

## ЗАСУШАВАНЕ – ПОЛИТИКИ И МЕРКИ В ХИДРОЛОЖКИ АСПЕКТ

*Мила Чиликова-Любомирова*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Независимо от дългогодишните спорове дали в наши дни сме свидетели на климатични изменения, или на определен тип цикличност, факт е, че все по-често наблюдаваме различни нетипични явления, свързани с климата. В това отношение трябва да се подчертае ролята на Междуправителствената комисия по климатични изменения (IPCC) и нейната връзка със създаването на политиките, свързани с изменението на климата. За основополагащи документи по отношение политиките на страната ни може да се считат: Рамковата конвенция на ООН по изменение на климата (РКООНИК), Протоколът от Киото и Допълненията от Доха (Doha Amendment of the Kyoto Protocol), Whitepaper, Третият национален план за действие по изменение на климата за периода 2013–2020, предстоящият Проект за ограничаване на изменението на климата, Законът за опазване на околната среда и законодателството, свързано с емисиите на парникови газове – Регламент 601/2012/ЕО на Комисията и др. За предприемане на конкретни стъпки от изключително значение е надеждното идентифициране на протичащите процеси. В тази насока в рамковите документи (Guidance document № 24) се предлагат следните възможни стъпки по отношение отчитането и предприемането на мерки, свързани с климатичните изменения и засушаването в частност:

- Изследване на сигналите за климатични изменения чрез установяване на единна рамка, позволяваща надеждна оценка на протичащите процеси;
- Анализ и оценка на минали явления;
- Проучване на степента и местата, в които климатичните изменения могат в най-силна степен да се проявят;
- Мониторинг на измененията в т.нар. референтни точки;
- Прогнозиране на явлението;
- Предприемане на конкретни мерки във връзка намаляване на очакваните въздействия.

Важно е да се отбележи, че освен мерките по отношение на емисиите на вредни вещества и парникови газове в атмосферата все по-голямо внимание се

обръща и на измененията в климата, свързани със земеделието и водите, като се анализират и причините и последствията, пораждащи екстремни явления, като резултат от изменението в климата. За условията на Р. България от особена важност в тази насока са проявите на наводнения и засушаване.

По литературни данни (А л е к с а н д р о в, 2011) в страната ни през ХХ-то столетие могат да се определят три периода с по-продължителни и силни атмосферни засушавания: 1902–1913 г. с около 20 % сухи години, 1942–1953 г. – около 40 %, и 1982–1994 г. – около 50 % сухи години, като за изключително сухи по отношение на валежите са отбелязани и 1945 г. и 2000 г. Но дали тези заключения дават основание да се приемат като тенденции за бъдещо проявление, може да се съди по резултатите от развитието на изследванията, свързани с историческите анализи на явлението и развитието на проекции и сценарии по отношение на бъдещо проявление на климата.

Подобни изследвания изискват максимално правдоподобно описание на процеса, като освен валежа от особена важност е допълнителното изясняване и анализиране на останалите аспекти на проявата на засушаването. Във връзка с това целта на настоящата работа е да се представи подход за изследване и регистриране на явлението засушаване в хидроложки аспект с възможност за реално приложение в практиката, по-конкретно при системите за мониторинг. Такъв тип системи служат за идентифициране на явлението в реално време и чрез надграждане може да функционират като системи за вземане на решения. Приложението им освен в борбата с негативните последици от засушаването е от изключителна важност и по отношение развитието на проекции и сценарии, свързани с прогнозирането на бъдещи събития, породени от това явление. Посоченият подход е насочен към подпомагане дейностите на Дирекциите за управление на речни басейни и МОСВ и може да служи като база при едно бъдещо развитие на Планове за управление на засушаването (Drought Management Plans) и Оценка на риска от засушаване.

## ДЕФИНИРАНЕ И СЪЩНОСТ НА ЯВЛЕНИЕТО ЗАСУШАВАНЕ

Продължителен безвалежен период със съпътстващи го повишена температура, намалена влажност, повишена евапотранспирация и изпарения; дефицит на почвената влажност с проявление на сух коренообитаем почвен слой и нарушен воден баланс в почвата, с влияние върху развитието на растенията и техните добиви и условията за развитие на организмите в почвата; отчетливо намаление на водните ресурси – повърхностен и подземен отток, намалено подхранване на язовири, водоеми и влажни зони със съпътстващи ги въздействия по отношение на природата, екосистемите и хората; пряко отражение на недостига на вода върху водоснабдяване, водопотребление, напояване, воден транспорт, електропроизводство и др. – така най-общо може да се очертаят основните характеристики на засушаването.

Съществуват и други определения на това явление. То може да се дефинира като продължително и регионално намаление на стойностите на компонентите на водния цикъл спрямо средните за района – валежи, речен отток, подземни води, почвена влажност, естествен снежен запас и др. Засушаването е процес,

който се проявява в различна степен при различни условия. То може да се наблюдава в райони, характеризиращи се с обилни валежи, но и в райони, където валежите са оскъдни, като на практика влиянието му се асоциира с различни аспекти, проявяващи се в различна степен както времево, така и пространствено (Алексадров, 2011; Hisdal, Tallaksen, 2000; Veran, Rodier, 1985).

