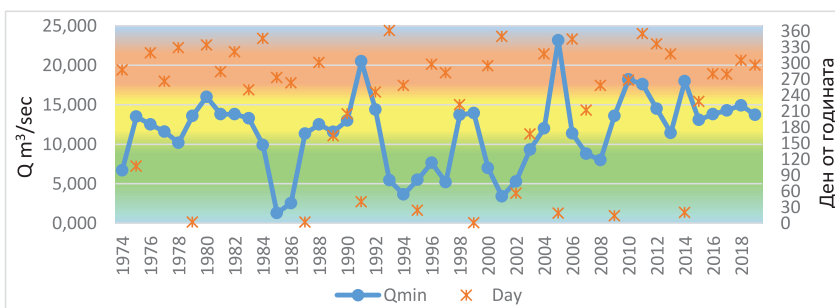
Средният речен отток (1974-2019 г.) в тази точка е 45,284 m³/s с минимален среден годишен отток 9,911 m³/s за 1994 г. и максимален среден годишен отток 128 m³/s за 2005 г. Абсолютният минимален отток е 1,299 m³/s от 30.09.1985 г. Абсолютният максимален отток възлиза на 1890 m³/s от 5.07.2005 г.

Проява на минимален отток е възможна през почти всяко време на годината (Фигура 2), като най-много случаи се наблюдават след 210-тия календарен ден от годината, следвано от тези преди 60-и ден. По тримесечия, броят на регистриран годишен минимум е както следва: 0-60 ден – (9 бр.); 60-120 – (1); 120-180 – (2); 180-240 – (4); 240-300 – (16); 300-365 – (14).



Фиг. 1. Карта на водосборната област на р. Янтра с основните притоци и местоположение на използваните 6 бр. ХМС

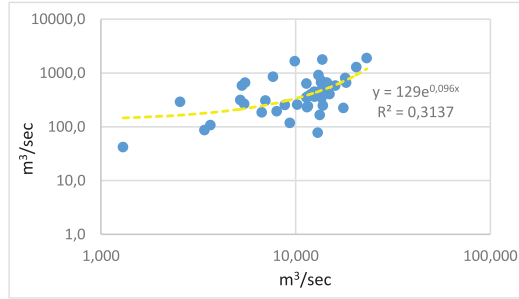
Fig. 1. Map of the Yantra River catchment area with the main tributaries and location of the 6 used HMS



Зима Winter	Пролет Spring	Лято Summer	Есен Autumn
----------------	------------------	----------------	----------------

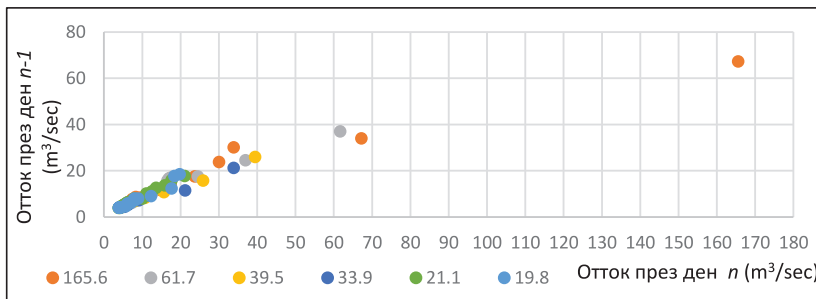
Фиг. 2. Минимални водни количества - сезон и календарен ден от годината
Fig. 2. Minimum water quantities - season and calendar day of the year

Нужно е да се отбележи, че няма ясно изразена корелационна връзка между годишния максимален и годишния минимален отток през дадена година т.е. екстремно ниски водни количества могат да възникнат, както в относително влажни, така и в сухи години (Фигура 3).



