

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕСТЕСТВЕННОТО ПОДХРАНВАНЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ В ЗАПАДНАТА ЧАСТ НА СОФИЙСКОТО ПОЛЕ ПО ИЗМЕНЕНИЕТО НА ТЕХНИТЕ НИВА

гл. ас. д-р Гергана Друмева-Антонова

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

NATURAL RECHARGE ESTIMATION OF THE GROUNDWATERS IN THE WESTERN PART OF THE SOFIA VALLEY USING WATER LEVELS FLUCTUATION

PhD Gergana Droumeva-Antonova

NIMH, 1784, blvd Tsarigradsko Shose №66, Sofia, Bulgaria, e-mail: drdroum@abv.bg

Abstract:

The natural long-term annual average groundwater recharge in the western part of the Sofia valley is evaluated by applying the method of recession curve using groundwater level hydrographs from the single-well. Groundwater fluctuation data of the National Institute of Hydrology and Meteorology's monitoring wells are used. The obtained results could be useful in determining the natural resources of the Groundwater body BG1G00000NQ030 - Pore waters in Neogen - Quaternary - Sofia Valley, which has significant pressure and risk in terms of its quantitative status according to the River Basin Management Plans.

Key words: natural groundwater recharge, long-term annual average recharge, Method of reducing curve

Въведение

В съответствие с целите на Рамковата директива за водите (РДВ) и задачите на Плановите за управление на речните басейни (ПУРБ), обезпечаването на добър количествен статус на подземните води е от изключителна значимост за подсигуряване, приоритетно, на питейното водоснабдяване и екологичния минимум на свързаните с подземните води екосистеми, [5,6]. Според новите ПУРБ 2016-2021 г. на територията на страната все още съществуват подземни водни тела (ПВТ), които са в лошо количествено състояние и в риск от въздействие на различни видове техногенен натиск. Проблемът допълнително се изостря от настоящите климатичните изменения, водещи до дисбаланс в годишното разпределение на водните запаси, както и от противопоставянето между природозащитни, обществени и бизнес интереси. Всички тези обстоятелства предопределят необходимостта от подобряване прецизността при изчисляване на естественото подхранване на подземните води, респективно – на техните естествени ресурси в многогодишен аспект.

Предмет на изследване

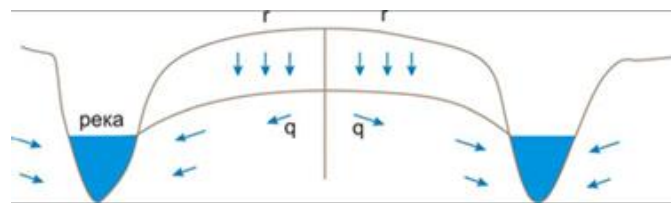
Естественото многогодишно подхранване е определено за подземните води от западната част на Софийското поле, представляващи част от Подземно водно тяло с код G1G000000NQ030 и наименование „Порови води в Неоген - Кватернер – Софийска долина”. Изборът на това ПВТ е обосновано от следните съображения. ПВТ е с голямо стопанско значение, интензивно експлоатирано и в риск по отношение на количественото си състояние. В допълнение – то е разположено в I-ви хоризонт, където уязвимостта на климатични изменения е висока. Освен това, разглежданото ПВТ разполага с кладенци от мониторинговата мрежа на НИМХ с достатъчно дълга редица от измервания, които отразяват естественото многогодишно състояние на подземните води в района.

Скалната подложка в обхвата на Софийското поле е покрита с неогенски пясъци, пясъчливи и прахови глини, чакъли, конгломерати, лигнитни въглища, по-рядко - с пясъчници, мергели и варовици, [1]. Върху тях са отложени пластове от кватернерни седименти, представени от алувиалните наноси на реките, протичащи през котловината, от пролувиални и делувиални наслаги по периферията и от кафяви глини и черни смолници в централната ѝ част. Общата дебелина на неогенските и кватернерните седименти е от около 50 m в центъра

