



РЕДАКТОРСКИ БЕЛЕЖКИ

Уважаеми читатели,

Вие държите в ръцете си поредния специален брой на Българското списание по метеорология и хидрология. В него са публикувани статии от млади хора, участници в целевата група по проект **BG051PO001-3.3.06** “Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти, специализанти и млади учени” с бенефициент Националният институт по метеорология и хидрология при Българската академия на науките. Проектът е финансиран по Оперативна програма “Развитие на човешките ресурси” 2007 – 2013.

Публикуваните в този брой материали са изнесени на Националния научен семинар по проекта, проведен в гр. Хисаря, в периода 28.09. – 01.10.2015 г. и са плод на изследванията на младите учени и техните ръководители, извършени в рамките на проект “Програма за мултидисциплинарно обучение на докторанти и млади учени, насочена към подобряване на дейностите в България по изграждане на интегрирана система за наблюдение и информационно обслужване в метеорологията, хидрологията и геофизиката с цел намаляване на риска от бедствия, рационално използване и опазване на природните ресурси и изследване на климатични промени”. Други три изследвания, подготвени също от членове на целевата група и изнесени на същия семинар, които са на английски език, ще бъдат публикувани в следващия редовен брой на това списание.

В този брой ще намерите и подробен обзор (хроника) на синоптичните обстановки довели до няколко големи наводнения през 2014г и интерпретацията им от хидроложка гледна точка.

Екатерина Бъчварова (Редактор)

Татяна Спасова (Технически редактор)



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001-3.3.06-0063

ЕВРОПЕЙСКИ СОЦИАЛЕН ФОНД 2007 - 2013 ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
“РАЗВИТИЕ НА ЧОВЕШКИТЕ РЕСУРСИ”
ИНВЕСТИРА ВЪВ ВАШЕТО БЪДЕЩЕ!



Европейски социален фонд



Сравнителен анализ на случаи на зимно и лятно торнадо в България

Лилия Бочева*, Илиан Господинов, Петьо Симеонов

*Национален институт по метеорология и хидрология - БАН,
бул. „Цариградско шосе“ 66, 1784 София*

Резюме: Макар и рядко, при обстановки с развитието на мощни конвективни бури се образуват смерчове (или локални торнада) – у нас най-често над пресечени планински терени или над морската акватория. Това е опасно явление, което е трудно за прогнозиране без наличие на специализирана техника. Често смерчът се бърка с т.нар. “падащ” вятър или шквалист вятър. За отличаването му и определяне силата на смерча (торнадото) е важно да се знаят освен физически и пространствено-времеви характеристики, така и данни за характера и размера на щетите.

В настоящето изследване е направено подробно сравнение за торнада, развиващи се над равнинна повърхност: две типично „летни” в един и същи ден в Северозападна България и едно „зимно” в Централна Южна България, за които има пълна аерологична, радарна, спътникова и синоптична информация.

Ключови думи: торнадо; сравнителен анализ; България

1. УВОД

Торнадо е силен атмосферен вихър, който образува въртящ се стълб от въздух, свързващ повърхността на земята с купесто-дъждовен (Cb) или в редки случаи – с купест облак (Cu). Независимо, че в метеорологията се определя като дребномащабен вихър с ширина от няколко десетки метра максимум до 2 km и време на живот от няколко минути до няколко часа, този тип вихър причинява значителни материални щети и човешки жертви. Изследва се трудно, като най-вече се описва динамиката в и около „фунията” на вихъра.

* Lilia.Bocheva@meteo.bg

Средно годишно в Европа възникват около 300 торнада и водни смерчове, което е 4 пъти по-малко от регистрираните за територията на САЩ (Dotzek, 2003). Според пространственото разпределение на торнадата в Европа най-голяма е честотата им между 45° и 55° с.ш. Северно от тази зона активността рязко намалява, докато южно от нея, макар броят на регистрираните торнада да е по-малък, то в отделни райони особено в Югоизточна Европа се наблюдава концентрация на по-мощни вихри (Graf, 2008).

В Северното полукълбо торнадата възникват по-често през пролетта и много по-рядко през зимата, но реално появяването им е възможно по всяко време на годината, стига да съществуват благоприятни за това условия. В Европа (без Великобритания) торнадата възникват главно през лятото (46.9%) и есента (24.4%). Най-малко случаи са регистрирани през зимата (12.7%) и пролетта (16.0%) - според Graf (2008).

Макар и рядко, при обстановки, свързани с развитието на мощни конвективни бури, у нас се образуват торнада – най-често над пресечени планински терени или над морската акватория. През последните 10-15 години, благодарение на бурното развитие на електрониката, телекомуникациите, Интернет и др., съобщенията за торнада в медиите значително се увеличиха. Събраната по-пълна информация за случаи на торнадо в България след 1995 г. и нарастналите технически възможности за регистрацията и изследването на тези явления води и до нарастване и на изследванията на това явление за територията на страната - Simeonov and Georgiev (2001, 2003); Латинов (2006); Simeonov et al. (2011); Bocheva and Gospodinov (2015) и др. Получените резултати показват, че честотата, интензивността и годишното разпределение на торнадата и водните смерчове в България особено след 2000 г. (когато можем да твърдим, че торнадата са регистрирани най-системно) са съизмерими със стойностите за съседни и близки на България региони от Европа. (Holzer, 2000; Sioutas, 2011; Renko et al., 2013). След 2003 г. има регистрирани 5 случая на торнадо през студеното полугодие – 2 в Северна и 3 в Южна България. Всички случаи на „зимно” торнадо са свързани с нетипични за сезона синоптични обстановки с развитие на мощна конвекция.

В настоящето изследване е представен сравнителен анализ на случаи на торнадо през топлото и през студеното полугодие като са пресметнати и термодинамичните характеристикти на атмосферата при тези явления.

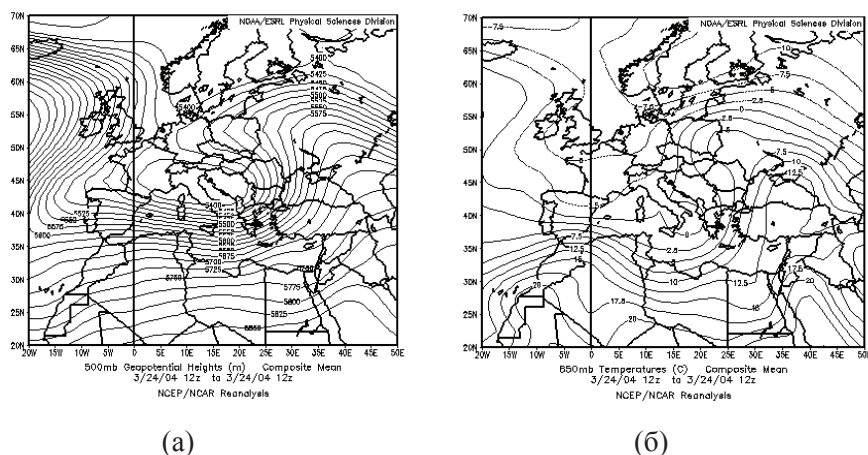
2. МЕТОД НА ИЗСЛЕДВАНЕ

За изследване и описание на избраните случаи на торнадо в България са използвани синоптични данни от метеорологичната мрежа на Националния институт по метеорология и хидрология (НИМХ), данни от аерологичния сондаж в НИМХ, радарна и спътникова (EUMETSAT) информация, данни за щетите от местната администрация, полеви обследвания и от медиите. Данните от аерологичния

сондаж са анализирани по метода представен в Simeonov and Georgiev (2001), като резултатите от анализите показват основни характеристики на вертикалните слоеве на атмосферата в околността на смерча. Използваната радарна информация е от измерванията с Автоматизираната радарна система (X and S-band AMS-MRL5) на НИМХ в с. Гелеменово (Пазарджишка област) и от радарите на Изпълнителна агенция „Борба с градушките” (ИАБГ) – S-band AMS-MRL5, които от 2008 г. имат и доплерово измерване на вятъра във височина. Радарната и спътникова информация е използвана за определяне на характеристиките на конвективните бури и особеностите на торнадата. По наличната информация е направена и класификация на торнадата според скалата на Фуджита (Fujita and Pearson, 1973). За изследване на синоптичните обстановки са използвани както карти от синоптичния архив на НИМХ, така и данни от NCAR/NCEP Reanalysis data, разпространени от NOAA/ESRL Physical Sciences Division, Boulder Colorado чрез техния уеб-сайт (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/>).

3. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ

В настоящето изследване е направено подробно сравнение за торнада, развиващи се над равнинна повърхност: две типично „летни” в Северозападна България и едно „зимно” в Централна Южна България, за които има пълна аерологична, радарна, спътникова и синоптична информация.



Фиг. 1. 24.03.2004 г., 12:00 UTC: а) поле на налягането на 500 hPa геопотенциална височина. б) поле на температурата (°C) на 850 hPa геопотенциална височина.

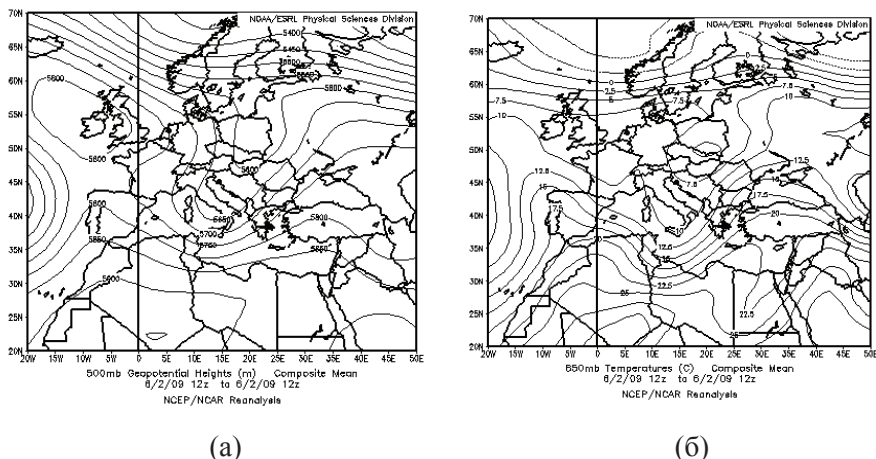
Първото торнадо е регистрирано на 24 март, в края на зимата. То е свързано с мощно вертикално развитие на пролетно-летен тип конвективна облачност (Cb). В продължение на две седмици преди 24.03.2004 г. времето в България е необичайно

сухо и топло за сезона. В същото време, западно от страната се спуска дълбока долина. Така, на 24.03.2004 г., потокът в средната тропосфера над страната е с посока от юг на север (фиг. 1). В случая зоналното разположение на Родопите служи за преграда по линията на студения фронт и подпомага образуването на мощна конвективна облачност, която се премества и доразвива над Горнотракийската низина, като достига максимума си край с. Болярци. Максималното радарно ехо достига над 9 km височина (фиг. 4б). Този случай е интересен и от гледна точка на факта, че е потвърждение на изводите, направени в Bocheva et al. (2007), за нарастване на броя на опасни метеорологични явления, свързани с развитието на Средиземноморски циклони през студеното полугодие.

