

**ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕСТЕСТВЕННОТО ПОДХРАНВАНЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ В КВАТЕРНЕРНИТЕ СЕДИМЕНТИ НА РЕКА ВИТ 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](mailto:drdroum@abv.bg)*

**NATURAL RECHARGE ESTIMATION OF THE GROUNDWATERS IN THE QUATERNARY SEDIMENTS OF VIT RIVER USING WATER LEVELS FLUCTUATION**

**PhD Gergana Droumeva-Antonova**

*NIMH, 1784, blvd Tsarigradsko Shose №66, Sofia, Bulgaria, e-mail: [drdroum@abv.bg](mailto:drdroum@abv.bg)*

**Abstract:**

The natural long-term annual average recharge of the groundwater in the quaternary sediments of river Vit 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 BG1G0000Qal018 "Pore waters in Quaternary - river Vit", 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, River Vit*

**Въведение**

Според новите Планове за управление на речни басейни (ПУРБ), изготвени за периода 2016-2021 г. все още съществуват подземни водни тела (ПВТ) на територията на страната, които са в лошо количествено състояние и в риск от въздействие на различни видове техногенен натиск. Това е в несъответствие с целите на Рамковата директива за водите (РДВ) и задачите на действащите ПУРБ-ове, според които обезпечаването на добър количествен статус на подземните води е от изключителна значимост за приоритетно подсигуриране на питейното водоснабдяване и екологичния минимум на свързаните с подземните води екосистеми, [6,7]. 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 в кватернерните наслаги на р. Вит, отнасящи се към подземно водно тяло с код BG1G0000Qal018 и наименование „Порови води в Кватернер – река Вит”. Изборът на това ПВТ за предмет на изследване е продиктувано от няколко съображения. ПВТ е интензивно експлоатирано и в риск по отношение на количественото си състояние, разположено е в I-ви дълбочинен хоризонт или най-близо до земната повърхност, където уязвимостта на подземните води от климатичните изменения е най-висока, [6]. Освен това, разглежданото ПВТ разполага с представителен хидрогеоложки пункт от мониторинговата мрежа на НИМХ с изяснена литология и достатъчно дълга редица от измервания, които отразяват естественото многогодишно състояние на подземните води в района.

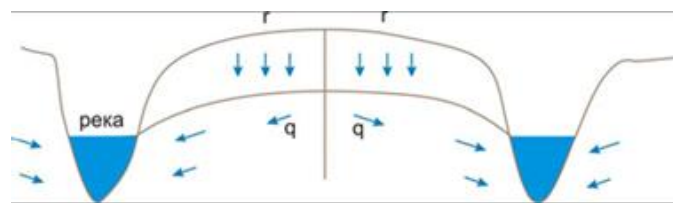
В литоложко отношение кватернерните алувиални отложения на тераса на р. Вит са представени от чакълесто-песъчливи материали, покрити от песъчливи глини и глини. Те залягат над по-стари скали от сенонска, данска, палеогенска и неогенска възраст, които се характеризират със значително разнообразен литоложки състав – мергелно варовити

пясъчници, мергелни варовици, варовици, мергели, пясъци, пясъкливи глини и глини, [1]. Разглежданото подземното водно тяло „Порови води в Кватернер – река Вит” е формирано в алувиалните отложения, има средна дебелина 10 m, средна водопроводимост 924 m<sup>2</sup>/d и среден коефициент на филтрация 92 m/d, [5]. Типът на вместващия колектор е поров, а характерът на подземните води в него е безнапорен. Подземното водно тяло е в пряка хидравлична връзка с водите на р. Вит. Линейният модул на подхранване от р. Вит в рамките на ПВТ е 30 l/s/km, а погнотните привлекаеми ресурси от реката възлизат на 1,6 m<sup>3</sup>/s, [5].

Подхранването на ПВТ се осъществява от инфилтрация на валежи и от подземни води от отложенията на по-старите формации, идващи от склоновете на долината и водоразделните масиви. От тези отложения най-голямо значение за подхранване с подземна вода имат сенонските варовици между с. Садовец и Търнене, където в алувия се излива значително количество карстова вода. В периодите на пълноводие р. Вит кратковременно подхранва водоносните алувиални отложения. Оттичането на подземната вода става към р. Вит и тя представлява естествен дренаж на ПВТ. Подземният поток е насочен косо към р. Вит по посока на нейното течение. Значителна площ на разпространение на подземното водно тяло „Порови води в Кватернер – река Вит” и добрата му вместваща способност са позволили натрупване на значителни статични запаси от подземна вода, [1].

### Метод на изследване

За определяне на естественото многогодишно подхранване на подземните води в Подземно водно тяло „Порови води в Кватернер – река Вит” 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 естествените ресурси на порови подземни води

Водоносен хоризонт със свободно водно ниво, който получава повсеместно инфилтрационно подхранване от валежи и снеготопене като 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:

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

където:

$\mu$  - коефициент на водоотдаване;

$r$  - интензитет на инфилтрационно подхранване.