на гр. София (Централната баня) до повече от 1200 m в източната част на Софийското поле (при гр. Елин Пелин). В тях е образуван общ водоносен хоризонт като в източната част на полето подземните води са със значителни водни запаси, с бавно движение от периферията към центъра и на северозапад към изхода на р. Искър от Софийската долина. В западната част на Софийското поле водоносният хоризонт е с по-малка дебелина и по-малки водни запаси. Прослойките от глинести материали на различна дълбочина в него причиняват образуването на места на полунапорни и напорни води. Подземните води в котловинното дъно се подхранват от валежите и от разливанията на реките при големи прииждания, а в периферията на полето - и от склоновите потоци. В западната част и към периферията на Софийското поле нивото на подземните води се понижава на места повече от 10 m и колебанията на водното ниво през годината се увеличават от 0,5 до 4,5 m. Влияние върху нивото на подземните води оказва водочерпенето със сондажи, напояването и наличието на кариери за добив на инертни материали. В естествени условия нивото на подземните води се повишава от есенно-зимните към пролетните месеци (март - април), а в районите с напояване - от пролетните към летните месеци, след което настъпва бавно понижение. Характерна особеност на Софийското поле е рязкото намаляване на подхранването на реките с повърхностни води (т.е. валежните води, които се оттичат по земната повърхност) и относителното увеличаване на подхранването на реките с подземни води. Вероятните съотношения между повърхностните и подземните води, подхранващи реките, са 60:40%, [1].

Метод на изследване

За определяне на естественото многогодишно подхранване на поровите води в западната част на Подземно водно тяло „Порови води в Неоген - Кватернер – Софийска долина” е използван метода за оценка на подхранването на подземните води по кривата на изтощаване от ходографа на нивото в единичен кладенец. Той е познат още като „По колебания на нивата на подземните води“, „Метод нива в кладенци“ и подробно е разгледан в специално разработената „Методика за определяне на ресурсите на подземните водни тела с отчитане на изменението на климатичните фактори ...“, [4]. Разглежданият метод се основава на идеята, че колебанията на нивото на подземните води могат да се разглеждат като синтезиран, динамичен индикатор за водния баланс на водоносния хоризонт във всяка негова точка при следната принципна схема за формирането на естествените му ресурси, (фиг. 1).



Фигура 1. Принципна схема за формиране на естествени ресурси на порови подземни води

Ако се разглежда водоносен хоризонт със свободно водно ниво той получава повсеместно инфилтрационно подхранване от валежи и снеготопене, а главният разходен елемент е подземният отток, който се генерира върху площта на хоризонта и в крайна сметка се дренира в речната мрежа. Теоретична основа на метода за оценка на подхранването на подземните води по кривата на изтощаване от ходографа на нивото в единичен кладенец е частното диференциално уравнение на Бусинеск за едномерен подземен поток, което записано в алгебричен вид представлява:

$$\mu \cdot \Delta H = \Delta Q \cdot \Delta t + r \cdot \Delta t \quad (1),$$

където:

μ - коефициент на водоотдаване;

g - интензитет на инфилтрационното подхранване.

Според гореописаното уравнение промяната на нивото в разглеждания пункт на водоносния хоризонт ΔH , за период от време Δt , е резултат от изменението на водния обем ΔQ (вследствие разлика между приток и отток) за това време и водния обем, получен от инфилтрацията за същото време.

В използвания метод подземният отток се определя приблизително с помощта на ходографа на нивото в наблюдателен кладенец като се разглеждат периоди от годината, през които се предполага, че е прекратено инфилтрационното подхранване, достигащо водонаситената зона. За нашите климатични условия това е или летния засушлив сезон, или периода на зимното маловодие. Отсъствието на подхранване се бележи върху ходографа със сравнително дълготрайно и равномерно понижение на нивото – изтощаване на водоносния хоризонт или “recession curve”. Когато $g = 0$ и $\Delta H = -\Delta h$, за горното уравнение получаваме:

$$\mu * (-\Delta h) = \Delta Q * \Delta t \quad (2),$$

където $(-\Delta h)$ е понижението на водното ниво, дължащо се на подземния отток. Тогава за инфилтрационното подхранване можем да запишем:

$$g = \mu * (\Delta H / \Delta t + \Delta h / \Delta t) \quad (3),$$

където:

ΔH - наблюдаваното изменение на нивото в сондажа за време Δt ;

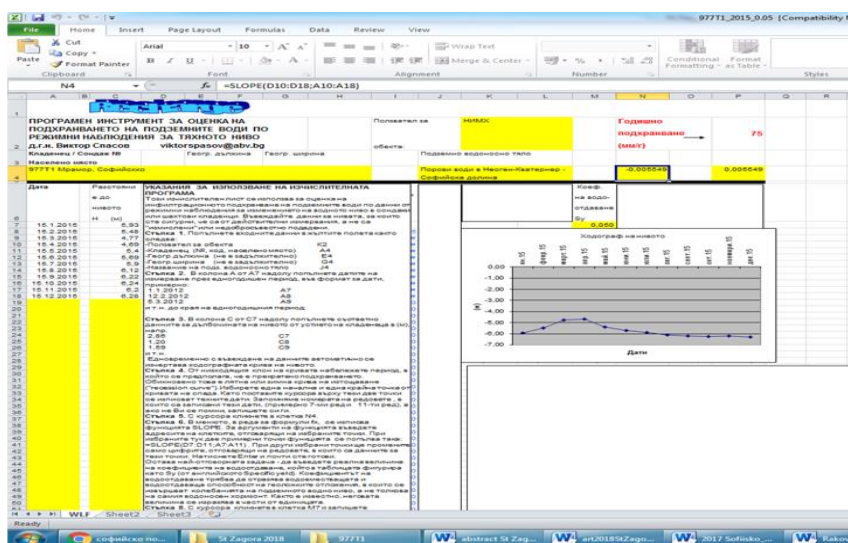
Δh – изменение на нивото, дължащо се само на оттока през същото време.