Торнадото преминава от запад на изток през с. Болярци, област Пловдив. Нанася щети на 12 къщи и изкоренява 7 дървета, независимо, че според свидетелства на очевидци, продължава само 10 минути и изминава около 400 m път през селото (табл.1). Според наличната информация то е класифицирано като F1 по скалата на Фуджита. След торнадото пада град с големина на лешник. Изчислени са някои индекси на неустойчивост (табл. 2), като за целта са използвани данни от аерологичния сондаж в София и приземни данни от синоптична станция Пловдив (максимална температура $T_{\max} = 17.6^{\circ}\text{C}$ и точка на оросяване $T_d = 7.0^{\circ}\text{C}$). Резултатите са представени в табл. 2 и от там се вижда, че стойностите са много близки до индексите, характерни за летен тип конвективни облаци. Те са по-високи от представените в Bocheva et al. (2009) за торнадото от 15.02.2005 г. ($DT_m = 7.0^{\circ}\text{C}$; $CAPE = 1218\text{ J/kg}$; отношението $R_{CAPE} = 0.41$, $w_{\max} = 13.3\text{ m/s}$, и др.). Характерно за този случай е голямата промяна в профила на влажността между по-ниските и по-високите слоеве на атмосферата над София. Докато в слоя между 1-4 km относителната влажност на въздуха е над 90%, то слойт над него между 4 и 7 km е значително по-сух (фиг. 3а). Наличието на слой от влажен въздух в ниската тропосфера и слой с много сух въздух над него създава подходящи условия за развитието на мощна конвективна буря МКБ (Martín et al., 1997; Georgiev, 2003). Този профил на влажността е подобен на анализирания от Simeonov and Georgiev (2001, 2003) вертикални профили на няколко случая на типично летни торнада над страната.

Таблица 1. Основни характеристики на 3 торнада, регистрирани в два дни с МКБ

Дата	Начало	Прод. на процеса	Прод. на смерча	Мах. ск. на вятъра	Мах. разм. на град. зърна	Дълж. на пътя	Шир. на пътя	Щети
	hh:mm	min	min	m/s	cm	km	m	лева
24.03.2004	16:30	20	10	20	2.0	0.4	35-130	17 000
02.06.2009	15:58	75	22	>35	9.0	14	80-100	230 000
02.06.2009	16:35	75	14	35	7.5	3	50-80	450 000



Фиг. 2. 02.06.2009 г., 12:00 UTC: а) поле на налягането на 500 hPa геопотенциална височина; б) поле на температурата (°C) на 850 hPa геопотенциална височина.

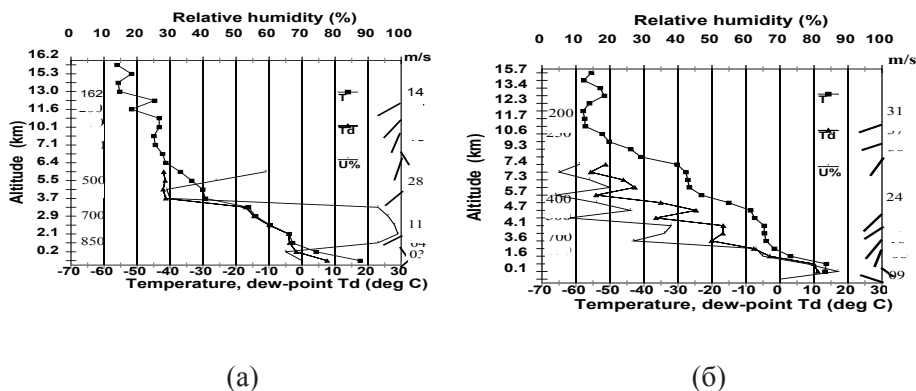
Таблица 2. Термодинамични характеристики и индекси на неустойчивост на атмосферата.

Индекс	Мерна единица	24.03.2004 г. Боярци	02.06.2009 г. Хайредин и Търнава
DTm	°C	8.3	12.6
S_{DT75}	°C	14.5	16.4
S_{DT754}	°C	21.7	28.4
w_{max}	m/s	16.4	19.8
Z_{wmax}	km	5.7	8.4
Z_{EL}	km	8.5	12.6
$CAPE$	J/kg	1605	3712
R_{CAPE}	отношение	0.41	0.72
Δv	m/s	25	20

Индексите в табл. 2 са както следва:

DTm – максимална температурна разлика между температурната и адиабатната крива;
 S_{DT75} и S_{DT754} – суми на температурните разлики на нива 700-, 500- или 700-, 500-, и 400 hPa;
 w_{max} – максимална скорост на вятъра във възходящия поток;
 Z_{wmax} – височина на w_{max} ;
 Z_{EL} – височина на нивото на равновесие (Equilibrium Level - EL);
 $CAPE$ – енергия на неустойчивост (Convective Available Potential Energy);
 R_{CAPE} – отношение между частта CAPE (между 500 hPa и EL) към цялата положителна по абсолютна стойност CAPE;
 Δv – разлика в скоростта на вятъра между нива 300-700 hPa.

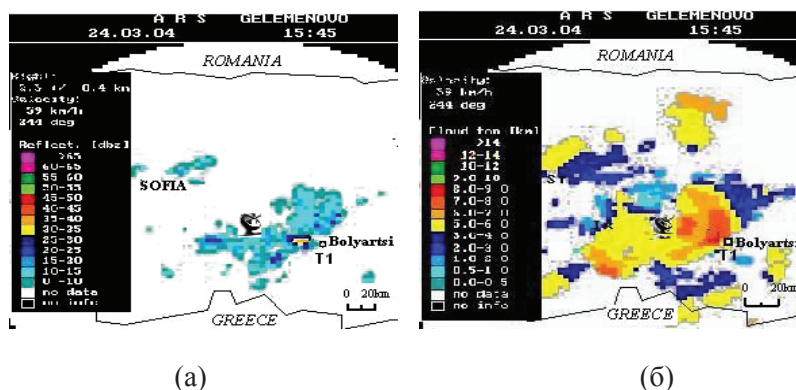
Вторият конвективен щорм, който се анализира, е от 02.06.2009 г., когато в област Враца последователно са регистрирани две торнада. Двата мощни вихъра са детайлно изследвани с помощта на радара на Агенцията за борба с градушките в с. Бърдарски геран (MRL5 S-band, Doppler upgrade). Те възникват през м. юни, в пика на сезона на конвективните бури в северозападна България (Bocheva et al., 2013). В този случай на синоптичните карти от всички нива се наблюдава дълбока долина на запад от страната и североизточен поток в средната тропосфера, който засяга Северозападна България (фиг. 2). Зоналното разположение на Стара планина спрямо потока, допълнително благоприятства развитието на мощна конвекция. Атмосферният поток в средната тропосфера я пренася над Дунавската равнина, където се доразвива и създава отлични условия за торнадо-генез. Основните характеристики на регистрираните 2 случая на торнадо на 02.06.2009 г., както и някои индекси на неустойчивост на атмосферата са представени в табл. 1 и 2, като изчисленията са направени на базата на аерологичния сондаж от София и приземните данни от най-близката синоптична станция в района, тази в гр. Кнежа. Получените стойности на индексите са много високи и типични за летен тип гръмотевична буря. Вертикалният профил на влагата в атмосферата (фиг. 3б) показва слой от влажен въздух между 0.5 km и 4 km, докато над него между 4 и 8 km е разположен сравнително сух слой въздух. Радарното ехо от върха на облаците над Хайредин и Търнава показва височина над 15 km.



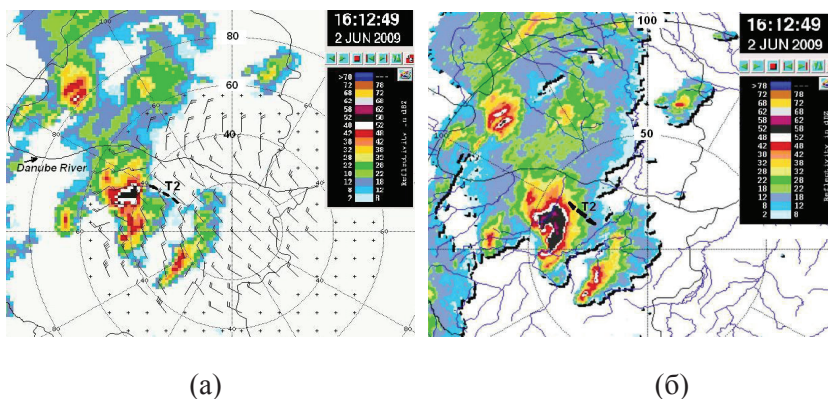
Фиг. 3. Данни от аерологичния сондаж на атмосферата в София: (а) на 24.03.2004 г. (б) на 02.06.2009 г.

Радарните изображения на фиг. 5 и 6 показват наличието на т.н. „bow echo” формация в максималната фаза на развитие на бурята (най-тъмната част с форма на запетая). Тази структура е типична за МКБ с развитие на торнадо. В тези случаи наличието на вихър е регистрирано и в радарните изображения с полето на вятъра. На фиг. 5а и фиг. 6а е показана радарната отражаемост на 2.5 km, представена чрез индикатора за кръгов обзор на постоянна височина CAPPI

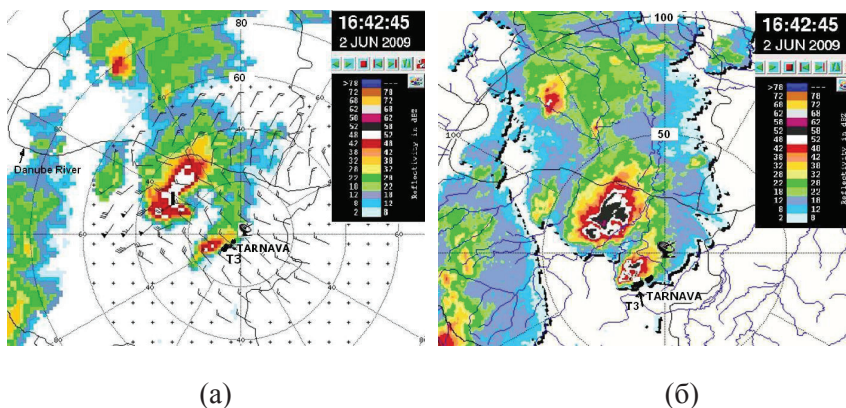
(Constant Altitude Plan Position Indicator) в комбинация с доплерово векторно измерване на вятъра, осреднено за слоя 0.5-1.5 km. Индикаторът CAPPI се използва за оценка на параметрите на движение на предполагаемото торнадо, както и за потвърждаването му.



Фиг. 4. Изображения на конвективната буря от 15:45 часа на 24.03.2004 г. край с. Болярци от радара на НИМХ (X-band AMS-MRL5) в с.Гелеменово: (а) радарна отразаемост на 2.5 km чрез CAPPI; (б) радарно ехо от върха на облака (km).



Фиг. 5. Изображения на конвективната буря от 16:12:49 часа на 02.06.2009 г. между Вълчедръм и с. Хайредин от радара на ИАБГ в с.Бърдарски геран а) радарна отразаемост на 2.5 km чрез CAPPI в комбинация с доплерово векторно измерване на вятъра; б) максимална отразаемост на bow echo формацията (най-тъмната част с форма на запетая и отразаемост над 60 dBZ). Пунктирът показва пътя на торнадото.



Фиг. 6. Същото както при фиг. 5, но се отнася за конвективната буря от 16:42:45 часа на 02.06.2008 г. край с. Търнава. Максималната отразаемост на б) е до 55 dBz.

Първото торнадо (фиг. 5а) изминава път около 14 km и унищожава около 200 ha посеви с пшеница и слънчоглед – след него остават големи кръгове с изравнени със земята стръкове. Според данните за щетите то е класифицирано като F2 по скалата на Фуджита. В с. Хайредин е разрушен покрива на метеорологичната станция, както и покривите на още 5 къщи. Има много изпочупени прозорци, бутнати комини и стени. Измерена е скорост на вятъра над 35 m/s и интензивен град с размер на зърната до 9 cm в диаметър. Нанесени са щети за над 230 хил. лева (табл. 1).

