

ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ – СОФИЯ

Юбилейна приложна научно-техническа конференция
„65 години Хидротехнически факултет и 15 години немскоезиково обучение”

6–7 ноември 2014
6–7 November 2014

International Jubilee Conference
„65th Anniversary Faculty of Hydraulic Engineering and 15th Anniversary Hydraulic Engineering in German”

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY – SOFIA

XLVII ^{том}
vol.

2014

св.
fasc. I-A

ОЦЕНКА НА УЯЗВИМОСТТА НА ВОДНИТЕ РЕСУРСИ И УПРАВЛЕНИЕ НА ХИДРОЛОЖКОТО ЗАСУШАВАНЕ ПРИ КЛИМАТИЧНИ СЦЕНАРИИ

Д. Георгиева¹, И. Илчева²

Ключови думи: оценка на уязвимостта, климатични промени, водностопански системи, индекси на хидроложко засушаване, недостиг на вода, мерки за управление при засушаване, управление на хидроложкото засушаване

Научна област: хидрология, водоснабдяване

РЕЗЮМЕ

Анализът на климатичните промени и идентифицирането на уязвимите за водоснабдяването райони са пряко свързани с Плановете за управление на речни басейни. Статията представя методичния подход и системата от индекси за оценка на уязвимостта на водните ресурси и управление на хидроложкото засушаване при различни климатични сценарии и различно бъдещо потребление на вода. Представени са резултати от международните проекти "Влияние на климатичните промени върху водоснабдяването (Climate Change and Impacts on Water Supply – CC_WaterS) и неговото продължение "Смекчаване на уязвимостта на водните ресурси при климатични промени" (Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change – CC-WARE). Въз основа на разработения подход и на система от индекси за оценка на уязвимостта (индекс на експлоатация WEI, индекс на недостига на вода WSHI, индекс на надеждността) е извършен анализ на уязвимостта и риска при засушаване и климатични промени. В статията е представена рамка за управление на въздействията на хидроложкото засушаване при различни нива на планиране – стратегическо, тактическо и спешност. Методиката се основава на идентифицирането на уязвимите при засушаване райони; оценка на риска за недостига на вода при водностопанските системи; разработването на дългосрочни и краткосрочни стратегии за управление в условия на засушаване и избор на алтернативни мерки.

¹ Денислава Георгиева, инж. докторант, НИМХ, бул. „Цариградско шосе“ № 66, София,
e-mail: georgievadenislava@gmail.com

² Ирена Илчева, доц. д-р инж., НИМХ, бул. „Цариградско шосе“ № 66, София,
e-mail: ireniwp@yahoo.com

1. Въведение

Водните ресурси са под нарастващ натиск от промяната на климата и земеползването. Резултатите от глобалните и регионални климатични модели потвърждават, че тези тенденции ще продължат, влияейки върху водните ресурси и водопотреблението (IPPC, 2011). В редица региони на Южна Европа и Средиземноморието се наблюдава недостиг на вода дори за приоритетни потребители като питейното водоснабдяване и нуждите на околната среда.

Процесът на планиране, в контекста на климатичните промени, трябва да бъде най-мощният механизъм за постигане на баланс между наличните водни ресурси и нуждите от вода, и управление на риска от наводнения и засушаване (River Basin Management in a Changing climate, CIS 2009) [23].

Предстои разработването на Планове за управление при недостиг на вода и засушаване като подпланове на ПУРБ. Това разширява целите на Рамковата директива за водите (РДВ) [21]: 1. приоритетно задоволяване на нуждите на хората; 2. Минимизиране на отрицателния ефект върху екологичния статус и количествения статус; 3. минимизиране на отрицателния ефект върху икономиката.

Водният ресурс на даден речен басейн представлява основният компонент на екосистемата, както и на системата за управление на водните ресурси. Нарушаването на оттока поради водоотнемане, експлоатация на хидротехнически съоръжения и климатични промени води до влошаване на състоянието на речните екосистеми. В този смисъл екологичният отток е част от оттока, която не трябва да се отнема.

От друга страна, в условия на засушаване и климатични промени, оценката на уязвимостта и риска за водоснабдителните системи също е приоритет. При това следва да се разработят планове за управление на тези системи.