Неизвестната величина $\Delta h / \Delta t$ се определя графично от кривата на изтощаване, която апроксимираме с права линия, като нейният наклон в същност е търсената величина $\Delta h / \Delta t$.

Ако разгледаме процеса в неговата последователност във времето, то за сумарното годишно инфилтрационно подхранване R ще е валидно уравнението:

$$R = \sum g * \Delta t = \mu * (\sum \Delta H + \sum \Delta h) \quad (4).$$

Режимът на нивата на подземните води се анализира поотделно за всяка година. Крайният резултат е оценка на инфилтрационното подхранване на водоносния хоризонт R за дадена година. Многогодишното подхранване се получава като средно аритметично от изчислените стойности на R за цялата редица от данни. Изчисленията се извършват чрез разработени електронен алгоритъм `ER4_water_level.xls`, представен на фигура 2.



Фигура 2. Електронен алгоритъм за приложение на метода за оценка на подхранването на подземните води по кривата на изтощаване от ходографа на тяхното ниво

Предимствата на метода за оценка на подхранването на подземните води по кривата на изтощаване от ходографа на нивото в единичен кладенец основно се изразяват в неговата простота и улеснено приложение. Той не изисква хидроложки и климатични данни, както и подробни хидрогеоложки данни – необходими са само режимни измервания на нивото на подземните води, поне веднъж месечно или по-чести, в представителни хидрогеоложки наблюдателни пунктове с ненарушен режим. Освен това методът е широко приложим за водоносни хоризонти с пореста и/или пукнатинна вместимост и единно пиезометрично водно ниво. Друго основно негово предимство е, че макар и приблизителни, получените резултати са надеждни, защото се изключват грешки вследствие неправилно определени хидрогеоложки параметри. Единствено величината на коефициента на водоотдаване μ влияе право

р
 Методът за оценка на подхранването на подземните води по кривата на изтощаване от ходографа на нивото в единичен кладенец, обаче, е неприложим при твърде близко залягане на водното ниво до земната повърхност (2 – 2,5 m от повърхността), когато съществена роля в баланса на подземните води започва да има евапотранспирацията от водното огледало, вследствие на което резултата за подхранването може да се окаже нереалистичен. Освен това методът е точков и за да се характеризират по-широки райони се изискват повече наблюдателни пунктове. Друг недостатък на разглеждания метод е приблизителния характер на резултатите, дължащ се основно на субективността при приемане стойността на коефициента на водоотдаване и изборът на наклона от “кривата на изтощаване”, [4].

а
 Накратко, може да се обобщи, че получените стойности за подхранването на подземните води по метода за оценка по кривата на изтощаване от ходографа на нивото в единичен кладенец представляват установен, независимо от отнетите или добавени водни обеми по пътя на филтрация, отток на подземните води за съответното място и представят определена част от подземното водно тяло, [3].

в

Анализ на получените резултати

р
 За да се определи естественото многогодишно подхранване на поровите води в западната част на Подземно водно тяло „Порови води в Неоген - Кватернер – Софийска долина” методът за оценка на подхранването по кривата на изтощаване от ходографа на нивото в единичен кладенец е приложен за два хидрогеоложки наблюдателни пункта от мониторинговата мрежа на НИМХ – № 977Т1 (тръбен кладенец при с. Мрамор) и № 973Т1 (гръбен кладенец при гр. Костинброд), показани на фигура 3.

з

у

л

т

а

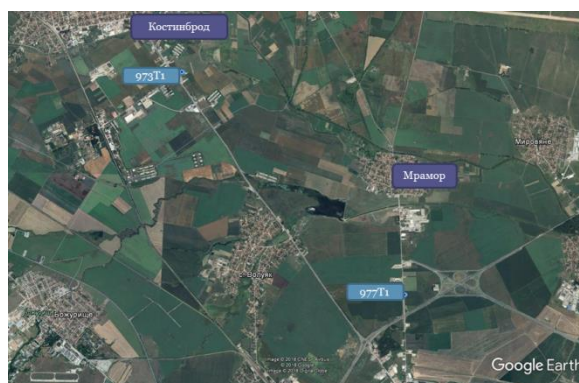
т

и

т

е

.