Според гореописаното уравнение промяната на нивото в разглеждания пункт на водоносния хоризонт ΔН, 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 инфилтрация 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 понижаване на нивото – изтощаване на водоносния хоризонт или “recession curve”. Когато r = 0 и ΔН = -Δh, за горното уравнение получаваме:

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

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

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

където:

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

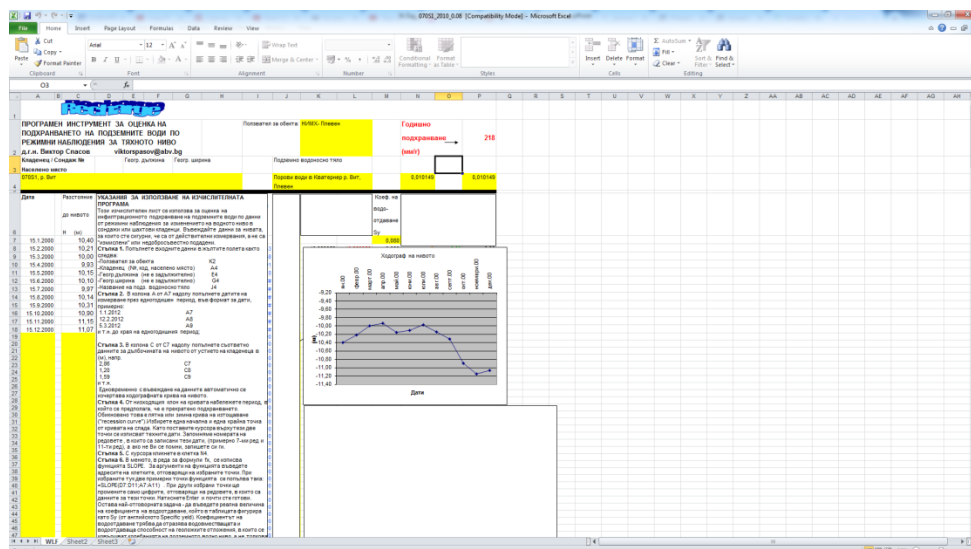
Δh – изменение на нивото, дължащо се само на оттока през същото време.

Неизвестната величина Δh/Δt се определя графично от кривата на изтощаване, която апроксимираме с права линия, като нейният наклон в същност е търсената величина Δh/Δt.

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

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

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



има над 30 годишна редица от данни, пунктът функционира от 1960 г., естественото подхранване е изчислено въз основа на режимните наблюдения през последните години, за да бъде редицата по-представителна и пълна и за да се елиминират нарушенията в режима на подземните води, характерни за далечни периоди.

При определяне на средномногогодишното подхранване за периода 1980-2016 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 средномногогодишна стойности на естественото подхранване на подземните води в ПВТ „Порови води в Кватернер – река Вит”

Период на наблюдение (години)	<sup>170S1</sup> Подхр. R (mm/a) $\mu=0,08$
1980	67
1981	45
1982	6
1983	51
1984	137
1985	135
1986	-
1987	-
1988	162
1989	134
1990	48
1991	51
1992	-
1993	61
1994	35
1995	89
1996	139
1997	-
1998	-
1999	93
2000	116
2001	106
2002	108
2003	94
2004	130
2005	59
2006	-
2007	90
2008	144
2009	59
2010	-
2011	-
2012	-
2013	109
2014	111
2015	-24
2016	142
<b>СРЕДНО ЗА ПЕРИОДА 1980-2016 Г.</b>	<b>89,18</b>

Въз основа на изчислените резултати стойността на средното многогодишно подхранване на ПВТ BG1G0000Qal018 „Порови води в Кватернер – р. Вит” за периода 1980-2016 г. е 89 mm/a. Модулът на подземния поток за същия период е 2,828 l/s/km<sup>2</sup> и при чиста разкрита площ на водното тяло 188,8 km<sup>2</sup>, многогодишното подхранване за периода 1980-2016 г. възлиза на 533,90 l/s. Полученият резултат е съпоставим с величината на естествените ресурси на ПВТ „Порови води в Кватернер – р. Вит”, изчислена по коефициент на инфилтрация за почти аналогичен период от 1981 до 2015 г., която е 648,00 l/s.

### 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. За актуален многогодишен естествен ресурс на подземно водно тяло с код BG1G0000Qal018 и наименование „Порови води в кватернера – р. Вит“ следва да се вземе средната стойност на получените резултати по Метода нива в кладенци, която представлява и реалният измерен отток. Този метод отразява действителните ресурси, в това число и склоннов отток, който съществува в границите на тялото. Естественото подхранване за цялото тяло за периода 1980-2016 г. е 89,18 mm/a или 533,90 l/s.

### 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](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. Пенчев, П., М. Мачкова-Цанева и др. 2009. Определяне праговете на замърсяване на подземните води и разработване на класификационна система за химичното състояние на подземните водни тела, Консорциум за интегрално управление на води, гр. Благоевград, Ноември, 2009 г.
6. 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/>
7. Рамковата директива за водите 2000/60/ЕС, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=bg>
8. Healy R.W.,P.G.Cook, 2002, Using groundwater levels to estimate recharge. Hydrogeology Journal, p.91