Според новите насоки на ЕК във връзка с РДВ управлението на язовирите и водностопанските системи е средство за осигуряване на екологичния отток [17, 24].

Управлението на риска от хидроложко засушаване включва три различни нива на управление на водоснабдителните системи – стратегическо, тактическо и спешност, на които съответстват различни планове и свързани с тях действия – фиг. 2. [29, 30]. Т.нар. e-flows (environmental flow), нужни за постигане на доброто екологично състояние (good ecological status, GES), са определени като хидроложкият режим, необходим за постигане на стойностите, посочени за елементите на биологичното качество. Според ЕК e-flows са концепция за управление.

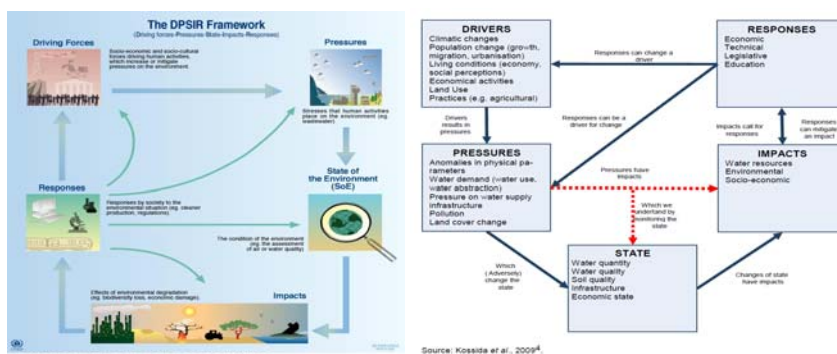
В този контекст управлението на хидроложкото засушаване е свързано с оценката на уязвимостта и риска за водните ресурси и водоснабдителните системи, и в ход за обезпечаване на водоснабдяването и екологичния отток [7, 8, 12, 26, 29-31].

2. Концептуална рамка за оценка на уязвимостта на водоснабдяването и управление на хидроложкото засушаване

Рискът от недостиг във водоснабдителните системи се отличава от основния риск от засушаване, защото недостигът на вода е резултат от дисбаланс във водоснабдяването и нуждата от вода, което се дължи на метеороложки фактори, но е повлияно и от други променящи се във времето фактори като водопотребление, инфраструктура и стратегии за управление [29, 30]. Трудно е да се оцени ефективността на мерките за управление, защото е свързана с присъщата на явлението „недостиг на вода“ сложност и въздействието на естествени и антропогенни фактори. Това

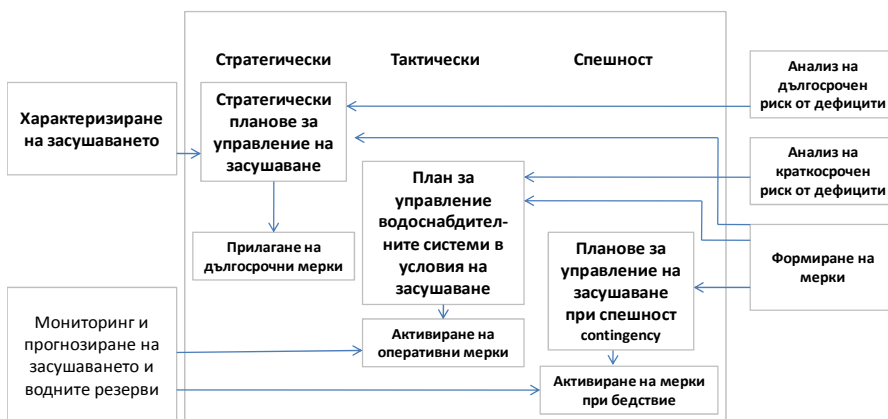
взаимодействие между природните и социално-икономическите фактори е в основата на разработения подход – фиг. 1 (Drivers-Pressure-State-Impact-Response, DPSIR). Основните движещи сили са: изменението на климата, демографското развитие, водопотреблението, земеползването и качеството на водните ресурси и пр. [18, 19, 20].