Второто торнадо в този ден е регистрирано близо до с. Търнава, разположено на около 20 km югоизточно от Хайредин. То нанася значителни щети на 60 къщи (разрушени покриви и комини, счупени прозорци и врати) и унищожава около 120 ha посеви със зърнени култури в района. То също може да бъде класифицирано от степен F2. По свидетелства на очевидци и радарни данни, торнадото в района на Търнава е с продължителност около 15 минути, но щетите от преминаването му, както и от последвалата го силна градушка (максимален размер на градовите зърна над 7 cm) са за около половин милион лева (табл.1).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Регистрираните случаи на торнадо през студеното полугодие след 2003 г. може да са следствие както от наблюдаваното повишение на зимните температури (ефекта на т.нар. глобално затопляне), така и от бурното развитие на електрониката и комуникациите, причина за по-често документиране на торнада през последните години.
- Изследваните случаи могат бъдат начало на по-мощно изследване относно влиянието на климатичните промени върху увеличаване честотата

и интензивността на мезо-машабните щормове (или бури).

- За пълнотата на по-машабното изследване на риска от опасните хидрометеорологични явления е абсолютно задължително да се изгради съвременна национална база данни на щетите по видове отделни бедствени явления и по сектори в икономиката, като се възстановят и обединят досега съществуващите архивни данни в застрахователни компании, Главна дирекция “Национална служба Гражданска защита”, министерства, Националния статистически институт и др.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд чрез проект BG051PO001-3.3.06-0063. НИМХ-БАН носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, което при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на ЕС или Министерството на образованието и науката.

ЛИТЕРАТУРА

- Латинов Л. (2006). Синоптични условия за снежни бури, поледици, смерч и прашни бури в България. Изд. ЛИТО Балкан АД, София, 191 стр.
- Bocheva L., Georgiev C.G., Simeonov P. (2007). A climatic study of severe storms over Bulgaria produced by Mediterranean cyclones in 1990 - 2001 period. *Atmos. Res.* 83, pp. 284-293.
- Bocheva L., Marinova T., Simeonov P., Gospodinov I. (2009). Variability and trends of extreme precipitation events over Bulgaria (1961 – 2005). *Atmos. Res.*, 93, 490-497.
- Bocheva L., Simeonov P., Marinova T. (2013). Variations of thunderstorm activity in non-mountainous regions of Bulgaria (1961 – 2010), *ВЖМХ*, v.18, pp.38-46.
- Bocheva L., Gospodinov I. (2015). Tornado climatology for Bulgaria. *Bulgarian Chemical Communication*, 47, Special Issue B, 405-411.
- Dotzek N. (2003). An updated estimate of tornado occurrence in Europe. *Atmos. Res.*, 67-68, 153-161.
- Fujita T.T., A. D. Pearson (1973). Results of FPP classification of 1971 and 1972 tornadoes. Preprints 8th Conf. on Severe Local Storms, Denver. AMS, Boston, pp. 142-145.
- Georgiev, C. G. (2003). Use of data from Meteosat water vapour channel and surface observations for studying pre-convective environment of a tornado-producing storm. *Atmos. Res.*, 67-68, 231-246.
- Graf M. (2008). Synoptical and mesoscale weather situations associated with tornadoes in Europe. Diploma thesis, Institute of Geography, University of Zurich (GIUZ) – published on line.
- Holzer A. M. (2000). Tornado Climatology of Austria. *Atmos. Res.* 56, 203–212.

- Martín F., Riosalido R., de Esteban L. (1997). The Sigüenza tornado: a case study based on convective ingredients concept and conceptual models. *Meteorol. Appl.* 4, 191-206.
- Renko T., Kuzmic J., Strelec Mahovic N. (2013). Synoptic and mesoscale analysis of waterspouts in the Adriatic (2001 – 2011 preliminary climatology). Ext. abs. of 7th ECSS, 3-7 June 2013, Helsinki, Finland (www.essl.org).
- Simeonov P., Georgiev C.G. (2001). A case study of tornado-producing storm south of Rhodopes mountain in the East Mediterranean. *Atmos. Res.*, 57, 187-199.
- Simeonov P., Georgiev Gh. (2003) Severe wind/hail storms over Bulgaria in 1999-2001 period: synoptic- and meso-scale factors for generation. *Atmos. Res.*, 67-68 629-643
- Simeonov P., Gospodinov I., L. Bocheva, R.Petrov (2011). Analysis of severe convective storms, connected with several tornado events in Bulgaria (2006 – 2009). *BJMH*, vol.11, 1, 78-85.
- Sioutas M. (2011). A tornado and waterspout climatology for Greece. *Atmos. Res.*, 100, 344-356.



Режим на валежите в Централна северна България за периода 1961 – 2010 г.

Тихомир Денев*

*Национален Институт по Метеорология и Хидрология – БАН,
бул. „Цариградско шосе 66”, 1784 София*

Резюме: Основната цел на това изследване е да се проследи хода на валежите за периода 1961 – 2010 г. по данни от 8 метеорологични станции в Централна Северна България. За постигането на тази цел посоченият период е разделен на 3 подпериода, два по 30 години и един включващ последните 10 години. За всеки от периодите е пресметнат индекса на континенталност, с който се характеризират колебанията на пролетно – летните спрямо есенно – зимните валежи. Получените резултати показват, че за третия период се констатира намаляване на този индекс в сравнение с периода 1961 – 2000 г. Представено е териториалното разпределение на индекса с използване на GIS.

Ключови думи: климат, валежи, индекс на континенталност

1. УВОД

Много изследвания, например [2] и [3], потвърждават влиянието на климатичните промени върху метеорологичните елементи и тяхното разпределение и екстремни стойности. Валежите имат важно значение за анализа и определяне на климатичните условия, в които са регистрирани. Най-често за тяхното изследване се използва оценката на сезонния им ход. Приложено за територията на България, в [1] и [4] са констатирани промени в този ход за последните 50 години и в предходен период 1899 – 1958. Така за територията с умереноконтинентален климат, която е по –

* Tihomir.Denev@meteo.bg

голямата част от страната, максимума на валежите е през лятото (май – юни) и минимум през зимата, а за териториите със средиземноморски климат е обратно.

През последните десетилетия зачестиха екстремните метеорологични явления. Тяхното изследване е важно за оценка на климатичните промени и изготвяне на стратегия за адаптация на населението към тях. В един от бюлетините на СМО [3] са посочени 27 индекса за определяне на тези екстремуми. В настоящата работа е използван индекс, касаещ валежите, наречен индекс на континенталност, представен в посочените публикации [2] и [5]. Изследването с прилагане на този индекс обхваща Централна Северна България, и позволява да се посочат настоящите промени при валежите и териториалните особености в пространственото им разпределение.

2. ДАННИ И МЕТОДИ

Изследването на валежите се отнася за територията на Централна Северна България (фиг. 1). За целта на изследването са използвани данните за валежите от 8 метеорологични станции: Кнежа, Плевен, Русе, Свищов, Павликени, Ловеч, Севлиево и Велико Търново, които са сравнително равномерно разположени в изследваната територия (таблица 1). Разглежданият период е 50 годишен от 1961 – 2010 г. При сравнението на получените резултати се използват три подпериода. Два 30 годишни и един 10 годишен период. Първият, 1961-1990г., е базовият климатичен период, препоръчан от СМО. Вторият трийсет годишен период е избран между 1981 и 2010 г., защото е широко използван от много изследователи при анализа на настоящите климатични промени и оценка на колебанията. Последният период обхваща първата декада на 21 век и е наричан често „съвременен климат”.



Фиг. 1. Разпределение на метеорологичните станции в изследвания район

Таблица 1. Географски характеристики за метеорологичните станции

№	Метеорологична станция	Географска ширина	Географска дължина	Надморска височина (в метри)
11.	Велико Търново	43° 05'	25° 39'	195
22.	Кнежа	43° 30'	24° 05'	117
33.	Ловеч	43° 08'	24° 44'	220
44.	Павликени	43° 14'	25° 19'	126
55.	Плевен	43° 24'	24° 37'	160
66.	Русе	43° 51'	25° 57'	37
77.	Свищов	43° 37'	25° 21'	24
88.	Севлиево	43° 02'	25° 07'	195

Районът на изследването се характеризира с умереноконтинентален климат (фиг. 2). При изчертаването на картата като основа е използвана климатичната класификация на климатолозите Събев и Станев [6], които през средата на 20 век изследват и определят климатичното райониране в България. На картата са показани четирите климатични подобласти, които са представени в България.

**Фигура 2.** Климатични подобласти в България по Събев и Станев

В настоящото изследване е използван индекса на континенталност *С* по Велев [5] за изчисляване на съотношението между полугодишните валежни суми. Този индекс представя отношението на сумите от пролетно – летните (от март – до

август), към сумите на есенно – зимните (септември – февруари) валежи, както се вижда от следния израз:

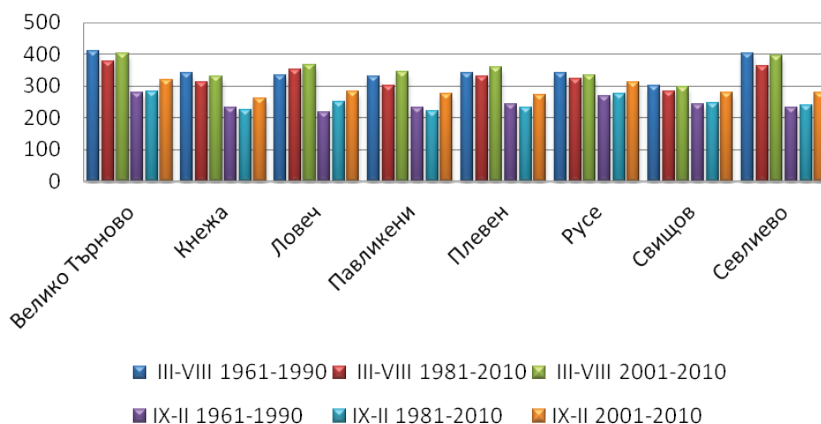
$$C = \frac{\sum(III - VIII)}{\sum(IX - II)}$$

В зависимост от стойността на индекса на континенталност Велев разграничава 3 типа валежни режими както е показано в таблица 2.

Таблица 2. Видове валежен режим

Вид	Стойност на C
Умереноконтинентален	Над 1
Преходно континентален	Под 1
Преходно средиземноморски	Около 0.5

За пресмятане на индекса C са използвани шестмесечните валежни суми представени на фиг. 3.