В световната практика съществуват редица изследвания за същността и възможностите за намаляване на въздействията, свързани с проявата на засушаването. Във връзка с това са се наложили различни концепции по отношение на процеса. Най-често засушаването се възприема като естествена, периодично повтаряща се специфика на климата. Общо се разглежда като установено устойчиво, регионално и екстензивно намаление на наличния воден ресурс под средните стойности, свързана с компонентите на водния цикъл под формата на валежи, речен отток, подпочвени води, почвена влажност и др. (Алексадров, 2011; Hisdal, Tallaksen, 2000; Veran, Rodier, 1985), като на практика съществуват два основни подхода за дефиниране на процеса:

- Концептуална дефиниция (най-общо и популярно описание), представяща процеса като продължителен период на дефицит на валежа, с директно въздействие върху земеделската продукция и намаляване на добива;

- Оперативна дефиниция, свързана с практическите проявления на процеса в пространствен и времеви аспект, характеризиращи го по категории, отчитайки спецификите на всяка категория, като в зависимост от целите най-често се срещат следните категории засушаване:

- Метеороложко засушаване: характеризира се с продължително наблюдавани в определен район занижени стойности на валежите, съпроводени с повишена температура, слънчева радиация, намалена влажност в атмосферния слой и др., водещи до повишаване на евапотранспирацията и намаление на оттока, инфилтрацията и подземните води.

- Почвено засушаване: асоциира се с продължителен период с установени занижени стойности на почвената влажност, с възможност за негативно влияние върху растенията по отношение на физиологичното им развитие, като в резултат да се получат понижена биомаса, намалени добиви, влошено качество на продукцията и др. Понякога този тип (или агрозасушаване) се представя като засушаване на почвената влажност, като по този начин се дефинира в много европейски практики, например от European Drought Observatory, JRC.

- Хидроложко засушаване: асоциира се с установени намалени стойности на повърхностния и/или подземния воден ресурс, което води до намалено подхранване на водоеми, езера, язовири и влажни зони, предразполагащи към определени негативни въздействия по отношение на околната среда, екосистемите, хората и свързаните с тях сектори – Водоснабдяване, Промисленост, Транспорт, Енергетика и др.

В практически план, за справяне с предизвикателствата по отношение на по-специфични проблеми, отнасящи се до изследване на взаимовръзката между отделните категории в практиката, са се обособили и по-специфични категории, представляващи комбинация от въздействията на тези три основни вида засушаване:

- Почвено-атмосферно засушаване – изследващо взаимовръзката между протичащите климатични и атмосферни процеси и въздействието им върху от-

глежданите в съответния район агрокултури, с акцент към адаптиране към възможни бъдещи промени;

– Хидроложко, с отношение към земеползването – целящо установяване връзката и въздействията, свързани с промените в земеползването, деградацията на почвите и обезлесяването и изграждането на язовири, влажни зони и др., основни фактори за промяна на хидроложките характеристики на всеки речен басейн и свързаните с това последици.

– В практиката се разглежда и социално-икономическият аспект на последиците от засушаването, като може да се приеме като механизъм за оценка на въздействията от изброените видове засушаване, свързани с намаленото наличие на водни запаси и негативното му влияние върху обществената и стопанския живот в страната или на отделна територия.

– Това категоризиране доказва основната специфика, че между посочените процеси съществува силна взаимна връзка. За пример може да се посочи как в условията на засушаване степента на евапотранспирация зависи от температурата на въздуха, като същевременно е в пряка връзка и оказва влияние върху наличната почвена влажност. Почвената влажност от своя страна зависи от наличието и количеството на падналите валежи, но успешно може да се регулира чрез напояване – мярка, свързана с използването на наличните водни ресурси. В много случаи липсата на валежи пряко се отразява на наличието и количеството на речния отток и подземни води. В практиката процесите следват логиката на хидроложкия (водния) цикъл, като влияние оказват и общата атмосферна циркулация, атмосферният енергиен баланс, процесите на кондензация и повърхностно изпарение, процесът на евапотранспирация и др. Напълно възможно е различните процеси да съвпаднат по време, интензивност и място на проявление, но може да се проявяват и с голяма инертност един спрямо друг, следвайки спецификите на района на проявление – местоположение, климат, релеф, хидроложки и хидрогеоложки условия, залесеност, агро-мероприятия, наличие на хидромелиоративна мрежа, хидротехнически съоръжения, урбанизираност на района и др., като съществува възможност за външна намеса, изразяваща се в регулиране или смекчаване на въздействията от процеса чрез външна за системата човешка интервенция. В този смисъл при наличие на атмосферно засушаване и предприемане на мерки, свързани с напояване с цел регулиране на водния баланс на почвата, няма как да настъпи почвено засушаване. Но от друга страна, и без външна намеса процесите може да не протичат паралелно, например в период на валежен дефицит да настъпи обилно снеготопене, при което въпреки отсъствието на валеж не е възможно да настъпи хидроложко засушаване.