В този контекст концепцията за хидроложко засушаване е по-дискусионна от тази за „метеороложкото“ [30, 31]. Може лесно да се стигне до консенсус, че метеороложкото засушаване е „временно силно намаление на валежите (в сравнение с нормата), обхващащо значителна част от времето и пространството и е природно явление (COM(2007)).



Фиг. 1. Система от индикатори за недостига на вода и сушите

Анализът на разпределението на водните ресурси, чрез водностопански системи и язовири, водностопанските/водни баланси (вкл. на ниво речен басейн) са средство за идентификация на постоянни (недостиг на вода) и временни дефицити [21, 22].



Фиг. 2. Планираща рамка за управление на хидроложкия риск (Rossi et al., 2008) [30]

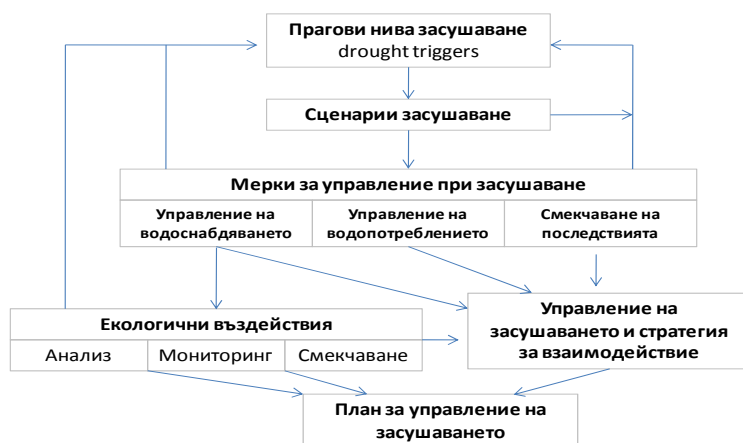
Според резултатите от анализа се разработват съответни дългосрочни стратегически мерки или краткосрочни мерки – фиг. 2. и фиг. 3[12, 21, 22, 26, 29, 30]:

Стратегическите планове при засушаване трябва да са включени в ПУРБ. Разработването им изисква: идентификация на уязвимите райони, оценка на риска от дефицит във водностопанските системи, отчитане на приоритетите при разпределяне

на водните ресурси между потребителите, гарантиране на водопотреблението (индексите на надеждност), дефиниране на дългосрочни мерки, избор на алтернативи.

Тактическите планове при засушаване съдържат: дефиниране на индикатори и техните прагови стойности за определяне на нормални, предупредителни и аварийни условия по отношение на засушаването за дадена водостопанска/водоснабдителна система; дефиниране на дългосрочни и краткосрочни мерки;

Плановите при извънредни ситуации на засушаване включват: координация на действията и краткосрочни мерки за смекчаване на последствията.



Фиг. 3. Компоненти на план за управление на водоснабдяването в условия на засушаване

При мерки, свързани с водоснабдяване, се оценяват екологичните въздействия – фиг. 3. На това място в разработения методичен подход се прилага концепция за оценка и обезпечаване на екологичния отток. Разработват се мерки (фиг. 2 и фиг. 3)[12, 21, 26]:

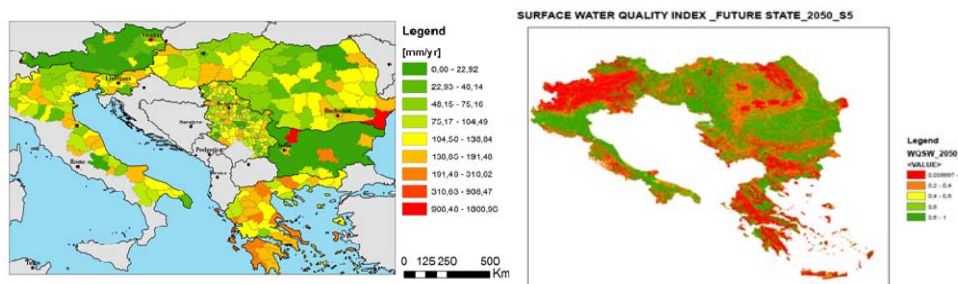
1. Според възприетата стратегия за действие: мерките касаят управление на водопотреблението, управление на водоподаването или смекчаване на въздействията.
2. Според нивото на риск и времевата рамка мерките са: дългосрочни (стратегически) и краткосрочни (тактически) и при спешност.
3. Според засегнатите сфери и сектори: касаят водоснабдяването, земеделието и др.

