

ОЦЕНКА НА ЗАСУШАВАНЕТО НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ СПОРЕД ИЗМЕНЕНИЕТО НА ТЕХНИТЕ НИВА

Гергана Друмева-Антонова

*НИМХ-БАН, 1784, бул. Цариградско шосе № 66, София, България, e-mail:
drdroum@abv.bg*

GROUNDWATER DROUGHT ASSESSMENT BY GROUNDWATER LEVEL VARIATION

Gergana Droumeva-Antonova

NIMH-BAS, 1784, blvd Tsarigradsko Shose 66, Sofia, Bulgaria, e-mail: drdroum@abv.bg

ABSTRACT

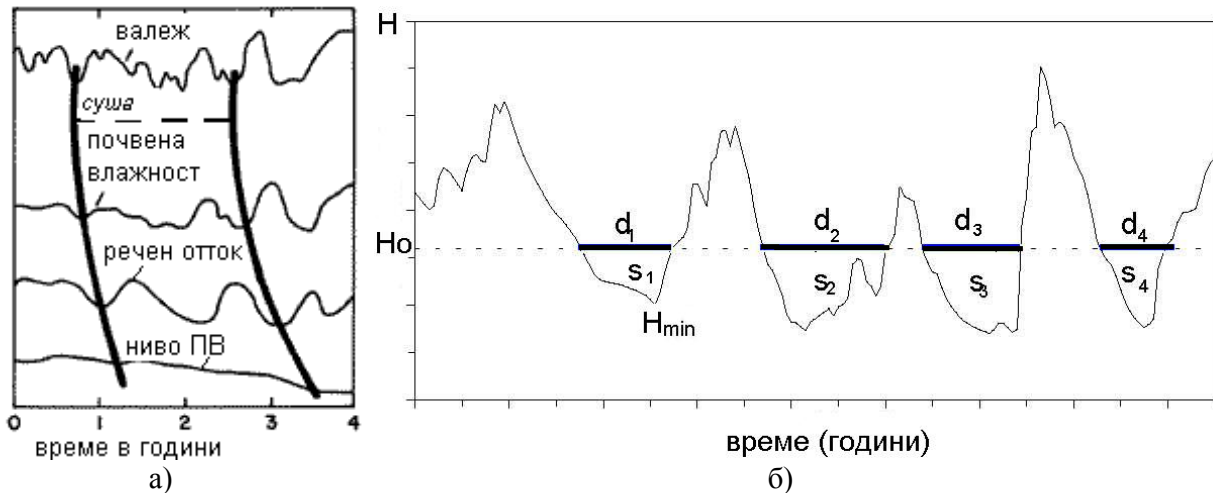
The groundwater levels variation due to drought is analyzed in the article. Threshold Level Method combined with cumulative departure approach are used to assess groundwater drought. Groundwater drought intensity is determined which allows to compare the drought severity of different areas. The presented approach may be useful to map the spatial extent of groundwater drought in the future Plans for water management in drought conditions.

Key words: Groundwater Drought, , Cumulative Departure, Groundwater Drought Intensity

Увод

Засушаването на подземните води или хидрогеоложката суша (groundwater drought) може да възникне вследствие на метеороложка суша, на антропогенно въздействие или от комбинацията на двете. Намаляване на количеството валежи, особено през студените месеци, когато основно става подхранването на подземни води, предшества от намаляване на почвената влажност през летните месеци, когато евапотранспирацията надвишава валежите, са основните естествени фактори за хидрогеоложко засушаване. Експлоатацията на подземни води може допълнително да увеличи природно възникналата суша, а от друга страна преексплоатацията им може да доведе до антропогенна суша. Негативните последици от хидрогеоложката суша се изразяват в понижаване на нивата на подземните води, намаляване на количеството на подземния отток към реки и извори, намаляване на капилярното покачване от плиткозалягащи водоносни хоризонти, което е от значение за влажните зони, и не на последно място – в затрудняване експлоатацията и намаляване дебитата на водочерпателните сондажи.