Изброените по-горе категории за дефиниране на засушаването са популярни и в областта на водното стопанство и управлението на водите, като обикновено се използват за изходна точка при стартиране на изследване на въздействията и предприемането на мерки за смекчаване на тези въздействия. За илюстрация на фиг. 1 (приложение) е представена схема, онагледяваща засушаването по аспекти, с отчитане на въздействията (източник *W i l h i t e*, 2011 и *National Drought Mitigation Centre*, <http://enso.unl.edu/ndmc/enigma/def2.htm>)

Както се вижда, засушаването като явление е изключително многопластово и разнообразно по вид, проявление и интензивност. Това е наложило различни подходи и политики по отношение на изследването му. От една страна, проце-

сът се разглежда по отношение на директното му въздействие. В този смисъл са обособени проучвания по отношение на валежите, почвената покривка, оттока и свързаните с тях въздействия, отчитани и изследвани съобразно конкретните практики, но от друга страна, тези въздействия се отчитат и разглеждат и в дългосрочен план чрез развитието на политиките за оценка на влиянието на климата, особено в частта, отнасяща се до водните ресурси и свързаните с тях сектори.

## ХИДРОЛОЖКО ЗАСУШАВАНЕ

### СЪЩНОСТ И ПОЛИТИКИ

В настоящия труд е отделено по-конкретно внимание на хидроложкото засушаване, за което се срещат различни и нееднозначни трактовки. Обикновено то се дефинира като значимо намаление на наличния воден ресурс, проявяващо се във всичките му форми към определен период от време, свързани с хидроложкия цикъл на и под земната повърхност, визирайки повърхностните и подземните води (B e r a n, R o d i e r, 1985; T a l l a k s e n, L a n e n, 2004, C o d y, F o l g e r, B r o u g h e r, 2009; N a b l a n t i s, 2009). В по-общ план хидроложкото засушаване се разглежда и чрез представените по-горе аспекти, но с уточнение, че това се извършва от хидроложка гледна точка, като целта е предприемане на превантивни или смекчаващи въздействията мероприятия, директно или косвено свързани с определянето на различни хидроложки елементи, характеризиращи процеса на засушаване. В този смисъл много показателен е подходът на T a t e, G u s t a r d (2000) за диференциране на хидроложкото засушаване по отношение на климата, агро-метеорологията, речния отток, подземните води и оперативната дейност.

Осъзнавайки сложността на явлението, независимо от възможните подходи, пътят за справяне с предизвикателствата обикновено следва логичната последователност на проявата на явлението и колкото по-детайлно е изследването, толкова окончателната оценка е по-пълна и обективна, като разширява възможностите за предприемане на смекчаващи мерки.

Политиките и мерките, свързани със засушаването в хидроложки аспект, принципно могат да бъдат обособени в две основни категории:

- Политики и мерки в сектор Води – предмет на тази точка;
- Политики и мерки, свързани с промените в климата, които са посочени в началото на настоящия материал, като тук накратко се акцентира върху възможностите в хидроложки аспект.

За основополагащи документи по отношение политиката във водния сектор и по-конкретно за засушаването в България и в Европа са възприети Рамковата Директива за водите (Директива 2000/60/ЕО) и свързаните с нея законодателни актове и практики, с приложение на идеята за адаптация към климатичните изменения. Тук трябва да се посочат насоките по отношение Плановете за управление на речни басейни и свързаните с тях насоки за адаптиране към климатичните изменения (Guidance document № 24), както и значимият им потенциал във връзка със справяне с предизвикателствата, свързани с водния недостиг и

засушаването, като това е предвидено при разработването на втория и третия цикъл на Плановете за управление на речни басейни. Според изискванията на Рамковата директива за водите и съпътстващите я актове за изработването им е необходимо ясно да се дефинира как е предвидено да се отчетат проекциите по отношение на изменението в климата и засушаването в частност, да се предвиди оценка на натиска и въздействията в програмите за мониторинг и оценка на мерките, нужни за предприемане, като се поставят въпроси относно:

- прилагането на наличната научна база по отношение наводненията и засушаването и неопределеността, свързана с климатичните изменения;
- развитието на стратегии, изграждащи адаптивен капацитет по отношение управление на климатичния риск;
- интегрирано управление и адаптиране към климатичните изменения при управлението на речни басейни с приложение на Рамковата директива за водите;
- адресиране на специфични предизвикателства към бъдещото управление на риска от наводнения, засушаване и воден недостиг.

Изследванията по отношение на недостига на вода и засушаване може да се извършват на национално и/или регионално ниво по водосбори, като в бъдеще работата може да бъде насочена и към изследване на трансграничните въздействия, с цел възможна адаптация и обмяна на опит, който може да бъде споделен между съседите.