3. Методичен подход за оценка на уязвимостта и управление на хидроложкото засушаване при климатични промени

Методичният подход се разработва в рамките на международни проекти като Climate Change and Impacts on Water Supply (“Климатични промени и влиянието им върху водоснабдяването” – CC_WaterS), 2012 г. и неговото продължение Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change – CC_WARE [18–20]. Транснационалното сътрудничество в рамките на CC-WaterS е в създаването на общи методологии и инструменти за оценка на влиянието на климатичните промени върху налич-

ните ресурси и водоснабдяването. В рамките на CC_WARE се разработват методики за оценка, картиране и смекчаване на сегашната и бъдещата уязвимост. Методиките са разработват на транснационално и на национално ниво.

Уязвимостта е степента, до която една система е податлива или неспособна да се справи с неблагоприятните последици от климатичните промени, включително екстремни явления (IPCC, 2003 г.). Когато тенденция на намалени валежи и отток съвпадне с тенденция на увеличено водопотребление или влошено качество на водата, даден регион или водоснабдителна система може да са уязвими в бъдеще [23].



Фиг. 4. Карта на водопотреблението и на качество на повърхностните води за 2050 и сценарий 5 за CLC (работен вариант)

На тази база се разработват карти на уязвимостта на водоснабдяването (чрез WEI). Анализират се сценарии: 1961–1990 – базов, настояще 1990–2020 г., сценарий 2020–2050 г., отчита се сезонността (лято/зима), както и 5 сценария на промяна на земеползването. За целта картите CORINE Land cover – CLC (2006) са трансформирани в бъдещи карти съобразно сценариите на Европейската агенция по околна среда (European Environment Agency, 2012) – фиг. 4.

Методиката за оценка на уязвимостта включва шест етапа [6, 10, 15, 16, 17, 22, 23]. Решението може да се даде на транснационално ниво, национално ниво, ниво речен басейн, подбасейн, водоснабдителна система или язовир.

1. Първи етап. Моделиране и оценка на климатичните фактори и сценарии

На този етап се оценяват климатичните сценарии при различни времеви хоризонти. Климатичните симулации в проекта CC_WaterS са извършени с климатичния вариант на числения модел АЛАДИН (НИМХ-БАН). Изчислени са климатични индекси на засушаване: индекс на De Martonne, UNEP Aridity Index, Seasonality index пр. [16, 26].

2. Втори етап. Оценка на тенденциите на изменение на водните ресурси при различни сценарии за изменение на климата

Оценяват се водните ресурси за базовия период, настоящето бъдещето при отчитане на въздействието на климатичните промени.

За оценка на водните ресурси при климатични сценарии са приложени два модела за воден баланс [1, 2, 26]: за оценка на месечния воден баланс на USGS и модел на НИМХ. Вторият е GIS базиран и се основава на водобалансовото уравнение

$$R = P - AET,$$

където R [mm] е повърхностен отток; P [mm] валеж; AET [mm] е реалната евапотранспирация.

Ползват се и редици на естествения отток, моделирани редици или извадки за критични периоди (дългосрочно 30–40 години, или краткосрочно) [12, 13, 29, 30]. Анализират се минали засушавания. Структурират се сценарии „засушаване”.

3. Трети етап. Графична схема на използване на водните ресурси в речния басейн

Съставя се GIS базирана графична схема на използване на водните ресурси. На нея се нанасят водоползвателите, водоснабдителните системи, прехвърлянето на води от и към други поречия, възвратните води, отчита се изградената инфраструктура и придобити водни права, участъци за екологични количества и пр. [22, 23] – фиг. 6.

