

ОСОБЕНОСТИ НА ХИДРОЛОЖКАТА ГОДИНА 2002 ЗА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ В БЪЛГАРИЯ

Татяна Орехова¹, Теодосия Андреева²

¹ Национален Институт по Метеорология и Хидрология - БАН, Департамент "Хидрология",
София 1784, бул. "Цариградско шосе", 66, България, E-mail: Tatiana.Orehova@meteo.bg

² Национален Институт по Метеорология и Хидрология - БАН, Департамент "Прогнози",
София 1784, бул. "Цариградско шосе", 66, България, E-mail: Teodosia.Andreeva@meteo.bg,

РЕЗЮМЕ

Целта на изследването е да се изясни влиянието на аномалиите на температурата и валежите през хидроложката година 2002 върху режима на подземните води в България. Анализът е направен на базата на данните от Опорната хидрогеоложка мрежа: дебити на извори и водни нива в наблюдателните кладенци, средномесечните температури и месечните суми на валежите - от синоптичните станции в България.

През периода ноември 2001 – февруари 2002 валежите бяха под нормата. Като резултат бяха регистрирани много ниски дебити на извори и водни нива при кладенци. Обилните валежи през март в комбинация със снеготопене доведоха до рязко повишени дебити при карстовите извори. Първичните максимуми за извори в болшинство от районите на страната се наблюдаваха през март и април.

Лятото бе много влажно. През септември и октомври валежите бяха над нормата. Вторичните максимуми бяха регистрирани през октомври и август.

УВОД

Водните проблеми в България са от общ интерес, който се засили след засушливия период 1982-1994. Влиянието на този период върху водните ресурси в България е отразено от Герасимов и др. (2001a, 2001b). Поведението на подземните води също бе анализирано (Vojilova et al., 2000; Orehova et al., 2001 and 2001a; Andreeva et al., 2001).

Сравнението на хидроложките години (ХГ) 2000 и 2001 за подземните води в България е направено от Орехова (2002a). Летните засушавания през тези години причиниха намаляване на дебитите при изворите. Екстремно сухото начало на ХГ 2001 също се отрази рязко отрицателно върху подземните води. Хидроложката година 2001 завърши с много сух месец октомври.

Целта на настоящото изследване е да се охарактеризират общите закономерности на режима на подземните води в България през хидроложката година 2002. Оценено бе влиянието на сухите и влажните периоди върху подбрани карстови извори и наблюдателни кладенци. За тази цел са изучавани измененията в режима на подземните води по отношение на предишния наблюдателен период. В България е прието хидроложката година да започва на 1 ноември от предишната календарна година, като нейната продължителност е точно 12 месеца.

ИНФОРМАЦИОННА БАЗА ДАННИ

Използвани са данните от Национални Метеорологична и Хидрогеоложка мрежи при Националния Институт по Метеорология и Хидрология. За целите на изследването

бяха обработени редици с валежни суми, температурата на въздуха, дебитите на извори и водните нива при кладенците.

Бяха подбрани хидрогеоложки пунктове и станции с дълъг период на наблюдения и минимална антропогенна намеса. Използвани са редиците с водни количества на извори и водни нива при кладенците от Опорната Хидрогеоложка мрежа, която стартира през 1958-1960 г. За подбраните извори измерванията са правени предимно 12 до 24 пъти годишно (веднъж до два пъти месечно). За някои извори ежедневните водни количества са получени с използване на ключови криви. Водните нива при кладенците се измерват обикновено веднъж месечно. С лимниграфи са оборудвани само малка част от пунктовете.

За целите на това изследване са подбрани няколко представителни извора дрениращи масиви изградени от мезозойски варовици и протерозойски мрамори (Антонов и др., 1980). Подбраните кладенци се отнасят към порови водоносни хоризонти в алувиални и пролувиални наслаги.

Измененията на дебитите на изворите и водните нива при кладенците през хидроложката година 2002 бяха оценени по отношение към периода 1961-1990.

АНАЛИЗ НА АНОМАЛИИТЕ НА ВАЛЕЖИТЕ И ТЕМПЕРАТУРАТА

Хидроложката година 2002 започна през ноември 2001 г. с поднормени валежни количества в почти цяла България. Тенденцията продължи през следващия месец декември. Аномалиите на температурите бяха под нормата през този период почти навсякъде. Двата зимни месеца януари и

февруари бяха топли. Февруари беше екстремно топъл - с аномалии на температурата до 6-7 °С над нормата. Общо валежите бяха под нормата навсякъде с някои изключително големи валежи носещи към общите между ½ и ¾ от месечната норма. За целия период ноември 2001 – февруари 2002 валежите бяха под нормата.

Валежите през пролетта бяха около нормата в повечето места и над нормата в Североизточна България. Рекордно най-влажен месец в почти цялата страна беше март.

Лятото беше доста влажно. Юли беше най-влажният с валежни количества между два и три пъти над нормата. През септември навсякъде беше студено и влажно. Валежните количества бяха до пет пъти превишили месечната норма за Черноморското крайбрежие. Септември 2002 беше екстремно влажен. Тенденцията беше запазена през втория есенен месец октомври. За целия период ноември 2001 – октомври 2002 валежните количества бяха около и над нормата.

ОСОБЕНОСТИ НА РЕЖИМА НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ

Представени са основните закономерности на режима на подземните води през хидроложката година 2002, за да се изяснят отличия му от многогодишните норми. Естественят режим е описан тук за някои типични случаи на карстови и порови водоносни хоризонти в България.