Фиг. 3. Връзка между годишния максимален и годишния минимален отток на р. Янтра при ХМС 23850 – Каранци
Fig. 3. Relationship between the annual maximum and annual minimum runoff of the Yantra River at HMS 23850 - Karantsi

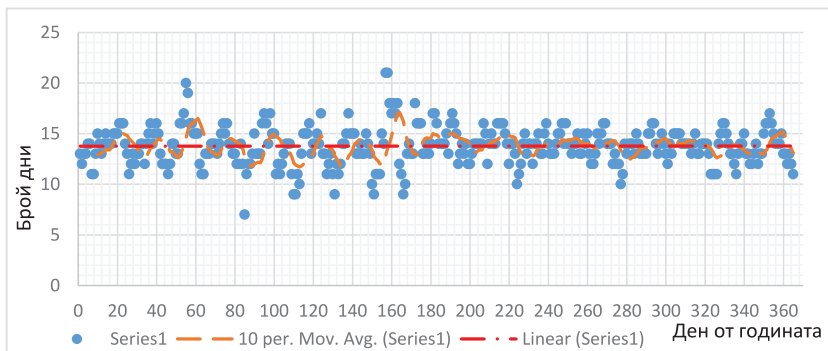
Постепенното изчерпване на водните запаси във водосбора по време на периодите без или с малко валежи, рефлектира върху формата на кривата на рецесия, т.е. спадането на хидрографа. Най-важните свойства въздействащи върху скоростта на спадане са хидрогеологията, релефа и климата. На Фигура 4 са изобразени характерни криви на рецесия (различаващи се за всяко едно поречие) които образуват т. нар. ветрило на рецесия, формиращи общ еталон за спадане, засягащо отделните типове високи вълни, като бавното спадане е типично за доминираните от подземни води водосборни области.



Фиг. 4. Характерни криви на рецесия от различни по водно количество високи вълни за ХМС 23650 Янтра – Габрово, формиращи ветрило от рецесивни криви
Fig. 4. Characteristic recession curves of different water volume high waves for HMS 23650 Yantra – Gabrovo, forming a fan-shaped recession

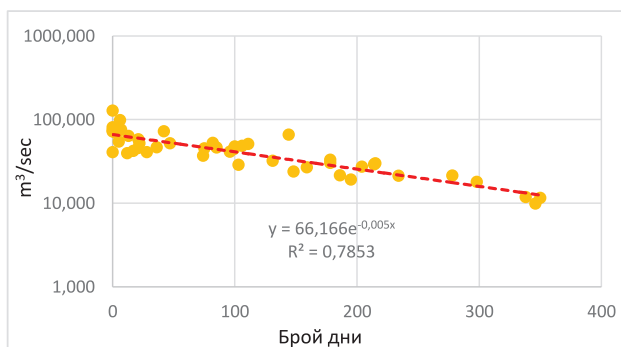
Друга характерна особеност на хидроложките засушавания в района, е възможното наличие на дни с дефицит на оттока под нормата през цялата година с най-много дни от периода на наблюдение през дните 158 и 55 от годината (с 20 и

повече случая за 46 годишен период) и най-малко през ден 85 (7 събития на отток под приетия праг от $Q_{двр70}$) (Фигура 5).



Фиг. 5. Брой на дните с дефицит на речния отток при ХМС 23550 – р. Росица, спрямо приетия праг $Q_{двр70}$ за всеки ден от годината
Fig. 5. Number of days with a deficit in river flow at HMS 23550 – Rositsa River, compared to the adopted threshold $Q_{двр70}$ for each day of the year