4. Четвърти етап. Оценка на настоящето и бъдещото водопотребление

Водопотреблението включва нуждите от вода за напояване, питейно-битовото и промишлено водоснабдяване, екологичен отток, вкл. за защитени зони пр. [4, 7, 22] **E-flow и концепция „допълване” (compensation) за обезпечаването му.**

Екологичният отток е свързан с допустимото нарушаване на режима на оттока. Според ЗВ и Заповед NoРД-1383/2003 г. на МОСВ той е 10% от средното многогодишно количество (естествен отток) и не по-малко от минималното месечно с 95% обезпеченост. В проектите CC_WaterS, CC-WARE е приета предложената от българския екип методология за оценка на нуждите от вода на водните екосистеми, вкл. в условия на климатични промени [5, 28, 15].

Като целеви показател се прилагат и индексът на недостиг на вода WEI+, WEI_p% или както в [6, 8, 19], се анализират магнитута и честотата на недостига при водни количества Q₉₅, Q₇₀ и пр.

Разработената “концепция за компенсирането” се прилага за управление и обезпечаване на екологичния отток [7, 12, 26, 31]. Постигането на баланс между водоснабдяването и екологичния отток е многокритериална задача [7, 12, 26].

5. Пети етап. Оценка на уязвимостта и риска за водоснабдяването при различни климатични сценарии, сценарии „засушаване” и различно водопотребление

Съпоставят се наличните водни ресурси (сега и при различни сценарии) със сегашното и бъдещото водопотребление, което позволява да се изляват дефицитите. Прилага се имитационен модел (SIMYL) и система от индекси. За целта графичната схема се представя чрез насочен граф и система от възли и дъги.

Недостигът на вода и уязвимостта се оценяват чрез съотношението: водоотнемане – ресурс и водопотребление – водоснабдяване.

Обосновка на Система от индекси за оценка на недостига на вода:

– Индекси на използване на водните ресурси WEI (Water Exploitation Index)

Индексът (WEI) се дефинира като отношение на годишно иззета вода към средномногогодишния воден ресурс. Той илюстрира натиска на водовземането върху наличния пресен воден ресурс. Изчислява се по различни формули, като в CC_WaterS

са предложени три израза за определянето му (чрез възобновяемите водни ресурси, със и без отчитане на екологичния отток):

$$WEI = USE/CWR, \quad (1)$$

където *USE* е иззетата/или използвана вода, а *CWR* е възобновяемият воден ресурс.

Индексът е с редица насъвършенства. Подобрена версия е предложеният от Експертната група по недостиг на вода и засушаване индекс **WEI+**:

$$WEI+ = (\text{водоотнемане} - \text{възвратни води}) / \text{възобновяеми водни ресурси}. \quad (2)$$

При оценка на възобновяемите ресурси се отчита и промяната на естествените (ΔS_{nat}) или изкуствените регулиращи обеми (ΔS_{art}).

Експериментите ни показват, че прилагането само на индекса WEI и неговите модификации (WEI+, WEI_{eco}) не е достатъчно, за да се оцени вярно недостигът на вода, уязвимостта и рискът за водоснабдяването и екологичния отток [8, 12, 26]. Принос на България е обосновката и картирането на системата от индекси за оценка на уязвимостта, като WEI се изчисляват съвместно с т.нар. индекси за анализ функционирането на BC (индекс на водния дефицит WSHI, обезпеченост, индекс на надеждността и др.) [26].

– Индекс на дефицита WSHI

В проекта CC_WaterS се препоръчва уязвимостта на водоснабдяването за реки и язовири да се оцени и чрез индекса на дефицита (WSHI). Изчислен за водоснабдителните системи, WSHI оценява обезпечеността на водопотреблението. Изчислен за реката, той оценява обезпечеността на екологичния отток.

Характерно за България е неравномерното разпределение на оттока в пространството и времето, което е наложило големите градове и водопотребители да се обвържат с комплексни водностопански системи (BC), язовири, каскади, събирателни деривации и прехвърляне на води от един водосбор в друг.

Съгласно дадените дефиниции и насоки, за да се оценят правилно индексите WEI+, WSHI, обезпеченост и надеждността е необходима разработената в етап 4 графична водностопанска схема и имитационното моделиране на водоразпределението от етап 5. Само така при сложни системи, каквато е схемата на фиг. 6, при които наличният ресурс е резултат от управление на системата, може вярно да се изчислят индексите WEI+. Това се изисква и от експертната група WS&D, според която WEI+ трябва да се прилагат съвместно с други индекси на недостига и да се търси корелация с възникналите дефицити в речения басейн.