Характерни особености на явлението „суша на подземните води” е неговото закъсняващо и загладено по отношение на амплитудата проявление, както и по-продължително възстановяване в сравнение с останалите елементи на цялия воден цикъл, обхванат от суша. На фигура 1а са схематизирани най-значителните аспекти на хидрогеоложката суша, съпоставени с другите компоненти на хидроложката система. Тя може да възникне месеци или дори години след реализиране на метеороложката суша, да не бъде толкова контрастно изразена, както сушата на повърхностните и почвени води, а достигането на нормално състояние на подземните води може да продължи отново години след края на останалите суши.



Фигура 1. Дефиниране и особености на хидрогеоложката суша според USGS и [2]

Хидрогеоложката суша най-често се изследва чрез анализ изменението на нивата на подземните води, защото те могат да бъдат директно измерени с достатъчна точност и честота. Подобен подход е използван от Орехова и Павлова за оценка на засушаването на подземните води в Североизточна България [3]. Освен това нивата дават представа за настоящите запаси на подземните води, а тяхното пространствено и времево разпределение - за подхранването и подземния отток [2].

Методика

В настоящата статия е анализирано засушаването на подземните води вследствие метеороложка суша чрез анализ на изменението на техните нива. Целта е да се представи бърз, лесен и надежден начин за оценка на интензивността на хидрогеоложката суша. Изборът на методика е направен съобразно поставената цел.

Явлението „суша на подземните води” възниква, когато за един водоносен хоризонт нивото на подземните води спада под определен критичен праг за определен период от време, което води до неблагоприятни последици. Критичния праг може да се определи като персентил (позиционна средна величина) от ходографа на подземните води, като процент от средната стойност на разглеждания параметър или въз основа на екологосъобразни или социално-икономически съображения [2].

В основата на гореописаната дефиниция за явлението „суша на подземните води” е един от най-често използваните методи за оценка интензивността на хидрогеоложката суша - Метода на праговата стойност (Threshold Level Method). Праговата стойност може да бъде избрана като постоянна или изменяща се във времето в зависимост от наличните данни и целите на изследването. Когато разглеждания параметър, например нивото на подземните води, премине под определената прагова стойност, тогава е налице хидрогеоложка суша. Детайлните изследвания на засушаването на подземните води показват, че когато Метода на праговата стойност се приложи в комбинация с изчисляване на кумулативното отклонение от тази стойност, се получават най-добри резултати [2]. Освен това, използването на този комбиниран подход позволява по-точна идентификация на значителните продължителни суши, както и извършването на сравнителен анализ за степента на засушаване в отделни локации на даден регион.

Кумулативното отклонение на нивото на подземните води при суша се изчислява по формула (1):

$$s_t = \begin{cases} s_{t-\Delta} + (H_0 - H_t) \Delta t & \text{при } H_t \leq T_0 \\ 0 & \text{при } H_t > T_0 \end{cases} \quad (1)$$

Където: s - кумулативното отклонение при суша, H_0 - праговата стойност, H - ниво на подземните води, Δ - разглеждания интервал от време.

Характерните параметри на сушата, които се определят чрез Метода на праговата стойност и кумулативното отклонение от нея са: продължителност на сушата d , максимално кумулативното отклонение при суша s_{max} , минимално ниво на подземните води за всяка отделна суша H_{min} (фиг. 1б). Максимално кумулативното отклонение винаги възниква в края на сушата. Освен това, величината на параметрите на сушата се определя от избора на прагова стойност.