В допълнение може да се посочи, че IPCC предлага изработването на стратегии като способност за справяне, адаптиране или възстановяване от въздействията от рисково събитие (в случая – засушаване), а според представените в Ръководство № 24 (Guidance document № 24, 2009) материали в тази насока трябва да се предприемат следните стъпки:

- повишаване на познанията по отношение потенциала от климатичен риск за отделните водосбори;
- повишаване на качеството на данните от мониторинг и обмен на информация по отношение на потребностите на ключови потребители; междусекторно интегриране и партньорство по отношение на работата;
- изграждане на системи за ранно предупреждение, повишаване на информираността;
- повишаване на квалификацията и работния капацитет на специалистите в областта.

Специално внимание се обръща и на необходимостта от мониторинг на процеса в реално време във връзка с високата несигурност по отношение на проекциите, свързани с климатичните изменения.

В хидроложки план е възможно приложението на действащата оперативна хидрометрична мрежа, но както се подчертава в различни документи, от полза би било и прилагането на т.нар. „горещи точки“ за установяване на развитието и причините за естествена уязвимост и въздействия. Това е от особена важност и по отношение на диагностицирането на водния недостиг, като отново може да се обърне внимание на много тясната граница с процеса на засушаване и на факта, че правилният подбор на метод на оценяване на процесите, които в определени случаи може да се припокриват, е от особена важност. Във връзка с това може да се каже, че изготвянето на мониторинговата програма трябва да



следва принципа: случай по случай чрез индивидуален подход за всеки конкретен обект.

Така най-общо може да се очертаят предизвикателствата, свързани с идентификация и управление на засушаването, които поради сложността на явлениято все още са на етап развитие на единна европейска стратегия по отношение на мерките, вкл. идеята за разработването на Планове за управление на засушаването (Drought Management Plans) и Оценка на риска от засушаване, като се стъпва на анализ на опита и практиките, приложими в отделните страни, с обобщение на научните и научноприложните разработки в областта. На общоевропейско ниво това се осъществява от Групата за недостиг на вода и засушаване към ЕК, развиваща основните насоки по отношение на политиките на съюза в областта, като паралелно с това се наблюдава широк спектър от научни и научноприложни разработки, финансирани по европейски и други програми. За подчертаване важноста на проблема тук може да се спомене световният интерес по проблематиката и в хидроложки аспект да се посочи развитието на американската практика (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/Drought/Monitoring>), австралийската практика и др.

#### ОЦЕНКА НА ЗАСУШАВАНЕТО В ХИДРОЛОЖКИ АСПЕКТ

По отношение на хидроложкия аспект на процеса може да се посочи, че неговото изследване е от изключителна важност, дори може да се каже, че поема основна тежест при оценка на явлениято заради необходимостта от идентифициране на реалното състояние на водосборите, отчитането на наличния им свободен воден ресурс и възможността за естествен отговор на системата към въздействията без външна намеса.

Както стана ясно от краткия преглед на политиките и мерките, свързани с изследване на засушаването, все още не съществува единен способ за оценка на явлениято в общ план. В хидроложки аспект са очертани общите насоки за идентификация и оценка на въздействията, като не е утвърден конкретен подход за работа. Във връзка с това, базирайки се на световната практика, в настоящия материал се предлага нов приложим за условията на страната ни подход за оценка на засушаването в хидроложки план с индекси на засушаване, с отношение към методите за намаляване на негативните въздействия. Подходът е приложим за отчитане на пространствено-времето проявление на явлениято, като се характеризира с детайлна еднозначна оценка и надеждност и възможност за директно автоматизирано приложение в практиката.

Надеждно изследване и оценка, отнасящи се до всеки процес, може да се извърши единствено при наличието на ясни и еднозначни критерии по отношение установяването на специфични за процеса признаци. До момента подобен тип оценка е извършвана предимно чрез оценяване на тенденциите (тренда) или чрез анализ за установяването на намаление на количеството на водния ресурс. Но във връзка със засушаването съвсем резонно се поставя въпросът колко точно трябва да е това намаление, за да се приеме, че е настъпило засушаване, и в какви граници е то, за да се прецени дали е „слабо“, „силно“, „изключително“ или др., като се търси връзка с възможността за отчитане на

негативните въздействия по отношение на природата, екосистемите, хората и свързаните с тях дейности.

Всичко това налага разработването на индекси на засушаване, които еднозначно да отчитат настъпването и проявите на явлението, като поставят проучванията на ново по-високо ниво, с възможност за интегрирано изследване на процеса и установяване на причинно-следствените връзки и връзката между различните аспекти по отношение на засушаването. И тъй като изследванията по отношение на физиката на явлението продължават, наблюдаваното развитие и по отношение на индексите в научен и научноприложен план е съвсем резонно. За приложение в практиката се развиват различни по тип индекси, като е възможно и приложението на комбинирани по тип индекси – с цел по-пълно оценяване на процеса.

Разглеждайки засушаването като процес на дългосрочно намаление на водния ресурс, в резултат на намалени валежи, резонно на преден план се поставя въпросът за необходимостта от използването на *хидроложки индекси* за оценка на засушаването. Това са показатели, описващи явлението засушаване от хидроложка гледна точка, като целта им е количествено и/или качествено еднозначно да оценят явлението, да подлежат на мониторинг и да позволяват сравнимост на резултатите, като в случай че настъпи хидроложко засушаване, то да бъде идентифицирано. Основен принцип *при подбора* на хидроложки индекс е възможността резултатите от неговото изчисление да служат на целите, поставени при подбора му. Той трябва да бъде надежден, да оценява вида на въздействието на засушаването и да може да бъде изчислен със съществуващата налична информация, като реалистично пресъздава явлението.