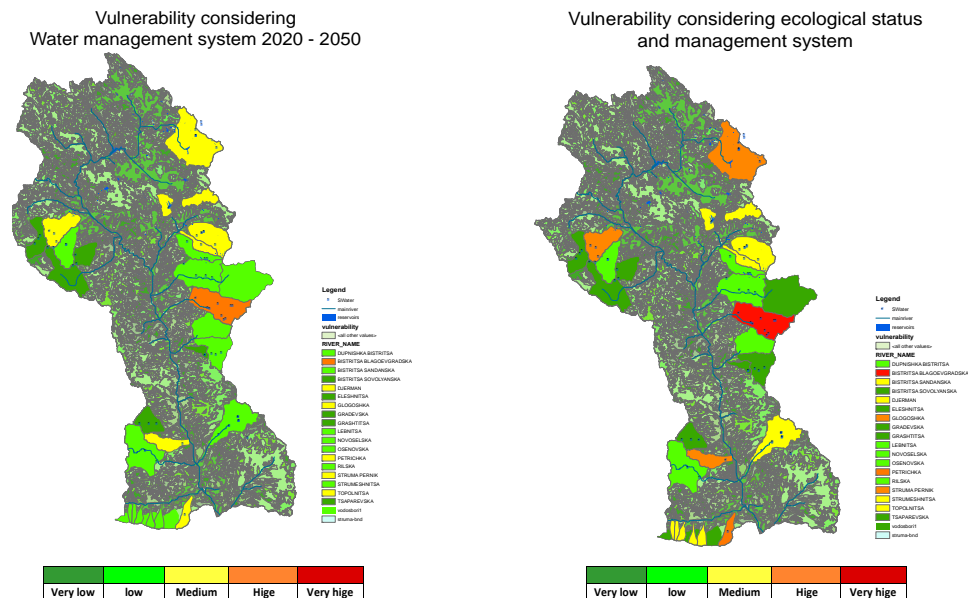
6. Шести етап. Анализ и формиране на мерки за превенция и адаптация

Предложен е подход за формиране на стратегически, тактически и оперативни планове и мерки [10, 22, 23]. Подходът и мерките са описани в т. 2 (фиг. 2. и фиг. 3).

4. Приложение на подхода

В рамките на проект CC_Waters е анализирано влиянието на климатичните промени върху водните ресурси на поречието Струма. На фиг. 5 е дадена съпоставка на WEI при различни сценарии. В случая WEI не дава реална представа за недостига на вода, защото показва нисък стрес въпреки множеството оценени дефицити.

Обратно е при случаи като Кюстендил и Благоевград, които се водоснабдяват на течащи води. При тях индексът WEI дава занижени стойности на уязвимостта.



Фиг. 7. Картиране на WSI с отчитане на водностанопанската система и екологичния статус [26]

Разработен е подход за отчитане на екологичния статус и идентификация на т.нар. *критични участъци*, при които има недостиг на вода за приоритетни потребители (екологичен отток и питейно водоснабдяване), а дефицитите се задълбочават при засушаване и климатични сценарии. При тях се отчита рискът за целите на РДВ чрез интегриран индекс на уязвимостта – фиг. 7.

В разработения модел на поречие Струма са предвидени възли за анализ на различни мерки вкл. тези от ПУРБ на БД „Западнобеломорски район”: яз. „Ракочевица“, яз. „Кюстендил“, нови схеми – яз. „Никудин“ и др. (стратегически мерки). Анализира се обезпечаването на екологичния отток, разработен е диспечерски график на яз. „Дяково“ и др. (тактически мерки) [26].

5. Обобщение и изводи

Разработени са концептуална рамка и методичен подход за оценка на уязвимостта и риска на водоснабдяването и управление на хидроложкото засушаване при различни климатични сценарии и различно бъдещо потребление на вода. Методиката се основава на идентифицирането на уязвимите при засушаване райони; оценка на риска за недостига на вода при водностанопанските системи; разработване на дългосрочни и краткосрочни стратегии за управление и избор на алтернативни мерки.