Средногодишни стойности за хидроложката година 2002

В този раздел са представени средногодишните стойности на дебитите на изворите и водните нива при кладенците. Режимът на подземните води през хидроложката година 2002 е даден в отклонения за някои представителни карстови извори (Таблица 1).

Таблица 1. Отклонения на годишните дебита на изворите за хидроложките години 2000 - 2002.

Средногодишните стойности на дебитите при изворите са дадени в отклонения от средномногогодишните им стойности

$$\varepsilon = \left(\frac{Q}{Q_N} - 1 \right) 100\% \quad (1)$$

където N е за периода 1961-1990. Този период бе приет от СМО за определяне на нормите (WMO, 1984).

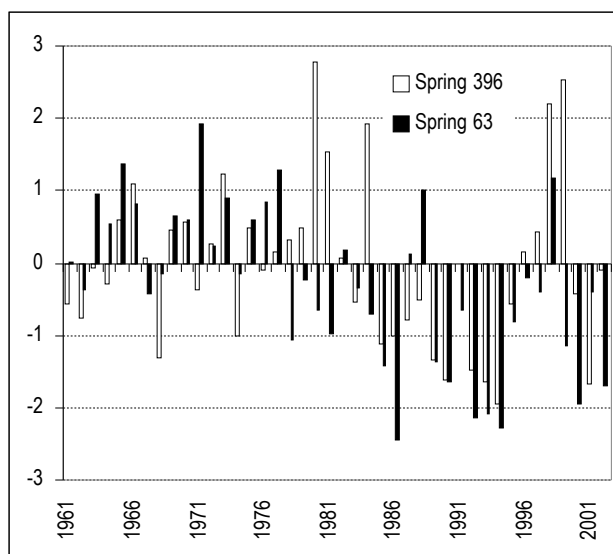
За Горнотракийската низина от водосборния басейн на р. Марица режимът на подземните води се характеризира с водните нива при наблюдателните кладенци (Таблица 2). Отклоненията на водните нива са дадени в абсолютни стойности от средномногогодишните им стойности за периода 1961-1990.

Таблица 2. Отклоненията на годишните водните нива в кладенците за хидроложките години 2000 - 2002.

В началото на първата колона в Таблицы 1-2 е показан номера на водостопанския район (ВСР). Той се отнася към водосборния басейн на река или част от него за по-голяма река (например Марица).

Анализът показва преобладаването на отрицателни тенденции за режима на подземните води през ХГ 2000 –

2002. За изворите намаляването на дебита през ХГ 2001 бе най-съществено средно 42%, за хидроложките години 2000 и 2002 - съответно 24% и 34%.



Фигура 1. Дебити на изворите № 396 и 63.

Хронологичната структура на водните количества за два карстови извора е представена на Фигура 1. Отклоненията тук са безразмерни и са изчислени с използването на годишните стойности на дебита:

$$\psi = \frac{Q - \bar{Q}}{\sigma_Q} \quad (2)$$

където \bar{Q} , σ_Q са съответно средна стойност и стандартно отклонение за периода 1961 - 1990 г. Ниските стойности за годините 2000 - 2002 са преобладаващи.

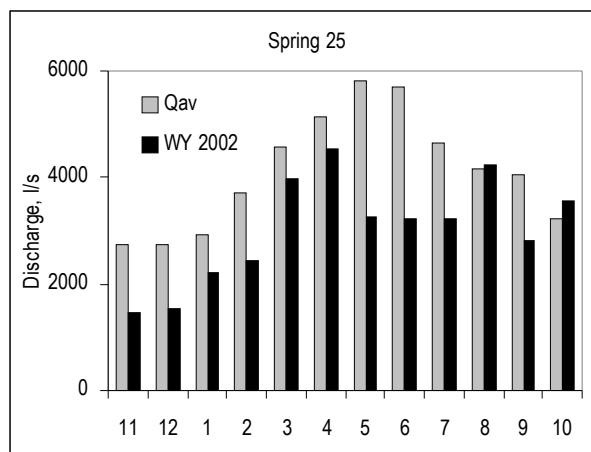
Анализ на режима на карстовите извори

Засушаването през първите 4 месеца на хидроложката година 2002 доведе до много ниски дебити на карстовите извори. Допълнителна причина за това бе екстремно сухия месец октомври, с който завърши предишната хидроложка година 2001 (Orefova, 2002a).

Обилни дъждове през март, в комбинация със снеготопене доведоха до повишени дебити при карстовите извори, особено в Северна България. Тогава се наблюдаваха първичните максимуми за реките и изворите в страната.

Влажният период юли-октомври причини завишени дебити на изворите и водните нива на кладенците. В този период беше регистриран вторичен максимум.

Няколко примера за вътрешногодишно разпределение на дебита на карстовите извори от Северна и Югоизточна България са представени на Фигури 2-5. Поради засушаването през първите 4 месеца от хидроложката година 2002, се наблюдаваха много ниски дебити. Главният максимум беше регистриран през март или април, а вторичният – през октомври или август.