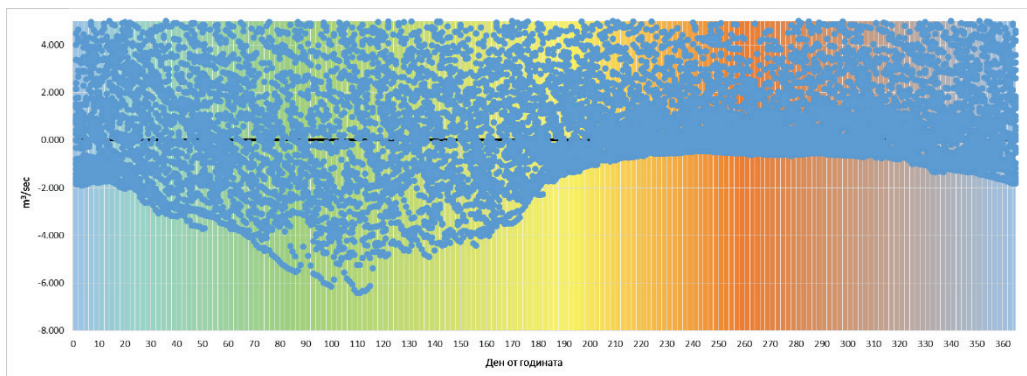
На Фигура 6 ясно личи обратната връзка между средния годишен отток и броя на дните с хидроложка засуха. В годините с над 300 сухи дни, средногодишният отток не надвишава $12 \text{ m}^3/\text{s}$.



Фиг. 6. Отношение на средногодишния отток и броя на дните под прага за ХМС 23850 – р. Янтра – Каранци
Fig. 6. Relationship between the average annual runoff and the number of days below the threshold for HMS 23850 – Yantra River - Karantsi

В поречието на р. Янтра се наблюдават два основни вида хидроложко засушаване – по минимален отток и по дефицит спрямо избрания праг от $Q_{двр.70}$ (дневен вариационен праг с обезпеченост 70 %). Те могат да преминават от един вид в

друг в зависимост от продължителността на засухата и от своя страна се разделят на други типове в зависимост от проявлението на отделните фактори, приетите критерии, проявените характеристики и наличието или не на краткосрочни високи вълни. Трябва да се има предвид, че отток с дефицит под приетия праг не означава автоматично „суша“, а по-скоро е аномалия спрямо прага. Дефицитът за долното течение на р. Янтра се характеризира със стойности спадащи до $-28.039 \text{ m}^3/\text{s}$ (обем на дефицита от $2422569.6 \text{ m}^3/\text{ден}$) при отток от едва $4.750 \text{ m}^3/\text{s}$ за 20.04.1994 г., а в горното течение до $-6.423 \text{ m}^3/\text{s}$ за р. Росица и отток $1.072 \text{ m}^3/\text{s}$. Тези най-ниски стойности са получени за 21.04.1990 г. (Фигура 7).



Фиг. 7. Периоди с проява на отток под прага и отчетени най-големи дефицити на оттока между 95-ти и 115-ти ден от годината при ХМС 23500 – р. Росица – Севлиево

Fig. 7. Periods with occurrence of runoff below the threshold and the largest runoff deficits recorded between the 95th and 115th day of the year at HMS 23500 – Rositsa River - Sevlievo

Сумата на дефицита за отделните периоди на засуха през най-тежките периоди на суша достига и преминава границата от $2000 \text{ m}^3/\text{период}$, като най-голяма е за сухите периоди от 1985 г. (засушаване № 44), 1993 г. (73) и двете последователни събития от 2000 и 2001 г. (99 и 100) (Таблица 1). От таблицата става ясно, че относително кратки хидроложки засухи (90 дневни) също могат да предизвикат огромни дефицити, дори при наличие на висока вълна (Q_{max}). Общата сума на оттока за продължилата 358 дни суша № 44, може да е номинално най-голяма, но е с 3243.7 m^3 по-малка от потенциално възможната. Засушаване № 74 е с най-големия дефицит и предхожда засухата с най-малкото средно водно количество (№ 75) от представените в таблицата, формиращи един общ период на т. нар. „продължителна суша“.

Продължителността на засушаванията във водосборната област е отразена на Фигура 8. За периода на наблюдение са установени 10 проявления на хидроложко засушаване с продължителност над три месеца. В някои години се наблюдават по няколко серии от по-кратки засухи, които са взаимно свързани, с обща

продължителност, надхвърляща 100 дни, преминаващи от един сезон в друг или от една година в следваща (мулти-сезонни и транс-годишни).