Методиката се развива на транснационално и национално ниво в рамките на проекти: *Climate Change and Impacts on Water Supply* и *Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change*. Приложена е за поречието на Струма.

Обоснована е необходимостта от съвместно прилагане на индексите на недостиг на вода (WEI, WEI+) и Система от индекси за анализ на функционирането на ВС. Съгласно изискванията на експертната група WS&D е извършена оценка на WEI, WEI_{есо} и др. съвместно с индексите на дефицита WSHI и надеждността, с цел оценка на взаимовръзката и корелация с очакваните дефицити в речния басейн.

Графичната схема и анализът на функциониране на водностопанските системи и язовирите чрез имитационен модел (SIMYL) отчитат прехвърлянето на води, работата на язовирите, възвратните води и са нужни за вярното изчисляване на WEI+.

Разработена е методика за картиране на уязвимостта по WSHI, за отчитане на екологичния статус и идентифициране на критични участъци. Представената рамка за управление на хидроложкото засушаване дава възможност за формиране на мерки при различни нива на планиране – стратегическо, тактическо и спешност.

Разработката и част от резултатите са докладвани пред БД „Западнобеломорски район“. Анализът на климатичните промени, идентифицирането на уязвимите райони и разработените мерки имат пряко отношение към Плановете за управление на речни басейни и тяхната предстояща актуализация.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балабанова, Сн. Оперативно хидроложко моделиране на речния отток и ресурсни оценки с приложение на ГИС. дисертация, НИМХ – БАН, 2010.
2. Балабанова, Сн., И. Илчева и кол. Оценка на тенденциите на изменението на водните ресурси, при различните сценарии за изменение на климата – пилотна оценка за поречието на р. Струма. Споразумение с МОСВ, 2012.
3. Зарбова, К. и кол. Оценка на някои екологически изменения при нарушаване режима на речния отток в поречието на Янтра и Осъм. НВИЦ на КОПС, С., 1989.
4. Захариева, В. Математически модел за определяне на оводнителното водно количество. Годишник на УАСГ, том ХLI, свитък “Хидротехника” 2003/04 С., 2004.
5. Генерални схеми за използване на водите в районите за басейново управление на Р България. ИВП, сега НИМХ – БАН, по договор с МОСВ, 2000.
6. Илчева, И. и кол. Използване на водите и водностопански баланс на поречие Струма. ИВП, сега НИМХ – БАН, по договор с МОСВ, 2006.
7. Илчева, И. Анализ на възможностите за обезпечаване на екологичния отток в реките. сп. Водни проблеми, БАН, кн. 37, 2008.
8. Маринов, Ив. и кол. Климатични промени и влиянието им върху горските екосистеми и водните ресурси във водосбора на река Струма. ISBN: 978-954-395-081-2, 2012.
9. Методика за съставяне на водностопански баланси на речни басейни. Договор на ИВП (сега НИМХ) с МОСВ, 2004.
10. Няголов, И. и кол. Оперативни воднобалансови оценки. Споразумение с МОСВ 2011-2014 г., под ръководството на проф. Д. Димитров.
11. Няголов, И. и кол. Методика за разпределение водите на язовирите. МОСВ, 2004.
12. Няголов, И., И. Илчева, А. Йорданова, Д. Георгиева. Управление на водностопанските системи на дунавските притоци при екстремни условия. Ден на Дунав, НТС, 2013.
13. Няголов, И., И. Илчева, А. Йорданова. Язовирите за питейно-битово водоснабдяване в условията на климатични промени. Конференция "Язовирното