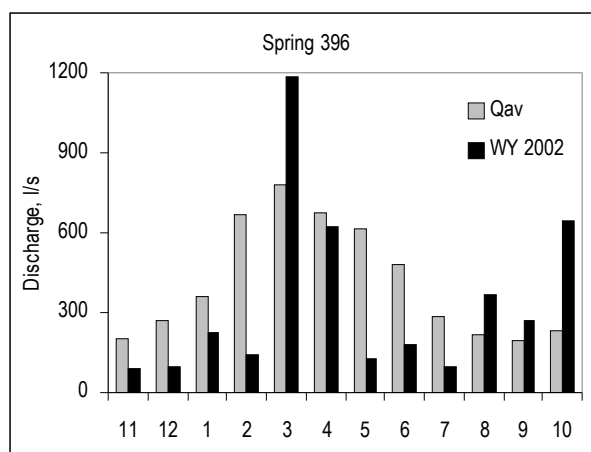
Фигура 2. Режим на извор 25 - Северна България.

Режим на извори в планински области

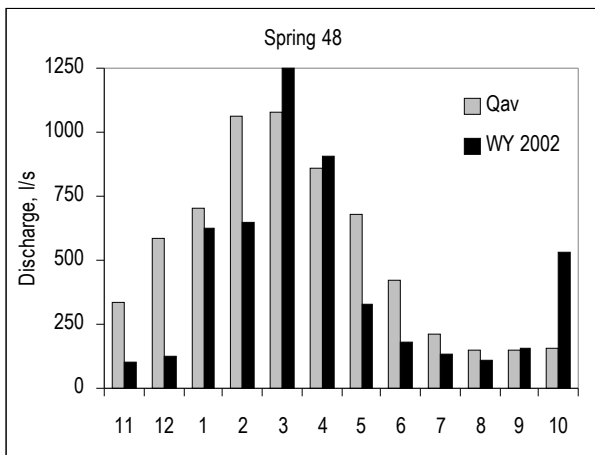
Карстовите извори с високопланински водосбори (Пирин, Родопите) се отличават със специфичен режим. Максималният дебит при тях се наблюдава по-късно, във връзка с по-късното снеготопене.

През първата половина на хидроложката година 2002 бяха регистрирани екстремно ниски водни количества, докато през септември и октомври се наблюдаваха стойности на дебита около или над многогодишните месечни норми (Фиг. 6-7). Максималното средномесечно водно количество при извор 59а бе регистрирано както обикновено през месец юни, а при извор 39а Беденски – през април.

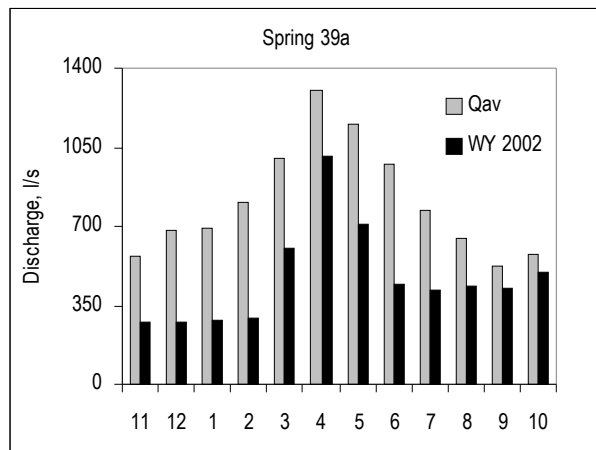
Водосборната област на извор 59а е разположена в защитената територия в Пирин. Пирин е включен в списък на ООН като част на Световното природно наследство.



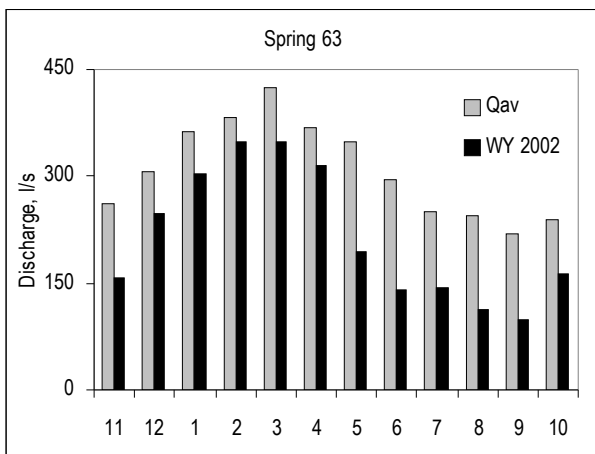
Фигура 3. Режим на извор 396 - Северна България.



Фигура 4. Режим на извор 48 - Северна България.



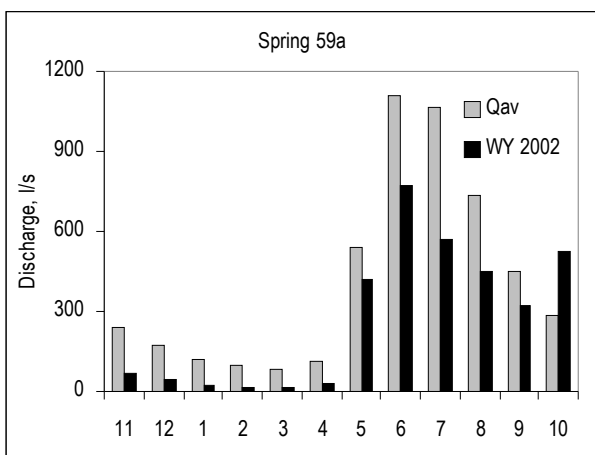
Фигура 7. Режим на извор 39a в Родопите.