Изследванията в хидроложки аспект пряко се отнасят към повърхностните и подземните води. Във връзка с това всеки хидроложки индекс се базира на солидна научна база, служеща за методична основа за провеждане на изчисленията. В зависимост от целите на изследванията и специфичната методична обезпеченост, на база на наличните данни се преминава към изчисление на количественото проявление на индекса. За получаване на надеждни резултати от голямо значение освен познаване същността на индекса е необходимо и познаване на изследвания обект и избор на най-подходящ възможен подход. Той трябва да е съобразен с физическата същност на изследвания процес и на индекса, като се вземат под внимание спецификите на изследвания район – климат, физикогеографски характеристики, хидроложки и хидрогеоложки условия, залесеност, агромероприятия, наличие на хидромелиоративна мрежа, хидротехнически съоръжения, урбанизираност и др., като се подбере най-подходящата схема и метод за работа.

След като е избран адекватен за случая индекс на засушаване, съгласно методиката му на изчисление се определя неговата стойност, като за целта се набавя необходимата първична информация и се преминава към избраната изчислителна схема. В зависимост от нуждите получените крайни *резултати* от изследванията може да служат за аналитични цели и да бъдат част от системи за мониторинг или вземане на решения, или да служат за оценка на конкретен обект. В първия случай резултатите се представят под формата на доклади, в които се прави анализ и обобщение на ситуацията, като е възможно да се отчетат и възможните бъдещи въздействия в хидроложки аспект. Използват се за



подпомагане на вземането на решения при управление на водните ресурси или за набелязване на мерките, свързани с намаление на въздействията.

*Системи за мониторинг на засушаването.* Те трябва да служат за непрекъснато наблюдение на условията и регистриране на проявите на явлението, като може да действат в автоматичен или полуавтоматичен режим в зависимост от условията и желанието на потребителя (P u l w a r t y, 2011). Предвид различните прояви на явлението могат да имат локален или пространствен характер, като във втория случай би трябвало да бъде избран подходящ мащаб на представяне, напр. общоевропейско, национално ниво, ниво речен басейн и др. (D i m i t r o v, 2012). Получените резултати се подават към крайния потребител с цел подпомагане на вземането на решения при управление на водните ресурси или за набелязване на мерките, свързани с намаление на въздействията. Според изискванията на Guidance document № 24 (2009) такъв тип системи се препоръчват за приложение с цел установяване на сигналите на климатични изменения, като приложението на данните от мониторинга служи за извършване на необходимите оценки по отношение на явлението, а информацията от идентифициране на наличието и степента на хидроложко засушаване реално служи за подпомогне дейността, свързана с управление на водите.

Надеждността на мониторинговата мрежа е от основно значение по отношение идентификацията и оценката на явлението, а както беше казано по-горе, от особено значение за надеждността на получените оценки и постигането на по-добри резултати е правилното организиране на програмите за мониторинг с препоръка мрежата да покрива максимален брой точки и да обхваща и т.нар. „горещи точки“, обезпечаващи информация в силно чувствителни към явлението зони.

*Системите за вземане на решения при засушаване* са най-сложни като структура и начин на работа. Те включват в себе си системите за мониторинг на засушаването, а като краен резултат имат отношение към вземането на решения, свързани с процеса. Насочени са към управление на водните ресурси или набелязване на мерки, свързани с намаление на въздействията.

В случай на провеждане на по-задълбочено изследване по отношение на хидроложкото засушаване възможно е да се премине към *разработването на проекции и сценарии в хидроложки план*, като за целта също може да се използват хидроложки индекси на засушаване. Трябва обаче ясно да се подчертае, че надеждността на крайната оценка пряко зависи от много фактори – входна информация, метод на изчисление, надеждност на използваните климатични проекции или сценарии, и може да бъде натоварена с голяма неопределеност, аналогична на неопределеността на останалите методи за бъдеща оценка.

Въпреки много тънката разлика между засушаването и водния недостиг, предложеният подход успешно би могъл да се приложи и в двата случая. Тук е моментът да се отбележи, че съществува значима разлика между концепциите за засушаване и опустиняване, изясняването на което не е цел на изследване в тази работа.

За изясняване възможностите за приложение на подхода в практиката в настоящия труд накратко се представя приложението на Стандартизирания индекс на оттока при изграждането на web-базирана Автоматизирана система за

мониторинг на засушаването в хидроложки план, идентифицираща явлението в месечен разрез на база оперативната мониторингова информация на НИМХ-БАН. Системата позволява диагностициране на засушаването, с отчитане на степента на изменение в пространствено-времеви режим по основни поречия в национален мащаб.