- строителство – фактор за устойчиво развитие на водния сектор", УАСГ, 8 Ноември, 2013.
14. Няголов, И., А. Йорданова, И. Илчева, Хидроложки и водностопански изследвания при надграждане на язовирни стени и избор на управленска стратегия. "24 международна научна конференция, 70 години Съюз на учените в България", Ст. Загора, 5-6 юни 2014.
 15. Йорданова, А. Моделиране на речния отток с помощта на периодичен ARMA модел. сп. Водни проблеми, кн. 2, 2003.
 16. Alexandrov, V., V. Spiridonov. WP3. *Climate Change, Project, CC_WaterS, 2012.*
 17. Acreman et al., *Environmental flow from dams: the water framework directive, Engineering Sustainability, 162.*
 18. CC_WaterS, WP4 – Availability of water resources, 2012, SEE.
 19. CC_WaterS Monograph, 2012, Editor R. Koeck, April 2012, SEE.
 20. CC-WARE, Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change, SEE, principal partner in the project – the Executive Forest Agency, 2014.
 21. Drought Management Plan Report Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects, Technical Report – 2008 – 023.
 22. Drought Management Guidelines 2007, European Commission (MEDROPLAN)
 23. Guidance document N24 River Basin Management in Changing Climate, CIS for the WFD (2000/60/EC), Technical Report – 2009 – 040, EC, 2009.
 24. Guidance on environmental flow releases from impoundments to implement the water framework directive, Project WFD82, 2008.
 25. Ilcheva I., I. Niagolov, T. Trenkova, 2008. Aspects of the Integrated Water Resources Management of the Struma River Basin. BALWOIS, 27–31 May, 2008, Ohrid, Macedonia.
 26. Marinov, I., V. Spiridonov, I. Niagolov, I. Ilcheva, Sn. Balabanova, K. Nikolova, A. Yordanova, A. Bogachev, V. Zaharieva, D. Geoergieva, E. Velizarova, G. Popov, 2014. CC-WARE Project, Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change. SEE, 2014.
 27. Niagolov, I. et al. Analysis of climate change impact on water resources in the Struma river basin. BALWOIS 2012 – Ohrid, R. Macedonia – 28 May, 2 June 2012.
 28. Niagolov, I., I. Ilcheva, A. Yordanova, V. Raynova. MANAGEMENT OF COMPLEX RESERVOIRS UNDER EXTREME CONDITIONS. Journal of International Scientific Publications: Ecology and Safety, 2014, Volume 8, ISSN 1314-7234.
 29. Rossi, G., V. Nicolosi, A. Cancelliere, 2008. RECENT METHODS AND TECHNIQUES FOR MANAGING HYDROLOGICAL DROUGHTS. Options Méditerranéennes, Series A, 80.
 30. Rossi, G., A. Cancelliere, 2012. Managing Drought risk in water supply systems in Europe: a Review. International Journal of Water Resources Development.
 31. Zaharieva, V., I. Niagolov, I. Ilcheva, 2012. Determination and provision of ecological river flow in case of climate changes. BALWOIS 2012 Ohrid, R. Macedonia – 28 May, 2 June 2012.

ASSESSMENT OF WATER RESOURCES VULNERABILITY AND HYDROLOGICAL DROUGHT MANAGEMENT UNDER DIFFERENT CLIMATE SCENARIOS

D. Georgieva¹, I. Ilcheva²

Keywords: vulnerability assessment, climate change, water supply, hydrological drought indices, water scarcity, mitigation measures, hydrological drought management

Research area: hydrology, water supply

ABSTRACT

Climate change analysis and identification of vulnerable areas for water supply are directly related to River Basin Management Plans. The report presents the methodological approach and system of indexes for assessment of water resources vulnerability and hydrological drought management under different climate scenarios and different future water consumption. The results from international projects "Climate Change and Impacts on Water Supply" (CC_WaterS) and its current continuation "Mitigating Vulnerability of Water Resources under Climate Change" (CC-WARE) will be presented. Based on the developed approach and implementation of a system of indices to assess the vulnerability (water exploitation index WEI, water shortage index WSHI, reliability indices), an analysis of risk for drought and climate change was accomplished. In the paper a planning framework for managing the impacts of hydrological drought divided into strategic, tactical and emergency levels is described. The methodology is based on identification of drought-vulnerable areas; estimation of water-shortage risk in water resources management systems; definition of appropriate long-term and short-time actions to drought management and selection of alternative measures.

¹ Denislava Georgieva, PhD student, NIMH, 66 Tzarigradsko shose Blvd., Sofia,
e-mail: georgievadenislava@gmail.com

² Irena Ilcheva, Assoc. Prof. Dr. Eng., NIMH, 66 Tzarigradsko shose Blvd., Sofia,
e-mail: ireniwp@yahoo.com