Фигура 5. Режим на извор 63 – Югоизточна България.

Режим на водните нива в порови водоносни хоризонти

Подземните води в поровите водоносни хоризонти в алувиални и алувиално – пролувиални наслаги не показват бърза реакция на единични валежи, както е при карстовите извори. Те обаче са чувствителни към по-дълги сухи и влажни периоди. Засушаването през първите няколко месеца на хидроложката година 2002 причини спадане на водните нива (Фиг. 8-9).



Фигура 6. Режим на извор 59a - Пирин.

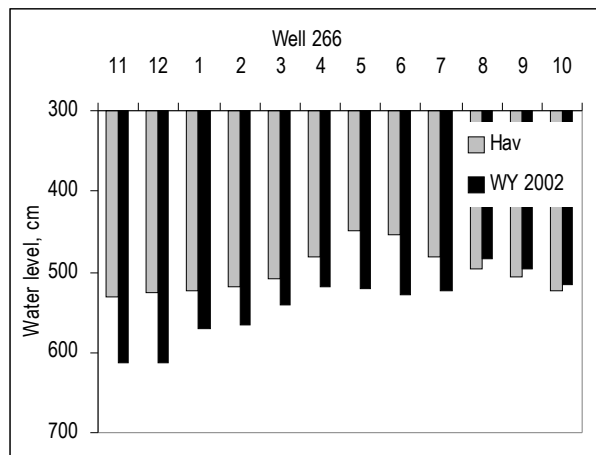
Март беше много влажен месец и валежите заедно със снеготопенето способстваха за ефективно подхранване на поровите водоносни хоризонти. Максималните нива обаче са били наблюдавани през месец април.

Валежите през летния период бяха активно разходвани за евапотранспирация на растения, и независимо от много влажното лято не доведоха до значително подхранване на подземните води. Минималните нива се наблюдаваха през юли или в началото на хидроложката година – през ноември – декември.

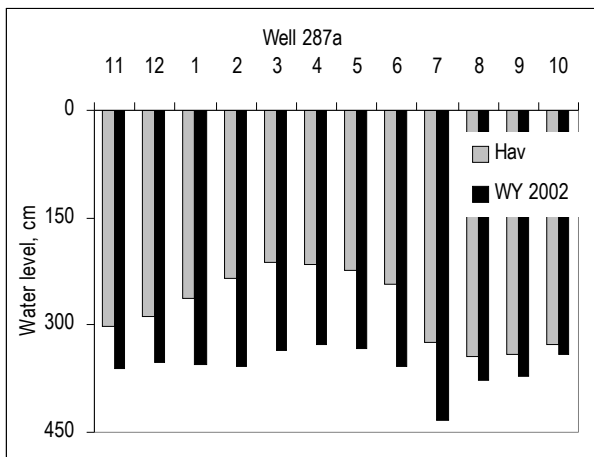
Септември бе изключително влажен месец, последван от също така влажен октомври. Есенните дъждове способстваха за подхранване на поровите водоносни хоризонти в страната.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Засушаването през периода ноември 2001 – февруари 2002 доведе до много ниски дебети на карстовите извори и водните нива при кладенците.



Фигура 8. Режим на кладенец 266 –Горнотракийска низина.



Фигура 9. Режим на кладенец 287а – Горнотракийска низина.

Намаляването на валежите през зимата (декември, януари и февруари) имаше силно отрицателно влияние върху режима на подземните води през хидроложката година 2002. Последният зимен месец февруари – екстремно топъл, се отрази изключително отрицателно върху валежните суми, което доведе до спада на дебитите на изворите и нивата в кладенците.

Първият пролетен месец март беше рекордно най-влажният месец и доведе до най-високия месечен дебит за изворите в страната. Вторичният максимум за изворите и кладенците беше наблюдаван през октомври. През есента имаше положително влияние на валежните количества върху подхранването на водоносните хоризонти.

ЛИТЕРАТУРА

- Andreeva, T., Orehova, T. 2001. Climate variability and its influence on groundwater in Central Bulgaria during the last decades. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 54(11), 39-44.
- Антонов Хр., Данчев, Д. 1980. Подземни води в НР България. София, изд. Техника, 360 стр.
- Bojilova, E., T.Orehova, 2000. Influence of drought period of 1982-1994 to the groundwater regime in the Danube hydrological zone, *XX Conference of the Danube countries, 4-8 September*, Bratislava, Slovak Republic.
- Бояджиев Н., Карстовите басейни в България и подземни им води, *Известия на Института по хидрология и метеорология*, 1964, Vol. II, 45-96.
- Gerassimov, S., Guenev, M., Bojilova, E., Orehova, T. 2001. Water resources in Bulgaria during the drought period - quantitative investigations. *29th IAHR Congress Proceedings*. Theme A "Development, Planning and Management of Surface and Ground Water Resources". Tsinghua University Press, Beijing, China, 70-77.
- Orehova T. 2002a. A comparison between water years 2000 and 2001 for groundwater in Bulgaria. *Proceedings of the 22-nd Annual AGY Hydrology Days*. 1-4.04.2002. Colorado State University. Fort Collins. CO. pp. 216-223.
- Orehova, T., Bojilova, E. 2001. Some investigations concerning groundwater regime in the Mediterranean and Black Sea zones in Bulgaria. *3rd Int. Conf. "Future Groundwater Resources at Risk"*, Lisbon, Portugal.
- Orehova, T., Bojilova, E. 2001a. Impact of the recent drought period on groundwater in Bulgaria. *29th IAHR Congress Proceedings*. Theme A "Development, Planning and Management of Surface and Ground Water Resources". Tsinghua University Press, Beijing, China, 1-6.
- World Meteorological Organization (WMO), Technical Regulations. Basic Documents No.2, Vol. 1 - General Meteorological Standards and Recommended Practices. WMO No. 49, WMO, Geneva, Switzerland, 1984.