### СТАНДАРТИЗИРАН ИНДЕКС НА ОТТОКА

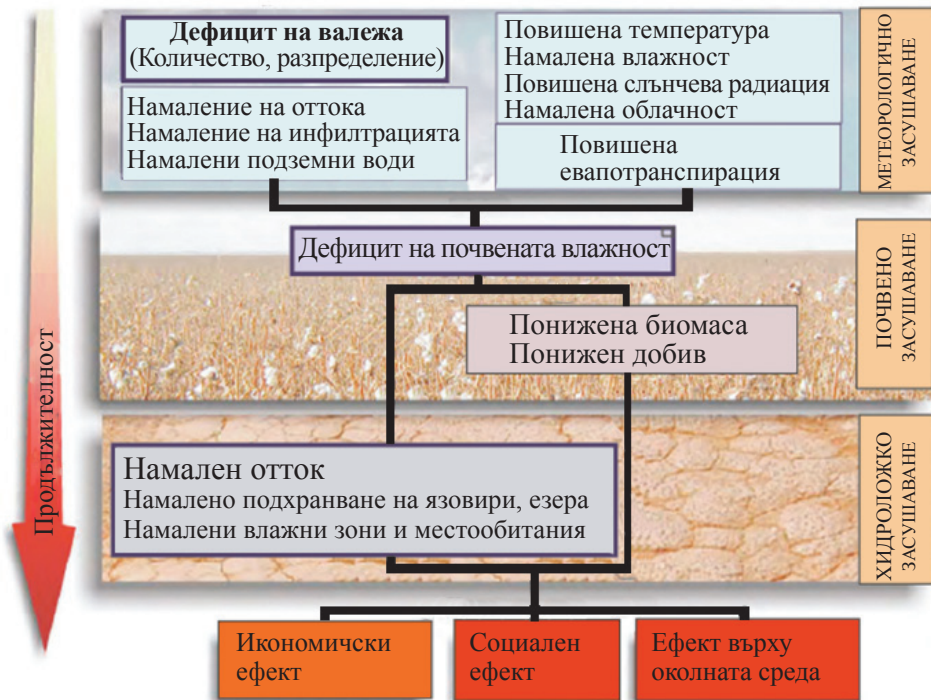
Стандартизираният индекс на оттока (Standardized Runoff Index, SRI) е хидроложки индекс, приложим за идентифициране на засушаването във времево-пространствено отношение. Той изразява стандартизираната оценка на дисперсията на оттока спрямо средната стойност за определен период от време (M c K e e et al., 1993, S h u k l a, W o o d, 2008). Процедурата за изчисление на индекса е аналогична на процедурата за изчисление на Стандартизирания индекс на валежа (Standardized Precipitation Index, SPI), но адаптирана към спецификите на изследваната величина – речен отток. Изчислението на индекса се извършва на база на данните за речния отток, трансформирани по стандартно нормално разпределение през определена времева стъпка, позволяваща характеризирани динамиката на засушаването, като данните се използват за вероятностно-статистически анализ, чрез който се получава стойността на индекса SRI към определен времеви момент. Според възприетата от Европейската експертна група за недостиг на вода и засушаване към ЕК скала, представена през м. декември 2012 г., засушаване се наблюдава при стойност на индекса SRI под  $-0,84$  по скалата, представена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

*Скала на идентификация на Стандартизирания индекс на оттока (SRI)*

Стойност на SRI	Категория
$SRI \geq 1.65$	изключително влажно
$1.65 < SRI \leq 1.28$	много влажно
$1.28 < SRI \leq 0.84$	умерено влажно
$0.84 < SRI \leq -0.84$	около средното
$-0.84 < SRI \leq -1.28$	умерено засушаване
$-0.28 < SRI \leq -1.65$	силно засушаване
$SRI < -1.65$	изключително засушаване

## Естествена изменчивост на климата



Фиг. 1. Аспекти на засушаването с отчитане на въздействията (по Wilhite, 2011)

Основно предимство при прилагане на индекса при идентификация на засушаването е еднозначността на получените резултати, които са лесни за интерпретация и сравними като оценка за водосбори, характеризиращи се дори с различни физикогеографски и климатични характеристики.

От практическа гледна точка индексът е приложим за изграждане на *системи за мониторинг на засушаването*. Те може да онагледяват процеса пространствено, като надеждността им зависи от количеството и качеството на използваната входна информация. За пример може да се посочи изградената в НИМХ-БАН система за идентификация на засушаването ([www.hydro.bg](http://www.hydro.bg)). Системата е изградена в национален мащаб по примера на Системата за предупреждение за опасни явления METEOALARM, като диагностициране на засушаването се извършва в месечен разрез по основни поречия на страната. За по-добро възприятие стойностите на индекса се представят цветово (фиг. 2 – приложение). На всяко 10-то число на месеца се публикува актуална диагностична карта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Засушаването като изключително сложен и комплексен процес, характеризиращ се с многообразно проявление както по форма, така и в пространствено-времево отношение налага приложението на различни подходи по отношение идентификацията и анализа на въздействията от негативното му проявление. Във връзка с това все по-остро се чувства нуждата от извършването на оценка, която реалистично да отчита многообразните му аспекти както чрез мониторинг в реални условия, така и чрез анализи, позволяващи установяване на сигналите за евентуални бъдещи изменения. За подпомагане дейностите на специалистите в областта, както и за разширяване и популяризиране на материята, в настоящия труд са разгледани следните проблеми:

