



## Assessment of the groundwater recharge in the plain part of the Northern Bulgaria

### Оценка на подхранването на подземните води в равнинната част на Северна България

*Tatiana Orehova, Peter Gerginov*  
*Татяна Орехова, Петър Гергинов*

Геологически институт при БАН, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 24, 1113 София, България;  
E-mails: tvorehova@gmail.com; p.gerginov@mail.bg

**Ключови думи:** подземни води, подхранване, воден баланс, Северна България.

#### Увод

Подхранването на подземните води е един от елементите на водния баланс, които силно зависят от климата. Дунавската равнина, заемаща равнинната част на Северна България, е покрита с лъсови отложения. Климатът тук е умерено-континентален, като валежната сума закономерно намалява от юг на север. Целта на настоящето изследване е оценка на многогодишното дифузно подхранване на подземните води в равнинната част на Северна България въз основа на климатични данни.

#### Методи и данни

Средният годишен воден баланс за равнинни терени е както следва (Szilagyi et al., 2003):

$$P - E = Q_s + Q_b,$$

където  $P$ ,  $E$ ,  $Q_s$  и  $Q_b$  са съответно средната годишна сума на валежите, действителната евапотранспирация, бърз повърхностен отток и базисен отток (baseflow, подземният компонент на речния отток). Методите за оценка на елементите на водния баланс са многобройни. При многогодишни оценки за практически цели са полезни по-прости методи, включително основани на регресионни уравнения, които са приложими за условията на България (Orehova, Gerginov, 2013).

Въз основа на експериментални данни Wang & Wu (2013) са установили, че крива от типа на Turc-Pike добре описва връзката между отношението  $Q_b/P$  и индекса на аридност  $\Phi$ :

$$\frac{Q_b}{P} = 1 - [1 + (\Phi)^{-\nu}]^{1/\nu}, \quad \Phi = E_p / P,$$

където  $E_p$  е потенциална евапотранспирация (оценена тук по радиационното уравнение на Turc), а типичната стойност на параметъра  $\nu$  е 3,3.

В дългосрочен аспект базисният отток представлява долната граница на подхранване на подземните води във водосборния басейн при условие, че евапотранспирация от подземните води е незначителна.

Действителната евапотранспирация бе оценена по регресионни уравнения (Sanford, Selnick, 2013), като входните параметри са: валежна сума, средна годишна температура, средна годишна максимална и минимална температура.

Докато индексът на аридност  $\Phi$  включва потенциалната евапотранспирация, индексът на аридност по de Martonne (1926) се определя пряко от климатичните данни:  $I_{dm} = P/(T + 10)$ .

За избраните станции в Северна България са използвани климатични данни: валежи (период 1931–1985 г.) и температура на въздуха (период 1931–1970 г.).

#### Резултати и обсъждане

Резултатите от изчисления на водния баланс за избраните станции са представени в табл. 1 (поредени по нарастване на индекса  $I_{dm}$ ) и на фиг. 1. Получените оценки са в съответствие с известните закономерности. Използваните методи са валидни за индекса на аридност по de Martonne под 29–30.

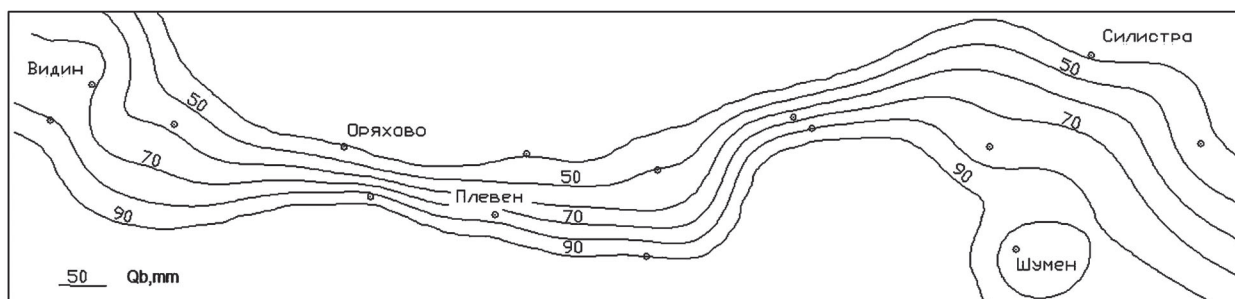
Направените оценки са регионални и не отчитат специфични условия на формиране на подземните води в карстови или слабопропускливи терени, както и при плитко залягащите подземни води.