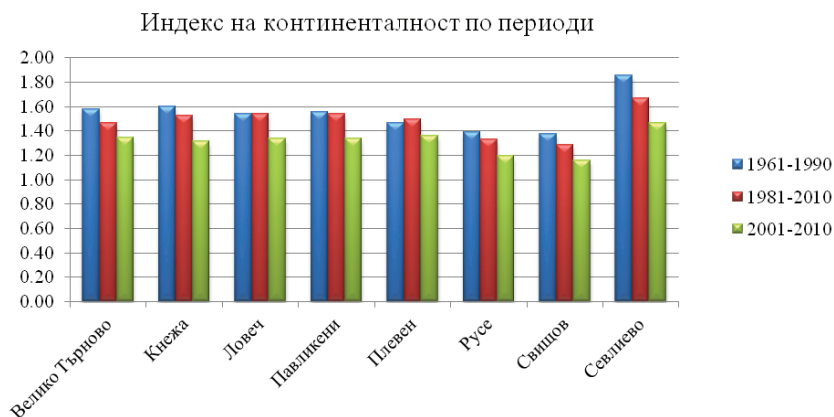


Фиг. 3. Полугодишно разпределение на валежите в мм

3. РЕЗУЛТАТИ

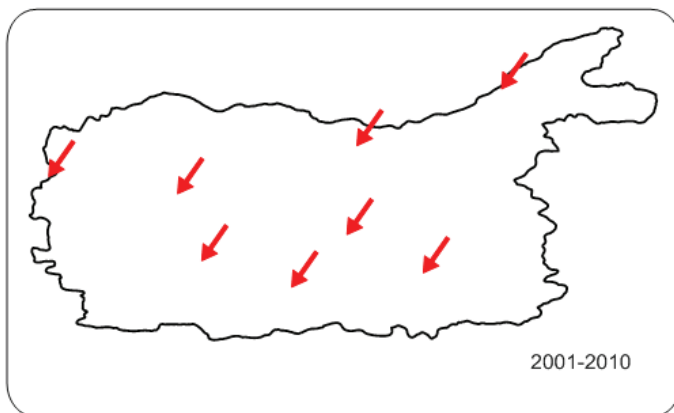
Резултатите за индекса на континенталност по станции и периоди са представени на фиг. 4. Констатацията е, че стойностите на индекса на континенталност за 8 станции показват типичен умереноконтинентален режим на валежите за района

на изследването (със стойности над 1). За почти всички станции се очертава намаляване на този индекс от първия към третия период. Индексът намалява средно с около 15 % през периода 2001 – 2010 спрямо базовия период на СМО 1961 – 1991 г. Като цяло с относително голям процент този индекс намалява в трите най - северни станции Свищов, Русе и Кнежа. През периода 1981 – 2010г., който е характерен и с изразеното засушаване в България, индексът на континенталност е устойчив повсеместно със стойности над 1 (таблица 2) .



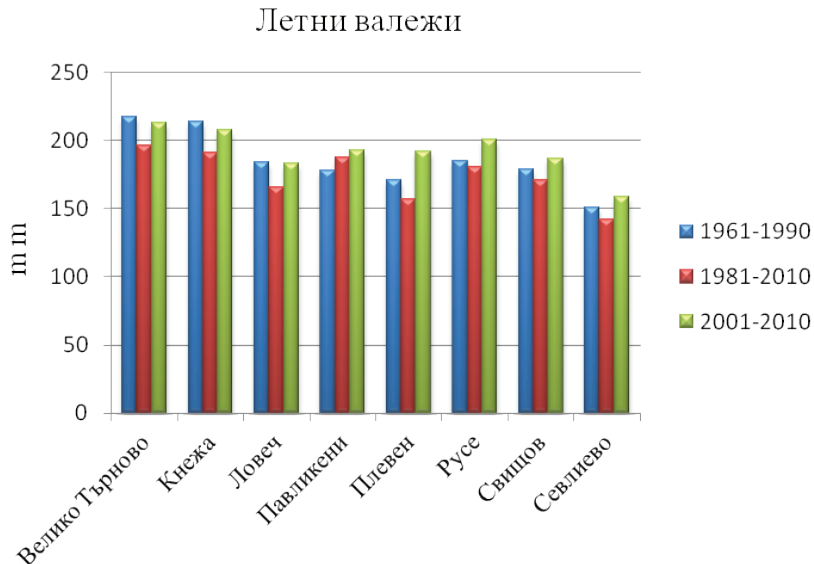
Фиг. 4. Осреднени стойности за индекса на континенталност C

Като цяло от фиг. 4 се вижда, че индексът на континенталност намалява от 1961 към 2010 г., и засега не могат да се направят други изводи освен, че валежният режим остава умерено континентален. Очевидно се променя отношението на полугодишните количества на пролетно-летните към есенно-зимните валежи. На фиг. 3 се вижда, че пролетно-летните валежи намаляват в периода 1981-2010 г., което съответства на големите засушавания в този период. От друга страна пролетно-летните валежи за първия и третия периоди са съизмерими, т.е без големи промени, докато есенно-зимните бележат ръст. Това е причината и за намаляване на индекса на континенталност за периода 2001 – 2010г., фиг. 5. За всички станции през третия период представен на същата фигура, на практика индексът на континенталност намалява. Няма основание за този кратък период да се твърди, че има трайни промени при сезонния и годишния режим на валежите.



Фиг. 5. Намаляване на индекса на континенталност във всички станции през третия период

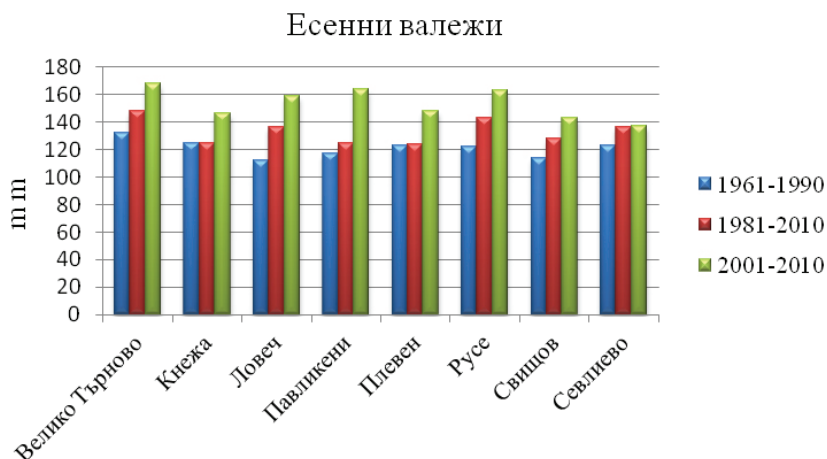
Промените в съотношението по периоди за летните валежи са представени на фиг. 6. Като цяло резултатите показват слабо нарастване през последния период. На практика и за трите периода летните валежи отчитат разнопосочни и незначителни колебания за отделните станции.



Фиг. 6. Средни стойности за летните валежи

При есенните валежи е налице минимално до значително нарастване за станциите Велико Търново, Павликени и Русе, фиг. 7. Дреновски в [2], посочва

нарастване на есенните валежи и посочва максимум на валежите през месец септември за станции Варна и Велико Търново през периода 1995 – 2009 г.



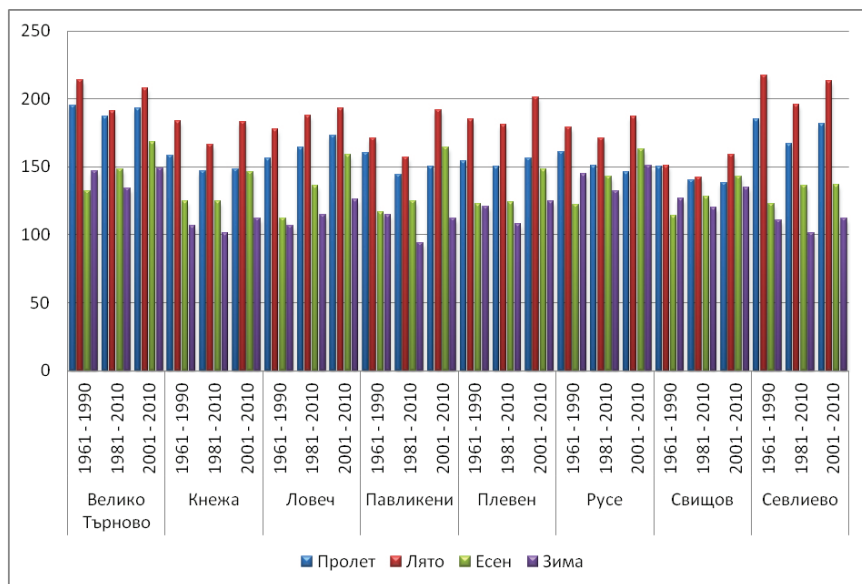
Фиг. 7. Средни стойности за есенните валежи по периоди



Фиг. 8. Есенни валежи за периода 1981 – 2010

Повсеместното нарастване на есенните валежи през третия период е представено на фиг. 8. В пространствено отношение единствено станция Кнежа е без промяна докато при останалите станции валежите се увеличават. При всички случаи нарастването на тези валежи намалява умереноконтиненталните черти във вътрешно годишното разпределение.

Така направените анализи за индекса на континенталност, на валежния режим и полугодишните валежи за разглеждания район и период са обобщени по сезони на фиг. 9.



Фиг. 9. Разпределение на валежите в мм по сезони

Положителните валежни вариации през есенния сезон са повсеместни за изследваните станции и са представени на фиг. 9. За останалите сезони резултатите са разнопосочни с незначими колебания и засега няма основание да се твърди, че се отчитат трайни промени в разпределението на валежите.

4. ИЗВОДИ

Индексът на континенталност като цяло повсеместно намалява от първия към третия период в изследвания район. Намаляването на умерено континенталните черти е характерно за всички разглеждани станции. На практика индексът на континенталност остава в рамките на умерено-континентален режим на валежите и през трите периода. Влияние върху индекса оказват нарастването на полугодишните валежни количества през периода септември – февруари. През

есента се наблюдава увеличение на валежите, което е най – ясно изразено през периода 2001 – 2010 г. Анализът на получените резултати показва устойчивост на индекса на континенталност и през сухи години характерни за периода 1981 – 2010г. Наблюдава се чувствително намаляване на индекса през последните два периода в двете крайдунавски станции Русе и Свищов.

БЛАГОДАРНОСТИ:

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд чрез проект BG051PO001-3.3.06-0063. НИМХ-БАН носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, което при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на ЕС или Министерството на образованието и науката.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Chenkova, N. Seasonal precipitation in North East Bulgaria during the period 1991-2008 - changes in their ratio and the index of continental type. Proceeding papers Geography and regional science ISBN 978-954-9531-25-1,2014 (на български)
- [2] Дреновски, Ив. Промени в съотношението на сезонните валежи в България за периода 1995-2010г. Проблеми на географията, кн. 1-2, с. 80-89, 2012 (http://www.niggg.bas.bg/wp-content/uploads/2013/05/2012_12.pdf)
- [3] Peterson, T. C, Climate change indices WMO bulletin, 54 (2), pp.83-86.2005
- [4] Стефанов, Ст. Върху някои особености на месечните и сезонните суми на валежите за отделните месеци през периода 1899 – 1958г. Хидрология и метеорология, кн. 2, с.51-61, 1961
- [5] Велев, Ст. Климатът на България С., Народна просвета, Херон прес 1990
- [6] Събев, Л., Св. Станев. Климатичните райони на България и техният климат. Тр. на ИХМ том V, държ. изд. „Наука и изкуство”, С., 1959, 176 стр.



Експериментално изследване на химическия състав на валежите и ФПЧ₁₀ в град София през 2014

Елена Христова*, Благородка Велева

*Национален институт по метеорология и хидрология – БАН,
бул. „Цариградско шосе“ 66, 1784 София*

Резюме: В настоящата работа са представени резултати за химическия състав на валежите и фините прахови частици, фракция $\leq 10 \mu\text{m}$, (ФПЧ₁₀) в град София за периода 6-26 февруари и 13 юли - 13 август, 2014. Средноденонощни проби от валеж и ФПЧ₁₀ са събрани в района на Централната метеорологична обсерватория (ЦМО) на НИМХ. Валежните проби са анализирани за рН, флуориди (F^-), хлориди (Cl^-), нитрити (NO_2^-), нитрати (NO_3^-), фосфати (PO_4^{2-}) и сулфати (SO_4^{2-}), алуминий (Al), калций (Ca), калий (K), магнезий (Mg), натрий (Na), желязо (Fe), силиций (Si), стронций (Sr) и цинк (Zn) прилагайки йон-хроматографски (IC) и индуктивно свързана плазма спектрометричен анализ (ICP). С помощта на енергийно дисперсионна рентгенова флуоресцентна техника (ED-XRF) са определени повече от 20 елемента (P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Cd, Sn, Sb, I, Ba, Pb) в пробите от ФПЧ₁₀. Концентрацията на основните аниони във валежните проби през зимния и летния период се изменя както следва $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$. Различен е хода на концентрациите на катионите през зимния ($\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$) и летния ($\text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Na}^+$) период на изследване. Направено е сравнение на средноденонощните концентрации на S, Ca, K, Cl, Mg, Fe във ФПЧ₁₀ и валежа в София за дните с валеж. Показано е значението на валежите в процесите на почистване на атмосферата от анализираните елементи.