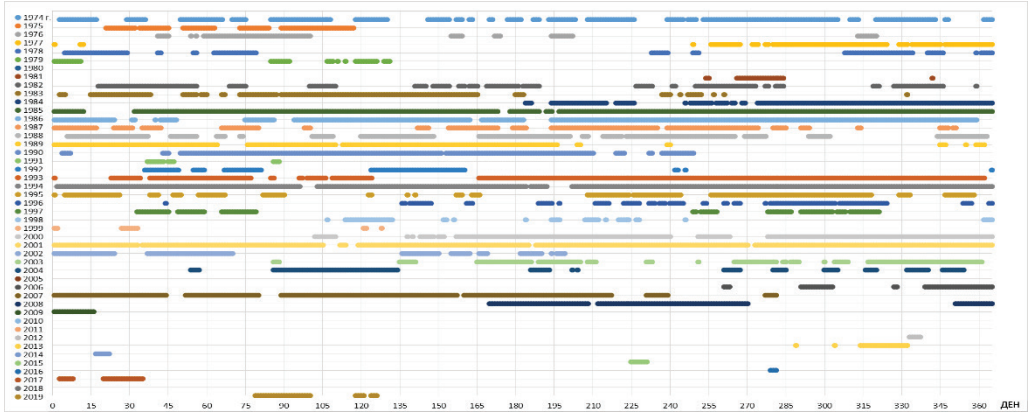
Таблица 1. Характеристики на хидроложките засушавания с най-голяма сума на дефицит за оттока спрямо праг $Q_{\text{двр}70}$ при ХМС 23850 - Каранци. Диаграмите са съотнесени спрямо останалите случаи. За удобство са представени сезоните на начална и крайна дата на всяко събитие

Table 1. Characteristics of hydrological droughts with the largest amount of deficit for runoff relative to the threshold $Q_{\text{двр}70}$ at HMS 23850 - Karantsi. The diagrams are correlated with the other cases. For convenience, the seasons of the start and end date of each event are presented

Година	Засуша №	Начало	Край	Ден от годината		Продължителност (дни)	Сума на дефицита (m^3)	Дефицит средно (m^3/s)	Дефицит min (m^3/s)	Ср. (m^3/s)	Qmin (m^3/s)	Qmax засуша (m^3/s)	Qsum (m^3)
1985	44	1.фев	24.яну	32	24	358	-3243.7	-9.268	-21.741	10.896	1.299	41.852	3900.9
1993	73	15.юни	6.апр	166	96	296	-2421.5	-8.293	-21.636	10.088	5.449	30.978	2986.2
2000	99	5.окт	15.апр	278	105	193	-1970.1	-10.261	-21.921	10.114	7.000	26.896	1952.0
2001	100	29.апр	24.яну	119	24	271	-1959.7	-7.840	-18.985	9.822	3.400	26.896	2661.7
2007	119	30.мар	5.авг	89	217	129	-1455.8	-11.463	-22.005	11.869	8.800	40.400	1531.1
1994	75	21.юли	1.яну	202	1	165	-1378.4	-8.354	-11.901	6.132	3.650	16.232	1011.8
1990	65	19.фев	29.юли	50	210	161	-1294.3	-8.090	-18.420	16.825	13.000	23.550	2708.8
1994	74	13.апр	11.юли	103	192	90	-1171.7	-13.468	-28.039	11.199	4.591	35.000	1007.9
1986	47	4.апр	2.юли	94	183	90	-1086.1	-12.629	-20.762	13.981	5.799	48.345	1258.3
1986	48	13.юли	25.дек	194	359	166	-1052.6	-6.341	-11.885	8.075	2.549	15.257	1340.5

Зима Winter	Пролет Spring	Лято Summer	Есен Autumn
----------------	------------------	----------------	----------------

Мониторингът на водните количества в условията на хидроложко засушаване е в пряка зависимост от методите за характеризиране на периодите с аномалия под установените дневни вариационни прагови стойности. Тези наблюдения са в подкрепа на ранното оповестяване за начало на неблагоприятни условия от гледна точка на водоползвателите, както е видно от Таблица 2. Засушаването може да бъде установено в начална фаза на развитие при съвместно разглеждане на съседни водосбори. Когато има проява на отток под прага в няколко или всички от избраните ХМС (Таблица 2А), става въпрос за по-голямо териториално разпространение, а когато е за по-малък брой, става въпрос за локално засушаване с по-малък териториален обхват (Таблица 2Б). При изследване с помощта на честотен анализ, може да се установи дали характеристиките на започващото събитие са с екстремн характер или по-умерен.