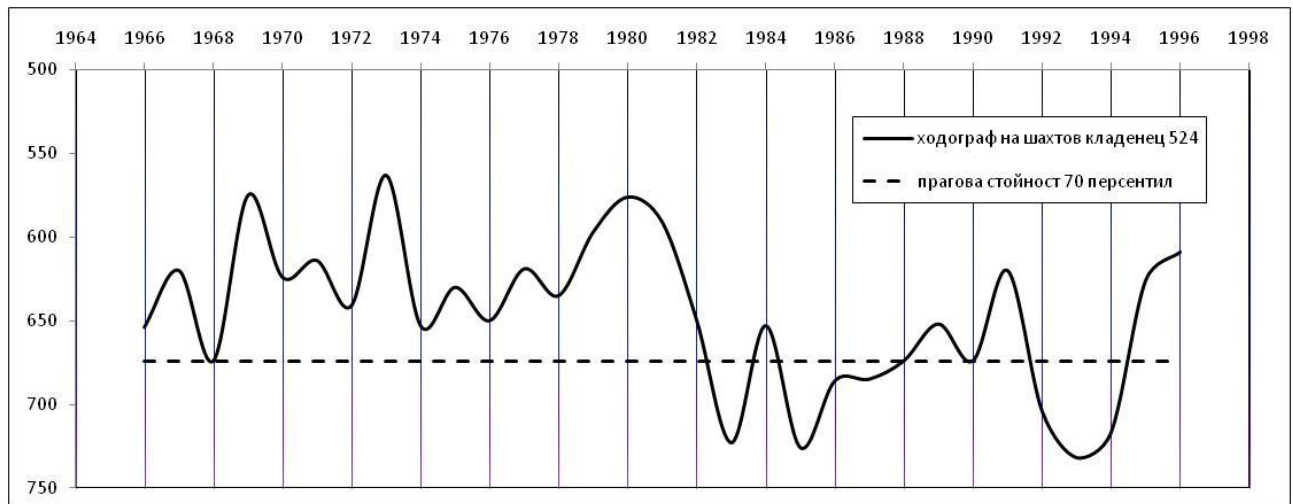
Интензивността на сушата е дефинирана по различни начини в научната литература. От една страна като мярка за нея се приема максималното кумулативното отклонение, докато според други автори трябва да се взема предвид и продължителността на сушата d [4], [2]. В настоящото изследване се използват две понятия: степен на засушаване s_{max} (drought severity), представляваща максималното кумулативно отклонение при суша, и интензивност на сушата I (drought intensity), представляваща отношението s_{max}/d .

Резултати и изводи

Времевият интервал, който се използва за анализ на хидрогеоложката суша трябва да бъде съобразен с нейните характерни особености, с целите на изследването, както и с реалните наличности като данни, програми и модели. Основният аргумент за използване на месечни или годишни данни при оценка на засушаването на подземните води е неговото закъсняващо проявление в сравнение с метеороложката суша. Освен това, ако интерес представляват главно многогодишните значителни суши, анализът на годишни данни е с приоритет [4]. Основното затруднение, което може да произтече при използването на годишни данни е изискването за наличие на редица от минимум 30 години. В настоящото изследване е разгледан 30 годишния период между 60-те и 90-те години на 20 век. Данни за изменението на нивата на подземните води в този период са взети от Хидрогеоложките годишници на НИМХ-БАН. Разгледан е шахтов кладенец 524 (ШК 524) от хидрогеоложката мониторингова мрежа на НИМХ-БАН. Той е разположен в гр. Раднево и разкрива поровите води на безнапорния кватернер-неогенски комплекс, акумулирани в алтернация от глини, пясъци, чакъли.

Наличните архивни метеороложки данни за количеството на валежите не дават пълна редица за разглеждания период 1966-1996 г. Ето защо са използвани обобщени данни за сушите в България на Drought Management Centre for Southeastern Europe [1]. Според цитираният източник най-сухи години за периода 1966-1996 г. са 1985, 1986, 1990, 1992, 1993 г. Освен това продължителни засушливи периоди през студеното полугодие, когато основно се осъществява подхранването на подземните води, е имало през 1967, 1976, 1983 г.

На фигура 2 са представени средногодишните нива, определени от земната повърхност, в ШК 524 за периода 1966-1996 г.



Фигура 2. Изменение на нивото на ШК 524 за периода 1966-1996 г.