Ключови думи: киселинност на валежа, ФПЧ₁₀, замърсяване в градска среда.

1. УВОД

В редица градове в България замърсяването на въздуха е значим проблем. Основните атмосферни замърсители са финните прахови частици (ФПЧ), SO_2 , NO_x , озон и др. Вредният ефект на ФПЧ или аерозолните частици върху

* elena.hristova@meteo.bg

здравето на човека зависи главно от размера (общ прах и фини прахови частици - ФПЧ_{10} , $\text{ФПЧ}_{2.5}$, ФПЧ_1) и химичния им състав. Те постъпват в атмосферата при ерозия на почвите, изгарянето на различни твърди и течни горива, а също и при трансформация на газове прекурсори. Фините прахови частици лесно попадат в дихателните пътища, където причиняват редица възпаления и заболявания на дихателната и сърдечно-съдовата система (Андреев В. и др., 2010).

Валежите са естествения и най-значим процес за самоочистване на атмосферата от примеси. От друга страна отлагането на замърсители върху земната повърхност в резултат на извличане може да доведе до замърсяване на подложната повърхност и увреждане на екосистемите. Вида и количеството на замърсители във валежите зависи и от процесите на захват на замърсители от водните капки по време и на място на формиране на облаците (вътрешно облачно активиране) и от подоблачното измиване на локалните замърсители в атмосферата в процеса на извличане.

Серните оксиди и азотните оксиди са основните прекурсори на киселинните валежи. Веднъж попаднали в атмосферата, в резултат на физико-химични взаимодействия, се образуват сулфатни и нитратни йони (под формата на киселини), които могат да се транспортират на дълги разстояния и да се инхалират дълбоко в белите дробове. Тези частици могат да предизвикат астма, бронхит, сърдечно-съдови заболявания (WHO Rep., 2006). NO_x попаднал в атмосферата в следствие на фотохимични процеси се образува приземен озон.

Неблагоприятните последици от киселинните дъждове върху околната среда, включително подкиселяване и промяна на химическия състав в пресноводните и сухоземни екосистеми, еутрофикацията на крайбрежните води, увреждане на горските масиви предизвикват загриженост и широк кръг от мерки за редуциране на отлагането на замърсители с валежите (Seinfeld and Pandis, 2006).

Целта на това изследване е да се определи химическия състав на валежите и ФПЧ_{10} в град София и да се покаже значението на валежите в процесите на почистване на атмосферата от различни примеси.

2. МЕТОДИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Средноденонощни проби от валеж и ФПЧ_{10} са взимани на територията на Централна метеорологична обсерватория към НИМХ-БАН (Фиг.1). Изследвани са два периода – от 6 до 26 февруари и от 13 юли до 13 август 2014.

Проби от ФПЧ_{10} са събирани върху кварцови филтри с $d=47\text{mm}$ (*Whatman 1851-047-QMA*) със сертифицирано пробовземащо устройство модел TECORA Echo PM. Продължителността на пробовземане на ФПЧ_{10} е 24h. С цел определяне концентрацията на ФПЧ_{10} във въздуха е направен тегловен анализ с аналитична везна модел Mettler Toledo, AG135 спазвайки EN-12341 стандарт ($T=20\pm 2^\circ\text{C}$, $\text{RH}=50\pm 5\%$).

Пробите от валеж са събирани с пасивно (неавтоматично) устройство за валеж изработено от полиетилен терафралат (PET). Честотата на пробовземане на валежни проби за химически анализ е веднъж на денонощие (08:00 – 09:00 LST).



Фиг. 1 Централна метеорологична станция – София, НИМХ

На пробите от валеж е направен йон-хроматографски анализ (IC) за определяне на аниони (БДС EN ISO 10304-1) и индуктивно свързана плазма спектрометрия (ICP) за определяне на катиони (БДС EN ISO 11885).

С цел определяне на елементния състав във филтърните проби от ФПЧ₁₀ е използван Енергийно дисперсионен рентгенов флуоресцентен анализ (ED-XRF) в Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика (ИЯИЯЕ-БАН). Определени са повече от 20 елемента (P, S, C, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn Br, Rb, Sr, Y, Zr, Cd, Sn, Sb, I, Ba, Pb).

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

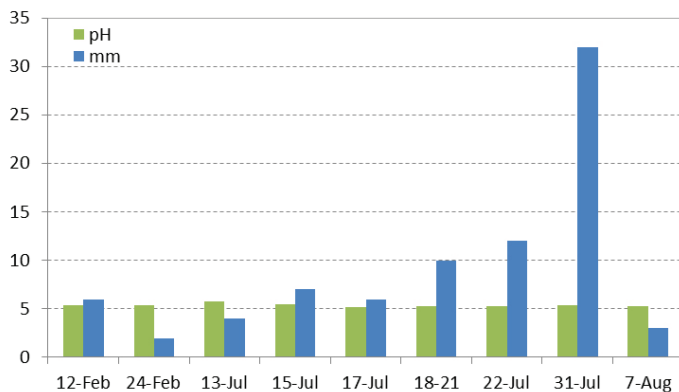
3.1. Киселинност на валежа

За “естествена” киселинност на дъждовна вода често се приема $pH=5.6$, което е pH стойността на чиста вода в равновесие със средната глобална концентрацията на CO_2 в атмосферата (около 350ppm). По този начин стойността 5.6 е приета като гранична стойност на кисели валежи (Seinfeld and Pandis, 2006).

Киселинността (pH) на валежа е резултат от киселинно-алкални реакции в облачните капчици. Сулфатите (SO_4^{2-}) и нитратите (NO_3^-) са основните йони, повишаващи концентрацията на H^+ йон в дъждовна вода, докато NH_4^+ , Ca^{2+} (обикновено под формата на $CaCO_3$), Mg^{2+} , K^+ йони са основните неутрализиращи йони. Присъствието на всички тези йони определят крайното pH на валежа.

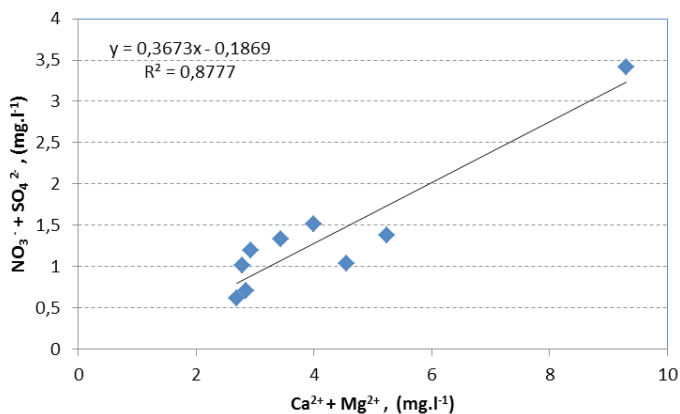
На фиг. 2 са показани получените резултати за киселинността на валежните проби и количеството валеж за изследвания период. През месец февруари 2014г. е имало общо три валежа (Месечен хидрометеорологичен бюлетин-НИМХ, 2014).

Поради технически причини са анализирани само два от тях (на 12 и 24 февруари). Измерените стойности на рН са в неутралната област. През летния период на изследването са събрани и анализирани седем валежни проби. Измерените стойности на рН варират от 5.2 до 5.8. Средномесечната стойност на рН за летния период на изследване е 5.4, което е близко до неутралната стойност.



Фиг.2 Киселинност (pH) и количество на валеж (mm).

На фиг. 3 е представена линейната регресия между продуктите на окисление (SO_4^{2-} и NO_3^-) и елементите на неутрализация (Ca^{2+} и Mg^{2+}) в анализирани валежни проби.

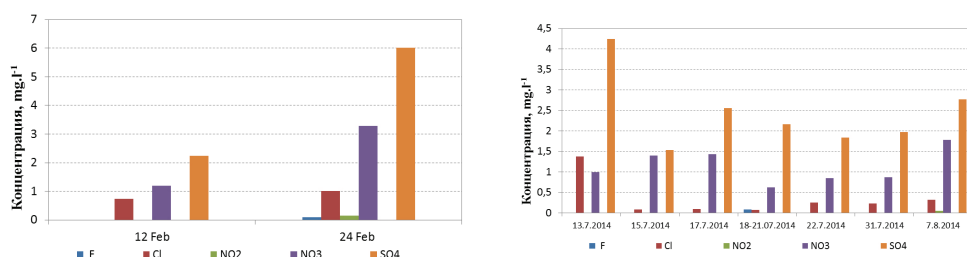


Фиг. 3 Връзка между продуктите на окисление (SO_4^{2-} и NO_3^-) и елементи на неутрализация (Ca^{2+} и Mg^{2+})

Полученият значим корелационен коефициент $R^2 = 0.878$, показва приноса на катионите за неутрализиране на киселинността на валежа. Например рН за 24.02.14 е 5.4 (почти неутрално), докато концентрациите на SO_4^{2-} и NO_3^- са високи.

3.2. Сравнение на концентрациите на анионите и катионите във валежа по време на зимен и летен експеримент

Получените концентрации на анионите и катионите във валежите, събрани в изследвания период са представени на фиг. 4 и фиг. 5. Вижда се, че концентрациите на сулфатите (SO_4^{2-}) и през зимния и през летния експеримент са най-високи, следвани от концентрациите на нитратните (NO_3^-) и хлорните (Cl^-) йони. Измерените концентрации на SO_4^{2-} през месец февруари са съответно 2.24 mg.l^{-1} и 6.02 mg.l^{-1} в пробите валеж от 12.02 и от 24.02. Концентрациите на всички елементи са по-високи в пробата от 24.02 в сравнение с тази от 12.02. Това може да се обясни с различното количество валеж. На 12.02 количеството валеж е 6mm, а на 24.02 - 2mm. Отложените SO_4^{2-} и NO_3^- йони върху земната повърхност са близки за двата дни: $13.44 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ и $12.04 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ за сулфати и $7.2 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ и $6.56 \text{ mg.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ за нитратите.



Фиг.4 Концентрация на анионите във валежни проби от зимен (ляво) и летен (дясно) експеримент

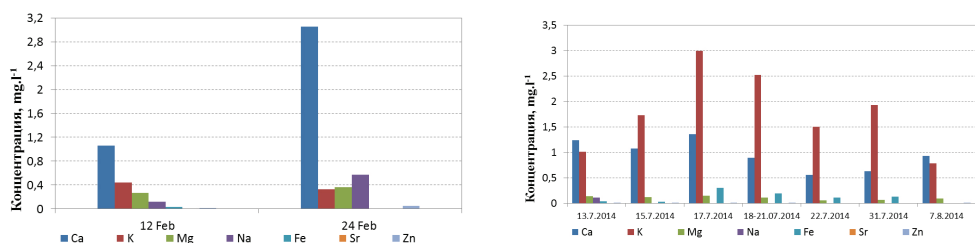
Флуориди (F^-) и нитрити (NO_2^-) в концентрации над границата на откриваемост ($\text{DL}_{\text{NO}_2^-} = 0.05 \text{ mg.l}^{-1}$, $\text{DL}_{\text{F}} = 0.1 \text{ mg.l}^{-1}$) са открити само в две проби валеж. Фосфати (PO_4^{2-}) не са открити в нито една проба валеж, въпреки че фосфор често се измерва във ФПЧ₁₀ в концентрации близки до тези на хлора.