– За необходимостта от изясняване на явлението по отношение на неговото проявление и свързаните с това въздействия накратко са представени основните концептуални принципи, като специално внимание е обърнато на хидроложкия аспект на засушаването, съгласно принципа от общото към частното;

– За изясняване на макрорамката по отношение на мерките, свързани с явлението, накратко са представени основните политики с хидроложка насоченост от гледна точка на сектор Води и на изменението на климата;

– На база на посочените мерки и световния опит в областта, за условията на страната ни е представен нов подход за изследване на явлението в хидроложки план с приложение на индекси на засушаване, позволяващи еднозначно идентифициране на наличие и степен на проявление в пространствено-времеви аспект;

– За илюстриране на приложимостта на подхода в реални условия накратко е представена web-базираната Автоматизирана система за мониторинг на засушаването с индекса SRI, разработена и приложена от НИМХ-БАН, позволяваща еднозначно диагностициране на явлението в месечен разрез на национално ниво.

Подобен тип системи успешно може да служат за основа и чрез надграждане да се включат в системи за вземане на решения, като съгласно политиките в областта приложението им е от изключителна важност и по отношение развитието на проекции и сценарии, свързани с прогнозирането на бъдещи събития.

От показаното може да се заключи, че подобен подход е особено целесъобразен за установяване на наличие и/или степен на проявление на процеса във времево-пространствен аспект, като насочва вниманието по отношение на необходимостта от реакция и предприемането на мерки за намаляване на възможни негативни последици. Приложението на подобен подход поставя познанията и възможностите по отношение на явлението в нова светлина, като се създават условия за изграждане на системи за реален мониторинг на засушаването, с възможност за пространствено характеризирание и проследяване на явлението и изследването дори на т. нар. „горещи точки“, определяни като крайно чувствителни към явлението обекти – водосбори, водни тела и др. Подходът може да служи за подпомагане на работата на службите, свързани с вземане на решения и управление към Дирекциите за басейново управление и МОСВ, като тук е мястото да се отбележи, че подобен тип изследвания не служат единствено за целите на хидроложката практика, а получените резултати може да подпомагат оценките на ситуацията и избора на мерки, свързани с природата, екосистемите, хората и човешкото здраве и свързаните с водите отрасли – водоснабдяване, земеделие, енергетика, транспорт, промишленост, туризъм и др. В това отношение може да се счита, че основно предизвикателство освен организирането на надежден мониторинг в хидроложки план е и намирането на интегриран подход по отношение на останалите практики. В тази връзка може да се приеме, че вече са поставени основите за изграждане на системи за вземане на решения по отношение на засушаването, като подходът може да бъде от полза при предстоящото развитие на Планове за управление на засушаването (Drought Management Plans) и при оценка на риска от засушаване. Препоръчително е разработването на допълнителни индекси за оценка на засушаването в хидроложки план с възможност за по-широко отчитане на въздействията по отношение на околната среда, както и предприемането на изследвания за развитието на комбинирани индекси, позволяващи едновременно оценяване и на други аспекти на процеса – напр. метеороложки или агро-метеороложки и др. Поради много тясната връзка на явлението с проявите на воден недостиг от изключително значение е и разработването на индекси за диагностициране на недостига на вода и включването им в системи за реален мониторинг и вземане на решения.

### *Благодарности*

Във връзка с успешната работа на автоматизираната система за мониторинг на засушаването по основни водосбори на национално ниво с приложение на Стандартизиран индекс на оттока (SRII) авторът иска да изкаже своите най-искрени благодарности на всеки подпомогнал създаването и успешното функциониране на системата, по-специално на колегите от Департамент „Хидрология“ и звено „WEB“ за сериозния принос при изграждането на технологичната верига, стартирането и поддържането на системата в работен режим.