За прагова стойност на хидрогеоложката суша е избрано ниво 70 перцентил – това е нивото, което е равно или превъзходено 70% в редицата от данни. По този начин, заедно с използването на годишни данни, могат да се оценят значителните суши, повлияли подземните води. Водните нива в ШК 524 са достигнали праговата стойност през 1968 г. и 1990 г., и са спаднали под нея през 1983 г. и в периодите 1985-1988 г. и 1992-1994 г. (фиг. 2). За разглеждания водоносен хоризонт годините и периодите на хидрогеоложка суша напълно съвпадат с годините на значителна метеороложка суша. Изключение прави 1976 г., когато нивото в ШК 524 не е повлияно от регистрирания продължителен засушлив период през студеното полугодие. Това може да се приеме за нормално, имайки предвид значително обобщените данни, с които се разглежда метеороложката суша и факта, че има малки различия в разпределението на годините според степента на засушаване за Северна и Южна България [1]. Подземните води от безнапорния водоносен хоризонт реагират по различен начин на продължителните засушливи периоди през студеното полугодие, когато основно се извършва тяхното подхранване. Зимният период с намалено количество на валежите през 1967 г. се отразява на нивото на подземните води чак през следващата 1968 г. със сравнително слабо понижение, докато периода през 1983 г. води до значителна хидрогеоложка суша още същата година. Най-висока е степента на хидрогеоложко засушаване, когато метеороложката суша продължава повече от една година (табл. 1). Тогава и възстановяването на нивото на подземните води продължава година и повече след края на метеороложката суша. В таблица 1 са представени данни и за интензивност на хидрогеоложка суша и минимално ниво на подземните води, достигнато при нея. За сушите през 1967 г. и 1990 г. не са определени степента и интензивността на сушата, защото спадането на нивото на подземните води е равно на избраната прагова стойност и засушаването е едногодишно. За разглеждания безнапорен водоносен хоризонт с най-висока интензивност е сушата в периода 1992-1994 г., когато нивото на поровите води в ШК 524 е спаднало до 732 cm и се възстановявало до нормално състояние в продължение на 1 година след края на метеороложката суша.

Таблица 1. Параметри на хидрогеоложки суши за ШК 524

Година на метеороложка суша	Година на хидрогеоложка (ХГ) суша	Продължителност на ХГ суша, d	Степен на ХГ засушаване, S_{max}	Интензивност на ХГ суша, I	Минимално ниво на подземните води за ХГ суша, H_{min}
1967* г.	1968 г.	1 г.	-	-	674 cm
1983* г.	1983 г.	1 г.	43	43	723 cm
1985-1986 г.	1985-1988 г.	4 г.	75	19	726 cm
1990 г.	1990 г.	1 г.	-	-	674 cm
1992-1993 г.	1992-1994 г.	3 г.	131	44	732 cm

Забележка:

1967* г. - година с продължителни засушливи периоди през студеното полугодие

Анализът на получените резултати може да се обобщи в следните изводи:

- Използвайки годишни данни за изменение нивото на подземните води и прагова стойност 70 персентила могат да се оценят не само многогодишните хидрогеоложки суши, но и тези, които са възникнали вследствие сезонни метеороложки суши.
- Възникването на хидрогеоложка суша може да закъснее година в сравнение с предизвикалата я сезонна метеороложка суша
- Най-висока степен на хидрогеолошко засушаване се реализира следствие намаляване на валежите, респективно подхранването на подземните води, за няколко последователни години.

Ако степента на хидрогеолошко засушаване (максималното кумулативно отклонение) се определи за мрежа от мониторингови точки, покриваща определено подземно водно тяло или басейнов район, е възможно определянето на пространственото разпределение на хидрогеоложка суша с различна интензивност. Подобни карти могат да се използват в Плановете за управление при недостиг на вода и засушаване.

Заклучение

Използвайки налична, леснодостъпна информация и отчитайки специфичните аспекти на хидрогеоложката суша е направен анализ на понижаването на нивата на подземните води следствие метеороложка суша. Приложената методика дава възможност за оценка на степента и интензивността на сушата на подземните води на локално и регионално ниво. Получените резултати могат да послужат при предстоящото разработване на Планове за управление при недостиг на вода и засушаване.

Благодарности

Представеното изследване е извършено във връзка с проекта Оценка и картиране на уязвимостта на водните ресурси и водоснабдяването при управление на речни басейни, климатични промени и засушаване, НИМХ-БАН.

Литература

1. Александров, В. (Редактор), 2011. Методи за мониторинг, оценка и взаимодействие на сушата в България, Drought Management Centre for Southeastern Europe, София, 216
2. Hisdal H., L. M. Tallaksen (Editors), 2000. Drought Event Definition, Technical Report to the ARIDE project № 6, 41
3. Orehova, T., T. Vasileva, 2014. Evaluation of the atmospheric chloride deposition in the Danube hydrological zone of Bulgaria, Environmental Earth Sciences, 72(4), 1143-1154
4. Tallaksen, L.M., H. Madsen, B. Clausen, 1997. On the definition and modelli