Фигура 3. Разположение на използваните хидрогеоложки наблюдателни пунктове в западната част на Софийското поле

Стойността на коефициента на водоотдаване μ е избрана по литературни данни – $\mu = 0,05$, когато колебанията на водното ниво са предимно в глинести разновидности и $\mu = 0,08$, когато водното ниво на подземните води се изменя в чакълести отложения с песъчливо глинест запълнител и/или глинести прослойки, [2, 7]. Въпреки че разглежданите хидрогеоложки наблюдателни пунктове имат по-дълга редица от данни, за изчисляване на подхранването е избран един по-нов времеви период – от 2002 г. до 2016 г., за да се извърши по-всеобхватна бъдеща оценка и за да се елиминират нарушенията в режима на подземните води, извършени в по-далечни периоди. При определяне на средномногогодишното подхранване за разглеждания период 2002-2016 г. са изключени годините, за които се получават нереалистични стойности за подхранването, дължащи са на различни нарушения. Получените резултати са представени в таблица 1.

Табл. 1. Годишни и средномногогодишни стойности на естественото подхранване на подземните води в ПВТ „Порови води в Неоген - Кватернер – Софийска долина“

Период на наблюдение (години)	977Г1 Мрамор Подхранване (mm/a)	973Г1 Костинброд Подхранване (mm/a)
2002	50	21
2003	40	115
2004	38	132
2005		157
2006	74	131
2007	58	19
2008	30	-1
2009	18	41
2010	104	107
2011	12	3
2012	68	66
2013	16	0
2014	63	58
2015	75	108
2016	82	82
Средно за периода	52,0	69,3

Въз основа на изчислените резултати за двата мониторингови кладенеца за периода 2002-2016 г., средното многогодишно подхранване в западната част на ПВТ „Порови води в Неоген - Кватернер – Софийска долина“ се получава равно на 61 mm/a. Тази стойност е съпоставима с величината на многогодишно подхранване на подземните води в Софийското поле, изчислена по коефициент на инфилтрация за периода 1981-2015 г., която е в размер на 59,4 mm/a.

Необходимо е да се отбележи, че към получената стойност за естественото многогодишно подхранване на подземните води в западната част на Софийското поле би следвало да се добави подхранването, което те получават и от човешката дейност, като например загуби от ВИК, липсата на канализация в по-малките населени места и др.

Заклучение

Прецизното определяне на многогодишното естествено подхранване на подземните води позволява по-точно да се изчислят техните естествени ресурси, което е от особено значение за подобряване управлението на подземни водни тела в риск по отношение на техния количествен статус. Методът, базиран на режима на подземните води с анализ на кривата на изтощаване от ходографа на нивото в единичен кладенец дава бързи, икономически ефективни и надеждни резултати за определяне на този хидрогеоложки параметър. Приложен за два хидрогеоложки наблюдателни пункта в западната част на ПВТ „Порови води в Неоген - Кватернер – Софийска долина“ този метод дава средна многогодишна стойност на подхранването 61 mm/a за периода 2002-2016 г.

Литература

1. Генерални схеми за използване на водите в районите за басейново управление, Том II Дунавски район, София, юли 2000, http://old.bluelink.net/water/dunav/iskar/hidrol_opsanie.htm
2. Гълъбов, М. 2005: Гълъбов, М. Динамика на подземни води. София
3. Иванов, М., Е. Дамянова. 2016. Определяне на ресурсите на подземни водни тела по един или няколко метода от одобрената методика, т. 2.3., Споразумение между МОСВ и НИМХ, 2016, Геофонд МОСВ
4. Методика за определяне на ресурсите на подземните водни тела с отчитане на изменението на климатичните фактори и необходимия за изпълнението ѝ мониторинг на количеството на водите, 2012, Геофонд МОСВ
5. План за управление на речни басейни 2016-2021, Дунавски район, <http://www.bd-dunav.org/content/upravlenie-na-vodite/plan-za-upravlenie-na-rechniia-baseyn/aktualizaciia-na-purb/>
6. Рамковата директива за водите 2000/60/ЕС, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=bg>
7. Healy R.W.,P.G.Cook, 2002, Using groundwater levels to estimate recharge. Hydrogeology Journal, p.91-109