## ЛИТЕРАТУРА

- Александров, В. Сушата в България. С., НИМХ, Булит инс, 2011.
- Чиликова-Любомирова, М., Д. Димитров. Автоматизирана система за идентификация на засушаването по речни басейни за Р. България с индекса SRI. – *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology*, кн. 5, том 17, С. 2012.
- х х х Директива 2000/60/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 23 октомври 2000 г. за установяване на рамка за действията на Общността в областта на политиката за водите (ОВ L 327, 22.12.2000 г., с. 1).
- х х х Закон за опазване на околната среда, обн. ДВ, бр. 91 от 25.09.2002, посл. измен. бр. 66 от 26.07.2013 г., в сила от 26.07.2013 г.
- х х х Протокол от Киото към Рамковата конвенция на Обединените нации по изменение на климата, рат. със закон, приет от 39-то НС на 17.07.2002 г. – ДВ, бр. 72 от 25.07.2002 г., обн. ДВ, бл. 68 от 19.08.2005 г., в сила от 16.02.2005 г.
- х х х Регламент 601/2012/ЕО на Комисията от 21 юни 2012 г. относно мониторинга и докладването на емисиите на парникови газове, съгласно Директива 2003/87/ЕО на Европейския парламент и на Съвета.
- х х х Трети национален план за действие по изменение на климата за периода 2013-2020, одобрен с решение №439 от 1 юни 2012 г. на Министерски съвет.
- В о u z a h e r, А. *Bulgarian National Adaptation Strategy*. Доклад, изнесен на Preparatory Technical Workshop, Sofia, 2012.
- В e r a n, М. А., J. A. R o d i e r. *Hydrological Aspects of Drought: Unesco-WMO, Geneva, 1985.*
- С o d y, В. А., P. F o l g e r, С. B r o u g h e r. *California Drought: Hydrological and Regulatory Water Supply Issues, CRS Report for Congress, CRS 7-5700, R40979, 2009.*
- Д и м и т р о в, Д. Present condition and a concept for the development of the Early warning systems for floods and droughts in Bulgaria. Доклад, изнесен на Международна конференция: Управление на водите в централна и източна Европа – проблеми и предизвикателства, 21-22.05.2012, С., 2012.
- L l o y d, Н., В. H a n n a f o r d, J. P a r r y, S. K e e f, С. P r u d h o m m e, С., H.G. R e e s, *Drought catalogues for UK and Europe: Science Report SC070079/SR, Environment Agency, 2009.*
- М с К а у, G. A., R. B. G o d w i n, J. M a y b a n k. *Drought and Hydrological Drought Research in Canada: An evaluation of the state of the art. – Canadian Water Resources Journal, Vol. 14, №3, 1989.*
- М с К е е, Т. В., N. J. D o e s k e n, J. K l e i s t. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints: – In: Eight Conf. on Applied Climatology, Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc., 170-184, 1993.
- N a l b a n t i s, I., G. T s a k i r i s. *Assessment of Hydrological Drought Revisited. – Water Resources Management 23 (5), pp 881-897, 2009.*
- P u l w a r t y, R. *Drought Information Systems: Improving International and National Linkages. WMO: Towards a Compendium on National Drought Policy, 2011.*
- S h u k l a, S., A. W. W o o d. Use of a Standardized runoff index for characterizing hydrologic drought. – *Geophysical Research Letters 35, L02405, doi: 10.1029/2007 GLO32487, 2008.*
- T a l l a k s e n, L. M., H. A. v a n L a n e n. *Hydrological Drought: Proceedings and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. – Developments in Water Science, 48, Elsevier, 2004.*
- T a t e, E. L., A. G u s t a r d. *Drought definition: a hydrological perspective in Drought and Drought Mitigation in Europe (ed. by J. V. V o g t and F. S o m m a). Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, pp 23-48, 2000.*
- W i l h i t e, D. A. *National Drought Policies: Addressing Impacts and Societal Vulnerability, Towards a Compendium on National Drought Policy. WMO, Geneva, pp. 13-22, 2011.*



- x x x Doha Amendment to the Kyoto Protocol. UN, Framework Convention on Climate Change. 2012.
- x x x Guidance document N24. Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC). River Basin Management in a changing climate, Technical Report – 2009-040, EC, 2009.
- x x x White Paper, Adapting to climate change: Towards a European framework for action. Brussels, 1.4.2009.

## DROUGHT – CHALLENGES AND MEASURES IN HYDROLOGICAL CONTEXT

*M. Chilikova-Lubomirova*

### (S u m m a r y)

Drought as a phenomenon related to precipitations, soil moisture and water resources evidently takes influence on nature, ecosystems, mankind and related to them activities. This obviously insists a multidisciplinary approach, aimed to decrease the possible negative consequences. But practice shows that because of the process behaviour variety there is no uniform approach for overcoming the challenges. Even in hydrological aspect the process is a complicated task with direct relation to availability and quantity of water resources. Taking into consideration the importance of problem and its direct connection to water management and climate change and water scarcity adaptation in help of specialists this paper emphasis upon the drought problems definition and clarification of main conceptual approaches, based on main EU practices. This is of great importance, taking into consideration main principles of Bulgarian and EU legislation, laying down the macro frame for drought measures concerning sector WATERS and Climate Change adaptation. It is done a brief process analysis, concerning both policies and on this base a common approach for hydrological process assessment is proposed. It allows establishment of drought monitoring system that could be used as a base for future development of Drought DSS systems. The presented approach is applicable for Bulgarian conditions and could be in help for future investigations concerning development of Drought Management Plans and Drought Risk assessment. As an illustration of the drought assessment approach practical application of an Automatic drought monitoring system for identification of drought by implementation of SRI in national scale, developed by NIMH-BAS is briefly presented. For clarification of future work purposes concerning drought assessment approach there briefly are presented main challenges with regard to development of drought indices concerning widely consideration of consequences with respect to the environment and water scarcity and the development of combined indices that could allow parallel investigation of more than one drought aspects: for example with regard to meteorological and/or agro-aspects and more.

*Key words:* drought, hydrological drought, drought indices, runoff, drought monitoring systems.