Препоръчана за публикуване от
катедра "Хидрогеология и инженерна геология", ГПФ

CHARACTERISTIC FEATURES OF WATER YEAR 2002 FOR GROUNDWATER IN BULGARIA

Tatiana Orehova¹, Teodosia Andreeva²

¹ National Institute of Meteorology and Hydrology, Department of Hydrology, Sofia 1784, 66, Tzarigradso shaussee, Bulgaria, E-mail: Tatiana.Orehova@meteo.bg

² National Institute of Meteorology and Hydrology, Department of Forecast, Sofia 1784, 66, Tzarigradso shaussee, Bulgaria, E-mail: Teodosia.Andreeva@meteo.bg

ABSTRACT

The purpose of the present contribution is to clarify the impact of the temperature and precipitation anomalies during the Water Year 2002 on the groundwater regime in Bulgaria. The analysis is based on data from National Hydrogeological Network: spring discharges and water levels for observational wells. Mean monthly temperatures and monthly precipitation values originate from synoptic stations in Bulgaria.

The period November 2001 – February 2002 is characterised with precipitation sums below normal. As a result very low spring discharges and groundwater levels were registered. Heavy rainfalls in March in combination with snowmelt caused very high springflows. Then primary maximums for karstic springs in most regions of the country were observed.

The summer 2002 was very wet. During September and October the precipitation sums were above normal. The secondary maximums for springs were registered in October or August.

INTRODUCTION

The problem of water resources in Bulgaria is of common interest, especially after the drought period 1982-1994. Gerassimov et al. (2001) analysed the impact of this drought period on water resources in Bulgaria. The behaviour of the groundwater was analysed as well (Bojilova et al., 2000; Orehova et al., 2001 and 2001a; Andreeva et al., 2001).

A comparison between Water Years (WY) 2000 and 2001 for groundwater in Bulgaria was made by Orehova (2002a). Summer droughts 2000 and 2001 caused reduction of spring discharges. Extremely dry beginning of the WY 2001 had strong negative impact on groundwater as well. The end of the Water Year 2001 was very dry.

The aim of the present study is to characterize the general behaviour of the groundwater regime in Bulgaria during the Water Year 2002. The influence of the dry and wet periods on the regime of selected karstic springs and observational wells was estimated. For this reason the variations in the groundwater time series were studied in relation to the previous observational period. In Bulgaria the beginning of Water (Hydrological) year is accepted on the 1st November of the previous calendar year. It lasts exactly 12 months.

INFORMATION DATA BASE

Data from National Meteorological and Hydrogeological Networks located in the National Institute of Meteorology and Hydrology were processed. For this study, time-series of precipitation, air temperature, discharge for karstic springs and water level for observational wells were utilized.

The hydrogeological stations with long period of observation and minimal human impact were selected. Time series from National hydrogeological network that starts from 1958-1960 were used. They are spring discharges and water levels for the observation wells. For the chosen springs the measurements are made usually from 12 to 24 annually (once-twice in a month). For some springs the daily data are obtained using rating curves. Water level in observational wells is measured usu-

ally once in a month. Some of the stations are observed several times monthly. Water level recorders are available only for small number of the stations.

For the purpose of this study, some representative springs were chosen related to elevated massifs of Mesozoic limestone and Proterozoic marbles (Antonov et al., 1980; Boyadjiev, 1964). The selected wells refer to porous aquifers in alluvial and proluvial deposits.

The variations of spring discharges and ground water levels during the Water Year 2002 were estimated expressed in relation to the 1961-1990 periods.

ANALYSIS OF THE PRECIPITATION AND THE TEMPERATURE ANOMALIES

The Water Year 2002 started in November 2001 with lower rainfall amounts relative to normal in most regions of Bulgaria. The tendency continued during the next month December. The temperature anomalies were below normal almost everywhere during this period. The two winter months – January and February were warm. February was extremely warm – with the anomalies 6-7 °C above normal. The rainfall totals were below normal everywhere with some exceptionally heavy daily falls bringing totals between ½ and ¾ to the month normal. For all period November 2001 – February 2002 the rainfall amounts were below normal.

Rainfall during the spring was about normal in more regions and above normal in Northeast Bulgaria. The wettest month on record in most places was March.

The summer was very wet. The wettest month was July with rainfall amounts between two and three times above normal. September was cool and wet everywhere. The rainfall amounts were up to five times the month normal at the Black Sea region. September 2002 was extremely wet. The tendency was preserved during the second autumn month, October. For all period November 2001 – October 2002 the rainfall amounts were about and above normal.

BASIC FEATURES OF THE GROUNDWATER REGIME

To reveal anomalies of the groundwater regime during the Water Year 2002, the basic features of it are presented. The natural groundwater regime in Bulgaria is described here for some common cases of karstic and porous aquifers.