Фиг. 8. Реална продължителност на сериите с хидроложки засушавания за ХМС 23850 р. Янтра – Каранци

Fig. 8. Hydrological drought duration cases for HMS 23850 Yantra - Karantsi

Таблица 2. Периоди със засушаване и териториален обхват на хидроложките засушавания. 2А (ляво) – начало на засуха с регионален характер; 2Б (дясно) – начало на засуха с локален характер, засягаща три от шестте поречия

Table 2. Periods of drought and territorial scope of hydrological droughts. 2A (left) – onset of drought of regional nature; 2B (right) – onset of drought of local nature, affecting three of the six tributaries

Година	Деп	Дата	ХМС №					Година	Деп	Дата	ХМС №						
			23500	23650	23700	23850	23400				23150	23500	23650	23700	23850	23400	23150
2002	115	25.апр	0.273	6.966	14.570	6.001	2.011	20.932	2009	193	12.юли	5.002	1.147	4.374	25.258	3.376	0.528
2002	116	26.апр	0.073	4.560	19.352	3.357	0.663	11.913	2009	194	13.юли	9.938	0.331	4.170	32.139	2.183	0.628
2002	117	27.апр	-0.151	3.571	17.571	2.185	1.167	4.537	2009	195	14.юли	8.115	-0.134	1.564	43.267	1.122	0.432
2002	118	28.апр	-0.151	2.628	15.969	1.532	0.575	3.240	2009	196	15.юли	5.415	-0.225	0.956	40.301	0.991	0.435
2002	119	29.апр	-0.339	1.153	10.120	0.895	0.391	2.049	2009	197	16.юли	3.925	-0.190	0.987	37.336	0.978	0.336
2002	120	30.апр	-0.077	0.208	8.701	0.065	0.200	1.518	2009	198	17.юли	2.765	-0.274	0.964	33.429	0.908	0.240
2002	121	1.май	-0.021	0.126	7.401	-0.044	0.217	3.429	2009	199	18.юли	2.175	-0.264	0.977	33.492	0.923	0.238
2002	122	2.май	-0.187	0.004	7.058	-0.414	0.227	2.901	2009	200	19.юли	1.399	-0.255	0.691	31.553	0.942	0.148
2002	123	3.май	-0.356	-0.174	9.358	-1.013	0.041	2.366	2009	201	20.юли	0.834	-0.247	0.467	29.791	0.955	0.144
2002	124	4.май	-0.540	-1.072	9.892	-1.136	0.051	2.439	2009	202	21.юли	0.232	-0.235	0.237	26.021	0.940	0.148
2002	125	5.май	-0.504	-1.741	11.521	-1.364	0.065	1.931	2009	203	22.юли	0.033	-0.298	-0.129	24.140	0.935	0.155
2002	126	6.май	-0.682	-2.161	12.726	-1.432	0.077	1.962	2009	204	23.юли	-0.124	-0.283	-0.235	24.202	0.952	0.115
2002	127	7.май	-0.639	-2.137	11.972	-1.477	-0.098	1.455	2009	205	24.юли	-0.072	-0.265	-0.169	22.247	0.972	0.117
2002	128	8.май	-0.827	-2.530	10.248	-1.600	-0.006	1.506	2009	206	25.юли	-0.100	-0.251	-0.110	21.256	0.978	0.082
2002	129	9.май	-0.789	-2.298	11.480	-1.671	-0.264	1.025	2009	207	26.юли	-0.178	-0.241	-0.072	19.275	0.974	0.091
2002	130	10.май	-0.763	-2.514	11.893	-1.738	-0.398	0.600	2009	208	27.юли	-0.117	-0.225	-0.026	15.427	0.948	0.060
2002	131	11.май	-0.968	-2.676	11.712	-1.804	-0.382	0.182	2009	209	28.юли	-0.141	-0.201	0.055	14.446	0.955	0.059
2002	132	12.май	-0.951	-2.847	10.774	-1.863	-0.442	-0.226	2009	210	29.юли	-0.187	-0.208	-0.153	12.639	0.962	0.062
2002	133	13.май	-0.946	-2.846	10.961	-1.948	-0.433	-0.970	2009	211	30.юли	-0.129	-0.187	-0.310	10.890	0.967	0.064
2002	134	14.май	-0.940	-2.827	9.209	-1.992	-0.438	-1.247	2009	212	31.юли	-0.126	-0.147	-0.394	10.891	0.971	0.068
2002	135	15.май	-1.147	-3.021	9.034	-2.000	-0.441	-1.235	2009	213	1.авг	-0.184	-0.124	-0.599	10.879	0.977	0.071
2002	136	16.май	-1.133	-2.771	-0.209	-2.021	-0.442	-1.478	2009	214	2.авг	-0.210	-0.115	-0.744	10.890	0.993	0.072
2002	137	17.май	-1.117	-2.749	-12.089	-1.982	-0.365	-1.947	2009	215	3.авг	-0.234	-0.097	-0.754	9.077	1.030	0.075

4. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

Идентифицирането и характеризирането на хидрологичните засушавания са от решаващо значение за оценка на наличните водни ресурси и тяхното управление.

Надеждните методи и индекси играят жизненоважна роля в мониторинга и прогнозирането на условията на суша. Необходими са непрекъснати изследвания и сътрудничество за справяне с предизвикателствата, породени от изменението на климата. Възникващите краткосрочни дефицити (по-къси от сезон, но бързо развиващи се), също могат да бъдат определени като засушавания и третирани във фиксирана точка в пространството.

Характеризирането на засушите и извършването на честотен анализ, позволява разработване на стратегии за смекчаване на ефекта от сушите и гарантиране на дългосрочната устойчивост на речните системи. Това е от решаващо значение за оптимизиране на система за ранно предупреждение, която проследява, оценява и предоставя подходяща информация за климатичните, хидрологичните и водостопански условия и тенденции. Тези изследвания са ценни за установяване на кръговрата на сухите периоди и оценка на въздействията и последствията от екстремни минимални засушавания през сухия сезон и тези от екстремни дефицитни засушавания през влажния сезон.

Трябва да се вземе предвид, дали явлението се дължи на негативни ефекти действащи едновременно (малко валежи, висока температура и др.) или е част от каскаден (верижен) тип екстремни явления (гореща вълна водеща до изсъхване на почвата, горски пожари, загуба на реколта, недостиг на храни, влошено здраве и т.н.), а също така дали не възниква поради неправомерни водовземания или загуби по ВиК системата.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторите изказват своята благодарност на НИМХ за предоставените хидроложки редици с дневни данни.

ЛИТЕРАТУРА

- Ilcheva, I., Dimitrov Y., Yordanova A., Ljubenova K., Drumeva G. (2022), Approach and Indicator System for Prolonged Drought Identification in Bulgaria. – Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology, 26(2), 10-21.
- Rossi, G. (2011), Drought Risk for Water Supply Systems Based on Low-flow Regionalisation. – Ph.D. Thesis, Department of Architecture, Civil Engineering and Environmental Sciences University of Braunschweig, Institute of Technology and University of Florence and Faculty of Engineering.
- Tallaksen, L.M., van Lanen H. A. J. (eds) (2004), Hydrological Drought. Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. Hydrology and Environmental Hydraulics WIMEK. Development of Water Science, Vol. 48, Elsevier.