Измерените концентрации на SO_4^{2-} в пробите събрани по време на летния експеримент варират от 1.53 mg.l^{-1} до 4.24 mg.l^{-1} . Концентрациите на NO_3^- се изменят от 0.62 mg.l^{-1} до 1.78 mg.l^{-1} , а на Cl^- от 0.07 до 1.38 mg.l^{-1} . За сравнение средните стойности за SO_4^{2-} във валежи от станция Черни връх за периода 2006 – 2010 са в границите от 3 до 7 mg.l^{-1} (Iordanova and Blaskova, 2011).

Различно е отношението на концентрациите на катионите през зимния и летния период на изследване. През зимния период градацията на концентрациите е $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^{+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^{+}$, а през летния е $\text{K}^{+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Na}^{+}$.

И тук се запазва зависимостта на концентрациите на всички катиони от количеството валеж. Колкото е по-голямо количеството на валежа, толкова концентрациите на отделните елементи са по-ниски. Концентрациите на повечето

катиони са по-високи в пробата от 24.02 в сравнение тази от 12.02.2014, с изключение на калиевите йони.



Фиг.5 Концентрация на някои елементи във валежни проби от зимен (ляво) и летен (дясно) експеримент

Концентрацията на K⁺ йони е значително по-висока в пробите събрани през летния период от колкото в тези през зимния. Потенциален източник на K⁺ е изветрянето на почвата, изгарянето на биомаса и други (Mihajlidi-Zelić A., et al., 2006). Друга възможна причина за по-висока стойност на K⁺ е в извършваните в района на ЦМО ремонти на пътната инфраструктура през лятото на 2014 година. В някои видове цимент се прибавя като подобрител KCl (Venkateswara R. V. et al., 2011). Добрата корелация между концентрациите на K⁺ и Cl⁻ (R²= 0.66) потвърждава хипотезата за приноса на строително-ремонтите дейности към замърсяването на въздуха и от там на валежите в района.

Ca, чиито основен източник в атмосферата е ресуспендиране на прах от почви с високо съдържание на CaCO₃ също е с по-висока концентрация в сравнение с останалите йони. Концентрацията на Ca йони в пробите от валеж през лятото варират от 0.56 до 1.36 mg.l⁻¹. В пробите от валеж през февруари измерената концентрация на Ca е съответно 1.06 mg.l⁻¹ и 3.05 mg.l⁻¹ за 12 и 24 февруари. Само в някои от пробите са измерени елементите Na, Mg, Fe и Zn в концентрации <0.4 mg.l⁻¹.

3.3. Сравнителен анализ на средните стойности на избрани катиони и аниони във валежи

Получените резултати за концентрациите на различни елементи във валежите са сравнени с резултати представени от други автори. В Таблица 1 са показани средните стойности на избрани катиони и аниони за страни от южна Европа, Азия и САЩ.

От таблицата се вижда, че нашите резултати са сравними с резултатите на други автори. Значително по-ниски са стойностите на концентрациите за хлорните и натриевите йони, което е очаквано, предвид отдалечеността на София от директното влияние на морски аерозол.

Таблица 1. Сравнителен анализ на средните стойности на катиони и аниони във валежи, (mg.l⁻¹)

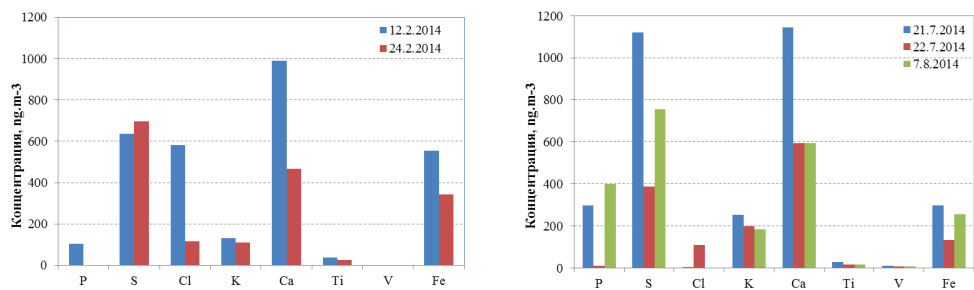
Източник	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca	Mg	K	Na
Song and Gao (2009) New Jersey, USA	1.08	1.38	2.64	0.21	0.05	0.06	0.6
Huang et al. (2008) Shenzhen, China	1.34	1.37	7.14	3.11	0.24	0.28	0.93
Al Momani (2002) Jordan	1.31	4.68	5.97	4.33	0.75	0.43	1.15
Herut et al. (2001) Israel	6.25	1.74	14.4	1.79	0.68	0.14	3.82
Topcu et al. (2002) Ankara, Turkey	0.72	1.81	4.61	2.86	0.23	0.38	0.36
Mihajlidi-Zelic et al.(2006) Central Mediterian	4.9	2.97	12.75	5.91	1.42	0.82	5.42
Paternoster M. et.al. (2014) Potenza, Italy	2.5	3.6	2.0	4.9	0.8	0.7	1.7
Това изследване, София	0.5	1.4	2.8	1.2	0.2	1.5	0.3

3.4. Елементен състав на ФПЧ₁₀

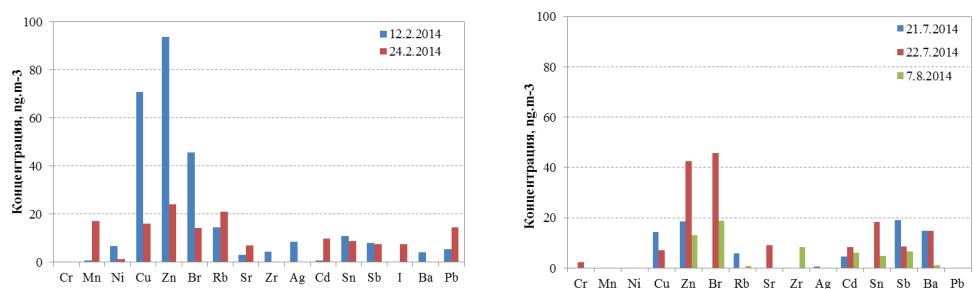
В периода на изследване през 2014 година са събрани 36 броя проби ФПЧ₁₀. На всички проби от ФПЧ₁₀ е направен рентгено-флуоресцентен анализ с цел определяне елементният им състав. В тази точка са представени резултати от анализа за дните с валежи по време на кампаниите по събиране на ФПЧ₁₀ (фиг. 6 и 7). На фиг. 6 е показано сравнението на концентрациите на макро елементите анализирани в пробите от месец февруари (12 и 24.02), юли (21 и 22.07) и август (7.08). На фиг. 7 е показано сравнението на концентрациите на микроелементите в пробите за споменатите дати.

Броят на елементи с концентрации под границата на откриваемост (DL) е по-висок в летните проби в сравнение с тези през зимата, зависимост констатирана и в предишни години (Veleva et.al., 2014).

През периода на зимния експеримент средната концентрация на редица елементи (S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br) във ФПЧ₁₀ е по-висока в сравнение с летния. Получените резултати за Cd и Sb показват по-големи средни стойности в пробите от летния сезон.



Фиг.6 Концентрации на макро елементите във ФПЧ₁₀ в зимни (ляво) и летни (дясно) проби



Фиг.7 Концентрации на микро елементите във ФПЧ₁₀ в зимни (ляво) и летни (дясно) проби

Направеното сравнение на средно-денонощните концентрации на S, Ca, K, Cl, Fe във ФПЧ₁₀ и валежа в София показва, че отношението на концентрациите на K:Cl варира в широки граници. Във валежните проби то е от < 1 през февруари и до над 30 през юли. Във ФПЧ₁₀ за дни без валеж това отношение е в интервала 0.2÷4 през февруари и 1÷6.5 през юли. Отношението K:Cl през юли варира значително за дните повлияни от валеж: от 55 за 21.07; до над 200 за 2.08. (ден след значително количество валеж) и 7.08. Отношението на Ca:Fe във ФПЧ₁₀ варира от 0.8 до 2 през февруари и 1.5÷9 през юли. Отношението във валежа на концентрациите на Ca:Fe е в много по-широки граници, от 4 до над 150. Това показва възможен принос на допълнителен източник на калций. В почвите от района отношението Ca:Fe е 0.3÷2.4, докато в уличния прах е 10.9.

В дните с валеж концентрациите на Ca и Fe в аерозолните проби намаляват, следвайки намалението в концентрацията на ФПЧ₁₀. Това се наблюдава и за редица микроелементи. Подобна зависимост в концентрацията на ФПЧ₁₀ е отбелязана и през предходните две години (Veleva et al., 2015). В някои случаи (в дните с валеж), концентрацията на S, K и Cl във ФПЧ₁₀ е по-висока, което би могло да се дължи на принос от други, не локални източници (Iordanova, 2010).

4. ИЗВОДИ

В настоящата работа са представени резултати за химическия състав на валежите и фините прахови частици фракция $\leq 10 \mu\text{m}$, (ФПЧ₁₀) събрани в ЦМО град София. Направен е анализ за киселинност (pH), флуориди (F⁻), хлориди (Cl⁻), нитрити (NO₂⁻), нитрати (NO₃⁻), фосфати (PO₄²⁻) и сулфати (SO₄²⁻), алуминий (Al), калций (Ca), калий (K), магнезий (Mg), натрий (Na), желязо (Fe), силиций (Si), стронций (Sr) и цинк (Zn) на проби от валеж. Успешно е използван Енергийно дисперсионен рентгенов флуоресцентен анализ за определяне на елементния състав във ФПЧ₁₀.

Концентрацията на основните аниони във валежните проби през зимния и летния период се изменя както следва SO₄²⁻ > NO₃⁻ > Cl⁻. Различна е градацията на концентрациите на катионите през зимния (Ca²⁺ > K⁺ > Mg > Na) и летния (K⁺ > Ca²⁺ > Mg²⁺ > Fe²⁺ > Na⁺) период на изследване. Измерените концентрации на анионите и катионите в пробите от валеж са сравними с резултати, получени от други автори.

Концентрациите на повечето елементи измерени във ФПЧ₁₀ през 2014 са по-ниски през летния в сравнение с тези през зимния експеримент.

Направеното сравнение на средноденоношните концентрации на S, Ca, K, Cl, Fe във ФПЧ₁₀ и валежа в София показва намаляване на концентрациите на Ca и Fe и на редица микроелементи в дните с валеж, следвайки намалението в концентрацията на ФПЧ₁₀.

За определяне приноса на отделните източници и влиянието върху химическия състав на валежите в град София е необходимо да се проведат повече и по-продължителни експерименти по пробонабиране и анализ на валежи и ФПЧ₁₀. В бъдеще, с цел разделяне на депозицията от валежите (wet only) от сухите (dry) атмосферни отлагания, се планира използване на автоматичен пробовземаш уред.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд чрез проект BG051PO001-3.3.06-0063, по който са финансирани и химическите анализи на валежните проби. НИМХ-БАН носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, което при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на ЕС или Министерството на образованието и науката.

Благодарност и към Емилия Николова и Ралица Вълчева от ИЯИЯЕ-БАН за ползотворната работа по ED-XRF анализите.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев В., Александров В., Бъчварова Ек., 2010, Актуални рискови явления в атмосферата, Деметра“ ЕООД.