Mean yearly values for the Water Year 2002

In this section, average values of spring discharges and water level for observational wells are presented. The groundwater regime during the Water Year 2002 is executed in deviations for some representative karstic springs (see Table 1).

Table 1. Deviations of the mean yearly spring discharge for the Water Years 2000 - 2002.

For the Upper Tracian Kettle in the Maritza watershed, the regime of the groundwater during Water Years 2000 - 2002 is characterized on the base of water levels in observational wells (see Table 2). The deviations for water levels are given in absolute values in respect from their multiannual values for the climatic period 1961-1990.

Table 2. Deviations of the mean yearly water levels in wells for the Water Years 2000 - 2002.

The number of the water region (WR) is indicated in the beginning of the first column in Tables 1-2. It refers to the watershed of one river or to part of the watershed for larger river body (i.e. Maritza).

The analysis shows the reduction of spring flow and falling of water levels for most of stations for the years 2000-2002. In average, the decrease for the Water Year 2001 was stronger - about 42% for spring flow compared to 24% and 34% for the Water Years 2000 and 2002 respectively. Low values of spring discharge and water levels were typical for the year 2001 due to extremely dry beginning of the Water Year and dry summer.

The deviations of mean yearly values for spring discharges were calculated in respect from their multiannual values by

$$\varepsilon = \left(\frac{Q}{Q_N} - 1 \right) 100\% \quad (1)$$

where N refers to the period 1961-1990. This period was chosen taking into account the recommendation of WMO for defining of normals (WMO, 1984).

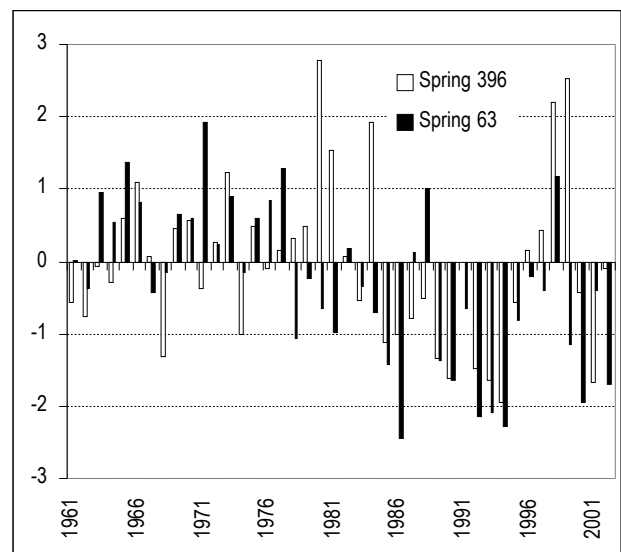


Figure 1. Discharge of springs 341 and 63 in relative deviations

The chronological structure for two karstic springs is presented in Figure 1. The deviations here are dimensionless and are calculated using annual discharges:

$$\psi = \frac{Q - \bar{Q}}{\sigma_Q} \quad (2)$$

where \bar{Q} , σ_Q are average values and standard deviations for the 1961 - 1990 period respectively. Low values of spring discharges for years 2000 - 2002 are evident.

Interannual regime for karstic springs

The predominance of drought during the first 4-month period of the WY 2002 resulted in very low spring discharges. An additional reason for this was extremely dry October 2001 that finished the previous WY 2001 (Orehova, 2002a).

Heavy rainfalls in March in combination with snowmelt caused floods in rivers and increased discharges of karstic springs especially in Northern Bulgaria. The primary maximums for the rivers and springs were observed in the country in March - April.

The wet period July-October caused high springflows and water levels. Then secondary maximums were observed.

Some examples of the interannual regime for karstic springs from the North and Southeast Bulgaria are presented in Figures 2-5. Due to predominance of drought during the first 4-month period of the WY 2002, very low discharges and levels were registered. The primary maximum was registered during March or April and the secondary one – in October or August.

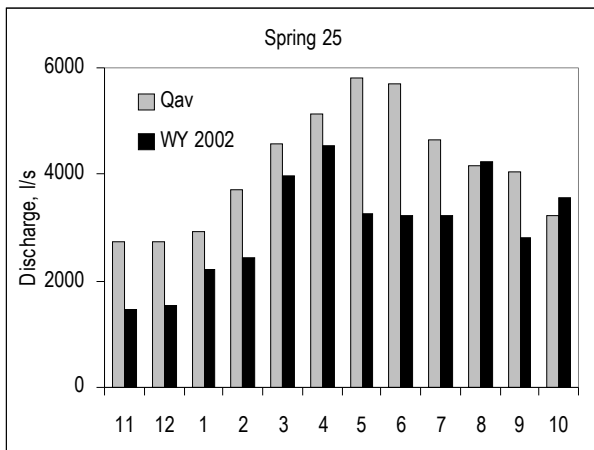


Figure 2. Regime of spring 25 in the North Bulgaria.