#### Изводи

Представените резултати от изчисления на водния баланс за 15 станции от равнинната част на Северна

Таблица 1. Климатични параметри, индекси и елементи на средногодишния воден баланс за избрани станции

Станции	T °C	P mm	I <sub>дм</sub>	E <sub>p</sub> mm	E <sub>p</sub> /P	Q <sub>b</sub> /P %	Q <sub>b</sub> mm	E mm	P – E mm	Q <sub>s</sub> mm	Q <sub>b</sub> /(P-E) %
Грамада	10,7	594	28,7	686,0	1,15	13,6	<b>81,0</b>	477,2	116,8	35,9	69,3
Исперих	10,6	587	28,5	695,4	1,18	12,8	<b>75,2</b>	483,2	103,8	28,7	72,4
Образцов чифлик	11,1	600	28,4	700,8	1,17	13,3	<b>79,5</b>	493,1	106,9	27,3	74,4
Шумен	11,0	597	28,4	706,6	1,18	12,8	<b>76,6</b>	493,9	103,1	26,5	74,3
Павликени	11,5	611	28,4	679,7	1,11	14,9	<b>91,1</b>	505,7	105,3	14,2	86,5
Кнежа	10,6	580	28,2	656,4	1,13	14,3	<b>83,0</b>	484,4	95,6	12,6	86,8
Видин	11,2	583	27,5	706,1	1,21	12,1	<b>70,6</b>	488,2	94,8	24,2	74,5
Плевен	11,6	578	26,8	682,2	1,18	12,9	<b>74,7</b>	483,3	94,7	20,0	78,9
Русе	12,1	586	26,5	732,4	1,25	11,2	<b>65,5</b>	489,0	97,0	31,4	67,6
Лом	11,6	558	25,8	719,1	1,29	10,3	<b>57,6</b>	466,8	91,2	33,5	63,2
Свищов	12,0	543	24,7	730,0	1,34	9,2	<b>50,1</b>	458,6	84,4	34,2	59,4
Крушари	10,7	506	24,4	697,7	1,38	8,6	<b>43,6</b>	437,4	68,6	25,0	63,5
Оряхово	12,2	518	23,3	734,5	1,42	8,0	<b>41,4</b>	441,9	76,1	34,8	54,3
Сомовит	11,9	507	23,2	725,6	1,43	7,8	<b>39,4</b>	438,2	68,8	29,3	57,4
Силистра	11,6	500	23,1	717,1	1,43	7,7	<b>38,7</b>	431,6	68,4	29,7	56,5



Фиг. 1. Изолинии на средногодишния базисен отток  $Q_b$  в mm за района на изследването

България потвърждават приложимостта на използваните методи за оценката им, основани на климатичните данни. Подхранването на подземните води в равнинната част на Северна България е в границите 38–91 mm на година, което съставя от 7,7 до 15% от валежната сума. Тези оценки отчитат само дифузното подхранване и не отчитат допълнително подхранване от повърхностни води.

## Литература

- De Martonne, E. 1926. Une nouvelle fonction climatologique: l' indice d' aridité. – *La Meteorologie*, 449–458.
- Orehova, T., P. Gerginov. 2013. Groundwater recharge and baseflow as products of climate: example of Southeast Bulgaria. – *Geologica Balc.*, 42, 1–3 (in press).
- Sanford, W. E., D. L. Selnick. 2013. Estimation of evapotranspiration across the Conterminous United States using a regression with climate and land-cover data. – *JAWRA J. of the American Water Resources Association*, 49, 1, 217–230.
- Szilagyí, J., F. E. Harvey, J. F. Ayers. 2003. Regional estimation of base recharge to ground water using water balance and a base-flow index. – *Groundwater*, 41, 4, 504–513.
- Wang, D., L. Wu. 2013. Similarity of climate control on base flow and perennial stream density in the Budyko framework. – *Hydrology and Earth System Sci.*, 17, 1, 315–324.