- Al-Momani I.F., (2003), Trace elements in atmospheric precipitation at Northern Jordan measured by ICP-MS: acidity and possible sources, *Atmospheric Environment* 37, 4507–4515.
- Herut B., Nimmo M., Medway A., Chester R., Krom M.D., (2001) Dry atmospheric inputs of trace metals at the Mediterranean coast of Israel (SE Mediterranean): sources and fluxes, *Atmospheric Environment* 35, 803–813.
- Huang Y., Wang Y., Zhang L., (2008), Long-term trend of chemical composition of wet atmospheric precipitation during 1986–2006 at Shenzhen City, China, *Atmospheric Environment* 42, 3740–3750.
- Iordanova L., (2010), Local and advective characteristics of the precipitations' chemical composition in Sofia, *Compt. rend. Acad. bulg. Sci.*, 63, 2, 295–302.
- Iordanova L., Blaskova S. (2011), Impact of atmospheric precipitations on the surface water chemistry in the high mountain area of the Bulgarian Danube basin In: *Proceedings of the XXV-th conference of the Danube countries on hydrological forecasting and hydrological bases of water management*, Budapest, Hungary, Session 7, 6:822–830.
- Месечен хидрометеорологичен бюлетин, 2014, НИМХ-БАН, 2, Академично издателство „Проф. Марин Дринов“, ISSN 1314-894X.
- Mihajlidi-Zelić A., Deršek-Timotić I., Relić D., Popović A., Đorđević D., (2006), Contribution of marine and continental aerosols to the content of major ions in the precipitation of the central Mediterranean, *Science of the Total Environment*, 370, 441–451.
- Paternoster M., Sinisi R., Mancusi C., Pilat K., Sabia A., Mongelli G., (2014), Natural versus anthropogenic influences on the chemical composition of bulk precipitation in the southern Apennines, Italy: A case study of the town of Potenza, *Journal of Geochemical Exploration*, 145, 242–249.
- Seinfeld J. H., S. N. Pandis, (2006): *Atmosphere Chemistry and Physics – From air pollution to climate change*, Second edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Song F., Gao Y. (2009), Chemical characteristics of precipitation at metropolitan Newark in the US East Coast, *Atmospheric Environment*, 43, 4903–4913.
- Topç S., Incecik S., Atımtay A. T., (2002), Chemical composition of rainwater at EMEP station in Ankara, Turkey, *Atmospheric Research*, 65, 77–92.
- Veleva, B., Hristova, E., Nikolova, E., Kolarova, M., Valcheva, R., (2014) 'Elemental composition of air particulate (PM₁₀) in Sofia by EDXRF techniques', *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, Vol. 49, No 2, pp. 163–169
- Veleva B., Hristova E., Kolarova M., Nikolova E., Valcheva R., (2015), Application of PCA and FA models for source apportionment of PM₁₀ in Sofia, 15th EMS / 12th ECAM, EMS Annual Meeting Abstracts, 12, EMS2015-191.
- Venkateswara Reddy V., Gnaneswar Kontham, Ramana Nelluru Venkata, Sashidhar Chundupalli, (2011), Effect of Potassium Chloride (KCl) on Ordinary Portland Cement (OPC) Concrete, *Research Journal of Chemical Sciences*, 1 (2), 103–107.
- WHO Rep., (2006), WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005. Summary of risk assessment, WHO Press, Geneva, Switzerland.



Приложение на хидроложките индекси при определяне на видовете засушаване в поречието на река Ботуня

Йордан Димитров*

*Национален институт по метеорология и хидрология БАН,
бул. „Цариградско шосе“ 66, 1784 София*

Резюме: Статията е посветена на приложението на избрани индекси за оценка на видове засушаване, широко използвани в хидроложката практика. За обект на изследване като моделна е избрана водосборната област на река Ботуня, за която са анализирани пространствено-времените изменения на водния режим с помощта на данни за дневни и месечни водни количества. Извършен е обзор на индексите за хидроложко засушаване, позволяващи описанието на трансформациите на речния отток под влияние на природните и антропогенни фактори. Приложените методи за установяване на това въздействие в поречието, позволяват характеризиране на минималния отток и честотата на проявление на засушливите периоди в исторически план и в съвременните условия на изменение на климата. Получените резултати могат да бъдат използвани както като индикатори за засушаване на дадената територия, така и за установяване на степента на засушаване в определен времеви интервал, което е важно при вземане на интегрирани и устойчиви управленски решения.

Ключови думи: водни ресурси, индекси, обезпеченост, нарушения, засуха, интегриране.

1. УВОД

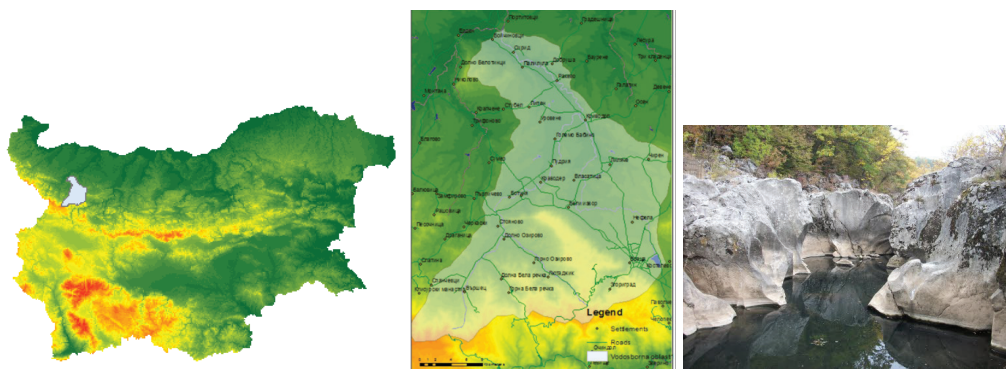
Засушаванията са характерна черта на климата на България, изразяващи се в съществено намаление на валежите, почвената влажност и речния отток спрямо нормата. Те представляват природно явление, което, за разлика от наводненията, не възниква внезапно, а по-скоро постепенно. Освен това, продължителността и обхвата на състоянията на засушаване са неизвестни, тъй като валежите са непредсказуеми по количество, продължителност и местоположение (Александров

* yordan.dimitrov14@gmail.com

et.al., 2003). По време на периодите на маловодие речните системи са най-засегнати и поради това, от основно значение е да се изследват условията за засушаване във времето и пространството, с цел решаване на широк диапазон от проблеми свързани с управлението на водите. Разчетите за периодите на маловодие са жизненоважни за планирането на водоснабдяването, хидроенергийните и напоителните системи, за управлението на качеството на водата, за издаване и подновяване на разрешенията за водоползване, и за оценяване на въздействието на продължителните засушавания върху водните екосистеми. Непрекъснато растящата нужда от водни ресурси, изисква по-добро управление на ситуацията с воден дефицит, независимо дали са необичайни периоди на засушаване или ежегодно повтарящи се периоди на маловодие (Beran & Rodier, 1985 г.).

Актуалността на изследването произтича от уточнението в European Environment Agency 1997, че управлението на минималния отток е задължително условие за поддържането на екологичното качество на реките. Те не трябва да пресъхват или режимът им да бъде сериозно променен, за да се запазят хидроложките и екологични функции на речната система. Европейска рамкова директива за политиката по водите – 2000/60/ЕС очертава рамката от действия и мерки в областта на водната политика на Европейския съюз (ЕС). Изискванията са адаптирани в Плановите за управление на речните басейни (ПУРБ), където е заложено установяването на екологичен отток.

Река Ботуня се намира в Северозападна България. Тя е десен приток на река Огоста, с дължина 68.9 км и водосборна площ 732 km². Реката е вторият по големина приток на Огоста след река Скът и извира източно от връх Тодорини кукли в планината Козница на около 1 550 м н. в. под името Стара река. Моделният басейн е избран поради наличието на качествена хидроложка информация, позволяваща изчислението и тестването на различни параметри.



Фиг. 1 Карто-схема и характерен участък от водосборната област на р. Ботуня

Опорната хидрометрична мрежа на разглежданото поречие се състои от 2 действащи Хидрометрични станции (ХМС) и една закрыта през 2006 г. (табл.

1). Използвани са хидроложки редици за средномесечните и минимални водни количества за периода 1950-2007 (2006)г. и дневни стойности за периода 1973-1983г.

Таблица 1: Опорна хидрометрична мрежа

Номер:нов/стар	Река – ХМС	F (sq.km)	H (m)
16430/180	Ботуня (Стара река) - м. Зелени дел (закрита)	7.39	1405
16450/178	Ботуня (Стара река) - Вършец, кв.Заножене	20.6	1105
16500/145	Ботуня - с.Стояново	235.8	674

2. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на тази разработка е избор на подходящи индекси за речния отток, приложими като индикатор за маловодие или хидроложко засушаване в района на изследването. Комплексният характер на природните и антропогенни фактори затруднява избора и налага извършването на обзор на индексите, използвани в хидроложката практика. Този обзор е представен в разработката в съкратен вид.

Възможностите на подходящите индекси се представят с хидрограми за различните периоди, графики на дефицита на речния отток, визуализация на подземния отток (Chelsea, Александров, 2015). Определя се характерната продължителност и брой на екстремните маловодни периоди с помощта на дневни и месечни водни количества, обем на дефицита, честота и интензивност на засушаванията (Santos et. al., 2000). На базата на изчисленията и определянето на праговете по емперичната крива на превишение на речния отток по течението на р. Ботуня, да се открият потенциално уязвими територии.

3. МЕТОДИКА

Индексите за количествен анализ на засушаванията са създадени за диференциране и очертаване на различни хидро-климатични региони съгласно отчетите за продължителността и степента на периодите на засушаване. Проучването се базира на хидроложките индекси за изследване на маловодието, метод на праговите стойности, препоръчващи хидроложките условия в реките и графо-аналитични методи. Индексите имат широко приложение и се считат за подходящи на ниво планиране и използване на водните ресурси (Purce, 2004). Обзорът на индексите за маловодие разкри, че някои покриват инженерните, физически и биологични нужди. Той е извършен, ползвайки академична и административна (директиви, закони) литература.

Хидроложките индекси са най-недвусмислените (ясните) методи. Те са основни техники и разчитат на хидроложка информация във формата на исторически

годишни, месечни или дневни редици за оттока, за да предложат препоръки за екологичния отток. Освен това хидроложките методи позволяват извършване на регионализация за прилагане на резултатите в изследвани и неизследвани райони (Tharme, 2003).

Повечето индекси на засушаване (PDSI, CMI, SWSI и SPI) се изчисляват на базата на метеорологичните наблюдения. Когато е възможно, засушаванията могат да се оценяват и наблюдават чрез речния отток. McKee et al. (1993) предлагат адаптиране на процедурата за валежи (за изчисляване на SPI индекса) към други променливи, като например речния отток и наличния обем във водохранилищата. Най-използваните в България съобразени с ЕС Директива за водите са Стандартизиран индекс на оттока (SFI), Стандартизиран индекс на нивото на подземните води (SGI), Standardized Runoff Index (SRI) и Water Exploitation Index. WEI е индикатор за нивото на натиск на човешката дейност върху природните водни ресурси на дадена територия, помагайки да се идентифицират тези с воден стрес. Традиционно WEI се оценява сумарно годишно водоотнемане като процент от средното многогодишно количество на пресни водни ресурси и се използва в изготвянето на Планове за управление на речните басейни в България.

Reiser et al. (1989) правят детайлно проучване на най-използваните методи ползващи речен отток в Северна Америка и установяват, че хидроиндексите са подходящи за описание на специфичните нужди на водни организми, земеделие, индустрия и улесняват вземането на решения. Тези методи са: 1) IFIM (Instream Flow Incremental Methodology), който е част от Physical Habitat Simulation (PHABSIM) system, 2) Tennant-Montana method (1976), 3) Wetted Perimeter method за рибните хабитати (Gippel and Stewardson, 1998), 4) Aquatic Base Flow method, и 5) използване на отток 7Q10, 7-дневен минимум за 10 годишен период на повторемост.