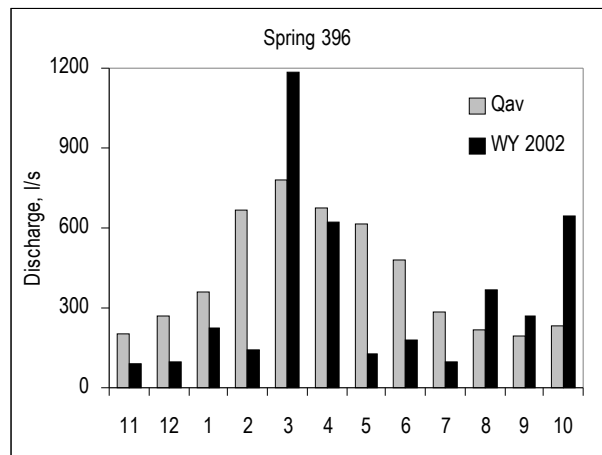


Figure 3. Regime of spring 396 in the North Bulgaria.

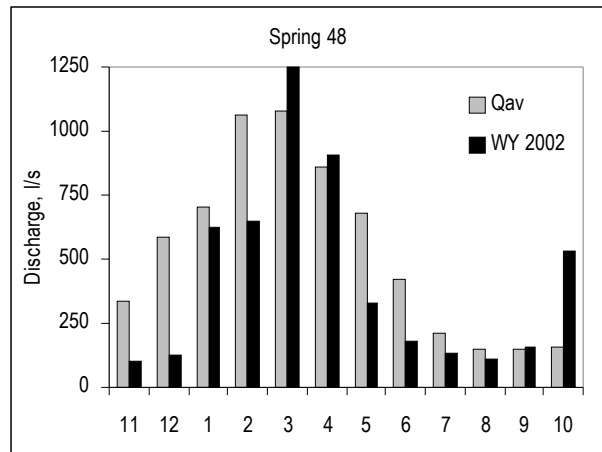


Figure 4. Regime of spring 48 in the North Bulgaria.

Regime of springs in mountainous regions

The karstic springs with watersheds in high mountains Pirin and Rhodopes are characterized with specific regime. Their maximal springflows are observed later due to later snowmelt.

During the first half-year period of WY 2002 extremely low discharges were registered, whereas in September and October the values about or above their multi-annual norms were observed (Fig. 6-7). The maximal monthly discharge for spring 59a was registered as usual in June, and for spring Beden 39a – in April.

The drainage basin of the spring 59a is located in preserved area of Pirin mountain. Pirin mountain is included in the list of United Nations Organization as a part of World natural heritage.

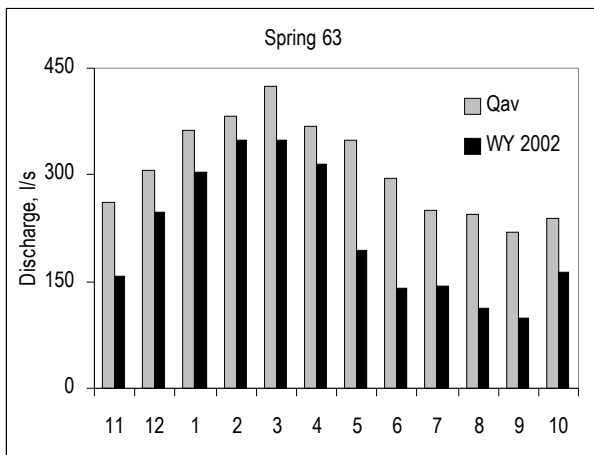


Figure 5. Regime of spring 63 in the Southeast Bulgaria.

Regime of water levels in porous aquifers

Aquifers in porous media in alluvial and proluvial deposits do not show quick reaction to the precipitation occurrence as karstic springs. They however are sensible to droughts or wet periods. The drought during the first several months of the WY 2002 caused falling of water tables (Figures 8-9).

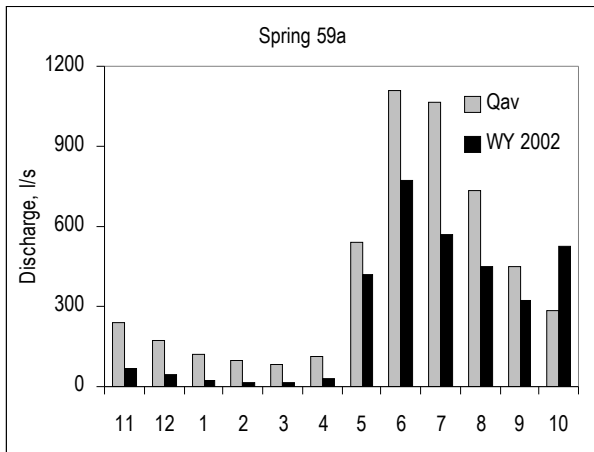


Figure 6. Regime of spring 59a in the mountain Pirin from the Southwest Bulgaria.

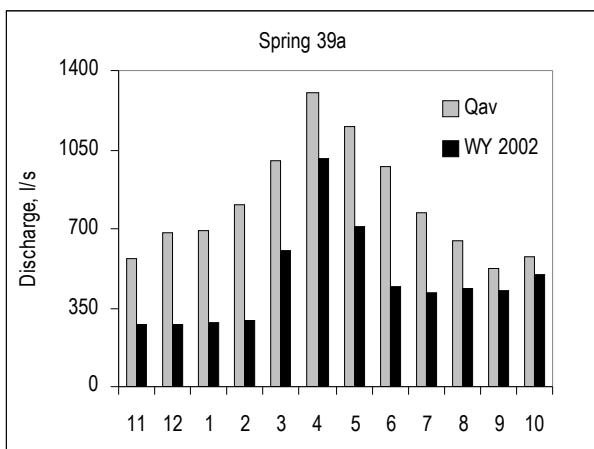


Figure 7. Regime of spring 39a in the mountain Rhodopes from the South Bulgaria.

March was very wet month, and precipitation together with snowmelt contributed to effective recharge of porous aquifers.

The highest water levels however were observed later during April.

Precipitation amounts during summer were used to evapotranspiration by plants, and regardless of very wet summer they did not contribute to important recharge of groundwater.

Minimal water levels were registered in July or in the beginning of the WY 2002 – in November-December.

September 2002 was extremely wet, followed by wet October. The autumn precipitation contributed to recharge of porous aquifers in the country.

CONCLUSION

Long lasting drought during November 2001 – February 2002 caused low values for spring discharges and water levels in wells during Water Year 2002.

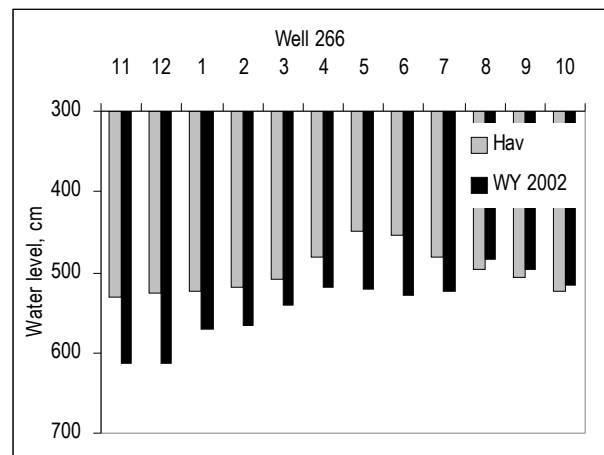


Figure 8. Regime of observational well 266 in the Upper Tracian Kettle.

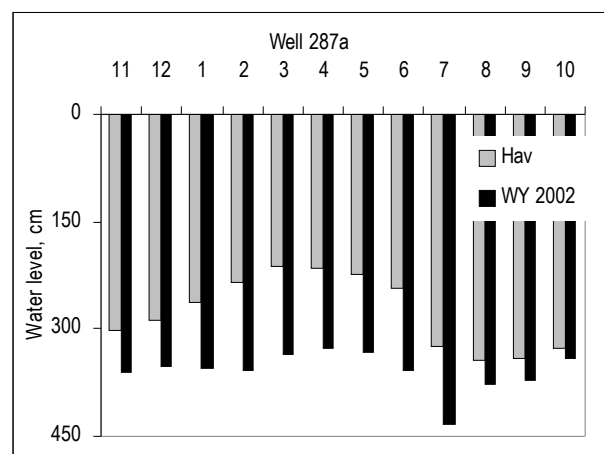


Figure 9. Regime of observational well 287a in the Upper Tracian Kettle.

The reduction of the precipitation during the winter (December, January and February) had strong negative impact on groundwater regime in WY 2002. The last winter month Febru-

ary - extremely warm, had negative impact on the rainfall amount and on the springflows and water levels.

The first spring month March was the wettest month on record and caused the highest discharges for springs in the country. The secondary maximum for springs and wells were observed during October. Precipitation amounts about and above normal during autumn had positive influence on the groundwater recharge.

REFERENCES

- Andreeva, T., Orehova, T. 2001. Climate variability and its influence on groundwater in Central Bulgaria during the last decades. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, **54**(11), 39-44.
- Antonov H., Danchev, D. 1980. Groundwater in the Republic Bulgaria. Sofia, "Technika", 360 p. (in Bulgarian).
- Bojilova, E., T.Orehova, 2000. Influence of drought period of 1982-1994 to the groundwater regime in the Danube hydrological zone, *XX Conference of the Danube countries, 4-8 September*, Bratislava, Slovak Republic.
- Boyadjiev N., The karst basins in Bulgaria and their groundwaters, *Bulletin of the Institute of Hydrology and Meteorology*, 1964, Vol. II, 45-96 (in Bulgarian).
- Gerassimov, S., Guenev, M., Bojilova, E., Orehova, T. 2001. Water resources in Bulgaria during the drought period - quantitative investigations. *29th IAHR Congress Proceedings*. Theme A "Development, Planning and Management of Surface and Ground Water Resources". Tsinghua University Press, Beijing, China, 70-77.
- Orehova T. 2002a. A comparison between water years 2000 and 2001 for groundwater in Bulgaria. *Proceedings of the 22-nd Annual AGY Hydrology Days. 1-4.04.2002*. Colorado State University. Fort Collins. CO. pp. 216-223.
- Orehova, T., Bojilova, E. 2001. Some investigations concerning groundwater regime in the Mediterranean and Black Sea zones in Bulgaria. *3rd Int. Conf. "Future Groundwater Resources at Risk"*, Lisbon, Portugal.
- Orehova, T., Bojilova, E. 2001a. Impact of the recent drought period on groundwater in Bulgaria. *29th IAHR Congress Proceedings*. Theme A "Development, Planning and Management of Surface and Ground Water Resources". Tsinghua University Press, Beijing, China, 1-6.
- World Meteorological Organization (WMO), Technical Regulations. Basic Documents No.2, Vol. 1 - General Meteorological Standards and Recommended Practices. WMO No. 49, WMO, Geneva, Switzerland, 1984.

*Recommended for publication by Department
of Hydrogeology and Engineering Geology, Faculty of Geology*