Методът Tennant (Montana) (1976) е най-прилаганият, като използва препоръчаните нива на базовия отток и условията за развитие на природните и антропогенни дейности (Ругсе, 2004). Съставена е скала с 8 степени (+/-4) за два различни шестмесечни периода (Октомври-Март и Април-Септември). Направената оценка на ресурсите се анализира и сравнява със скалата за установяване колко подходящи са условията за човешкото здраве и аквакултурите.

Сред най-популярните индивидуално прилагани индекси е 7Q10. Първоначално е използван за индикатор на прага необходим за разреждане на заустени отпадни води за постигане на определена концентрация, защитаваща живота във водата и за издаване на разрешителни за водовземания. Всяко отбиване на вода направено откъд 7Q10 би влошило качеството на потока под приетите стандарти (Chiang and Johnson, 1976).

Caissie & El-Jabi (1995) предупреждават, че понякога използването му значително може да подцени хидроложката ситуацията в поречието и негативните биологични ефекти могат да нарастват. Може да представя адекватни условия за

поддържане на здрави екосистеми, когато в същност са необходими по-високи водни нива, както отбелязва и управата на щата Massachusetts (2004).

Заедно с 7Q10 се използват и други разновидности на 7Q индекса, като: Годишния седемдневен минимум (7Q1 или MAM7 – Mean Annual Minimum), използван за издаване на лицензи за водоползване и установяване на засушаване (Smakhtin 2001, Tallaksen, van Lanen, 2004); 7Q2 Седем поредни най-сухи дни за две години период на повтораемост, индикатор за необходимото водно количество позволяващо издаване на разрешителни за заустване на отпадни води (Tortorelli, 2002); 7Q5 и 7Q25 използвани, като критично количество на вода необходима за поддържане на качеството ѝ за пресноводното рибовъдство в Екологичния департамент на Южна Дакота (1998); 7Q20 като индикатор за минимален отток за поддържане на екосистемите в Онтарио (2002).

Според класификация изготвена от Olden and Poff (2003) на изследвания за крайречните екосистеми, индексите се делят на 4 групи. Тези за магнитуда на проявление на маловодието са: Минимален месечен отток, Годишен минимален отток, Индекс на минималния отток (LFI) (Дакова, 2005) и Индекс на базовия отток BFI. Индекси отразяващи честотата на маловодните събития са: Брой на пулсациите на високите вълни и Честота на засушливите периоди. Продължителността на периодите с маловодие се характеризират от индексите: Годишен минимален дневен отток за 1-, 3-, 7-, 30-, 90-дневен интервал, Средно от минималния дневен отток, Превъзходение на минималния отток, Продължителност на пулсациите на минималния отток, Брой на дните с нулев отток, Процент на месеците с пресъхвания. Индексите описващи времето на проявление на хидроложко събитие са: Дата на проявление на минималния отток; Сезонна предвидимост на минималния отток за 60 дневен прозорец; Сезонна предвидимост на пресъхванията съобразено с целия период на изследване (Clausen et. al. (2000), Richter et. al. (1998), Wood et. al., (2000).

Друга група индекси са тези получени по трайностната крива, отразяваща целия обхват на оттока, от маловодието до наводненията (Smakhtin, 2001). Smakhtin, 2001 отбелязва, че за характеризиране на маловодието се използват данни от трайностната крива в спектъра от 70 до 99 %, или Q70 – Q99. Най-често използваните в академичните среди и правителствените документи са Q90 и Q95. Споменават се още отток равен на Q75, Q84, Q96, Q97 и Q98. Разпространен индекс е и Медиана на месечния отток – Q50. Тези прагови стойности могат да са фиксирани за целия период или вариращи за даден сезон, месец или ден от годината (Tallaksen, van Lanen 2004). В много от случаите стойностите на Q95 и 7Q10 съвпадат и служат за издаване на лиценз за водовземане или за ограничаване на заустването на отпадъчни води. (Purgse, 2004). Woo & Tarhule (1994) използват седем прагови стойности за пресъхващи реки и твърдят, че това са реалистични нива, поради голямата пропорция на нулев отток – Q5, Q7.5, Q10, Q12.5, Q15, Q17.5, Q20 (в зависимост от проявлението на нулев отток). Въпреки разнообразието на

тази група индекси, важен въпрос е да се определи за какво служи даден индекс и каква е причината и обосновката за избора му.

В литературата се срещат още индекси за маловодие, които са специфични за дадени райони на САЩ и Канада. Те определят дълготрайни или максимални критерии за водните организми или човешкото здраве. Най-често използвани са:

- 30Q10 служи за установяване на необходимото водно количество в реката за покриване на критериите за $\text{NH}_3\text{-N}$ –токсичност в Охайо, разрешен тотален максимум за дневно натоварване подпомагащо човешкото здраве в Ню Йорк и др. приложения.

- 4Q3, който дава връзката биология-хидрология (Waltemeyer, 2002).

- 90Q10 количество необходимо за неутрализиране на живак в дивата природа в щата Мичиган.

Индекси като 30Q2, 30Q5, 1Q10, 3Q20 се прилагат от U.S. Environmental Protection Agency, 1999 за установяване на прагови стойности за концентрацията на амоняк, нитрати и други отпадни продукти.

Chang et al. (2002) извършват регионализация и изследвания за предсказване на минималния отток за неизследвани водосбори с помощта на софтуер OFAT използващ 14 физико-географски, хидроклиматични и др. параметри, предоставящ резултати за 3Q50, 30Q20, 30Q50 и др. Sivapalan (2003) разкрива, че предсказването на оттока в неизследвани водосбори е проблем с първостепенно значение, отнасящ се за земеползването, биоразнообразието и устойчивото развитие. Правят се опити за използване на регресионни уравнения ползващи 7Q10, 4Q3, водосборна площ, надморска височина и др. характеристики.

Оценката на количеството подземни води подхранващи реката и устойчивостта във времето, може да бъде определено изследвайки базовия отток с помощта на комбинаторни индекси като:

- BFI – отношението между базовия отток към общия отток.

- MAM1/Q50 и Q95/Q50 Описващи формата на високата вълна (Tallaksen, 2004)

- Q10/Q95, който за реките с доминиращ базов отток има стойност между 2.5 до 6.5 (Petts et. al 1997).

- Q20/Q90 съотношение интерпретирано като вариабилността на речния отток (Arihood&Glatfelter, 1991).

- Q50/Q90 съотношението представя вариабилността на оттока през периода на маловодие (Hayes & Nelms, 2002).

- Обърнатото отношение Q90/Q50, според (Smakhtin, 2000) може да се ползва като индекс представящ пропорцията на оттока от подземни източници, но изключващ ефекта на площта на водосборната област.

- Медиана на оттока през месец август – приета като еталон за политиките свързани с подземните води (Ries, 1997).

- 30 % от Средния дневен отток ползван от (Tennant 1976) и 20%Q300 дни.

През последните десетилетия, увеличеният натиск върху водните ресурси и огромното количество на издадените разрешителни за водоползване доведе до свръхексплоатация на надеждния базов отток в глобален мащаб. Поради тази причина наличния отток за природни нужди намалява и по-прецизното дефиниране на изискванията за екологичен отток нараства.

Рамковата директива по водите на ЕС (WFD) осигурява основа за устойчиво управление на водите в Европа и осигуряване на добър екологичен статус. Точното му описание изисква голям брой параметри, съобразени със съответната речна екосистема. Всички елементи на режима на потока, включително магнитуд, време, честота и продължителност на наводнения, средни и ниски води са важни за поддържане на речната екосистема. (Dunbar & Acreman, 2001). Експертите участващи в създаването на WFD си служат с 32 показателя за хидроложки изменения (Indicators of Hydrologic Alteration (IHA)) за характеризиране на всички аспекти на режима (табл.2).

Параметрите включват големината и времето на проявление на годишни екстремни стойности, честота и продължителност на високи и маловодни импулси, плюс скоростта и честотата на промените в условията. Допълнителен проблем е, че праговите стойности на „екологично значима промяна“ би трябвало да бъдат определени за всички 32 IHA параметри, за които не винаги има достатъчно данни. Много от параметрите са корелационно свързани, което позволява редуцирането на броя параметри до девет индекса (Olden & Poff 2003).

Таблица 2. Зависимост между индексите използвани в IHA v7.0 и редуцирания списък ползван в софтуера LowFlows2000

Група	IHA софтуер - пълен списък	LowFlow 2000 кратък списък
1	Средно месечен отток през Декември	
1	Средно месечен отток през Януари/Февруари/Март	Среден отток през януари
1	Средно месечен отток през Април/Май/Юни	Среден отток през април
1	Средно месечен отток през Юли/Август/Септември	Среден отток през юли
1	Средно месечен отток през Октомври/Ноември	Среден отток през октомври
2	1-дневен минимум	Q95
2	3-дневен, 7-дневен, 30-дневен, 90-дневен минимум	
2	1-дневен максимум	Q5
2	3-дневен, 7-дневен, 30-дневен, 90-дневен максимуми	
3	Средна дата на проява на минимума	
3	Средна дата на проява на максимума	
4	Брой на случаите с отток над 25-ия персентил	Индекс на базовия отток BFI
4	Брой на случаите с отток под 75-ия персентил	
4	Средна продължителност на високите пулсации	
4	Средна продължителност на ниските пулсации	

5	Брой на покачванията	
5	Брой на спадовете	
5	Средна скорост на покачванията	Индекс на базовия отток BFI
5	Средна скорост на спадовете	

4. РЕЗУЛТАТИ

Резултатите от проучените реки с BFI около и под 0.5 с нестабилно подземно подхранване (Monk et.al. 2006, 2007) показват, че при значими изменения могат да се ползват по-малък брой индекси, описващи доминиращите изменения в елементите на хидроложкия режим. Това дава основание в настоящото изследване на р. Ботуня да бъде използван редуциран набор от индекси, тъй като непараметричният тест за хомогенност на редицата на Уилкоксън показва, че тя не е еднородна и нарушението е статистически значимо с изразен негативен тренд. Нарушенията, проявяващи се след 1974 г. се отразяват на всички части на речния режим, но най-много върху проявлението на абсолютният минимален отток и изместването на месеца с най-нисък месечен отток от август към септември.

Според Ръководството за управление на маловодието с цел предотвратяване на засушаването в Дунавската равнина е съставена таблица 3 с приложими индекси за условията в поречието на р. Ботуня. От анализа на данните се установява, че в района суровите засушавания могат да продължат повече от три месеца.

Таблица 3. Индекси за маловодие за трите ХМС на р. Ботуня. Qср., Q 95, 90 и 70 са за периода 1950-2007, а индексите изискващи дневни данни са за периода 1974-1983г.

№	Qср	Q95	Q90	Q70	MAM1	MAM3	MAM7	MAM10	MAM30	MAM90	BFI
16430	0.17	0.014	0.021	0.05	0.001	0.005	0.005	0.005	0.009	0.017	0.56
16450	0.45	0.05	0.073	0.19	0.002	0.016	0.031	0.027	0.028	0.080	0.52
16500	3.24	0.28	0.42	1.05	0.003	0.08	0.12	0.198	0.320	0.425	0.56



Фиг. 2 Брой и продължителност в дни на засушаванията за периода 1973-1983г.

Това твърдение се доказва и от графиката за брой и продължителност на периодите с речен отток под праговата стойност Q90 за ХМС 16430 – Зелени

дел. Открити са 41 броя случая на засушаване през периода 1973-1983 г. с поне 5 последователни дни под прага и с прекъсване до 2 дни. При използван Q70 тези периоди са с 10 повече и средно с 8 дни по-продължителни.

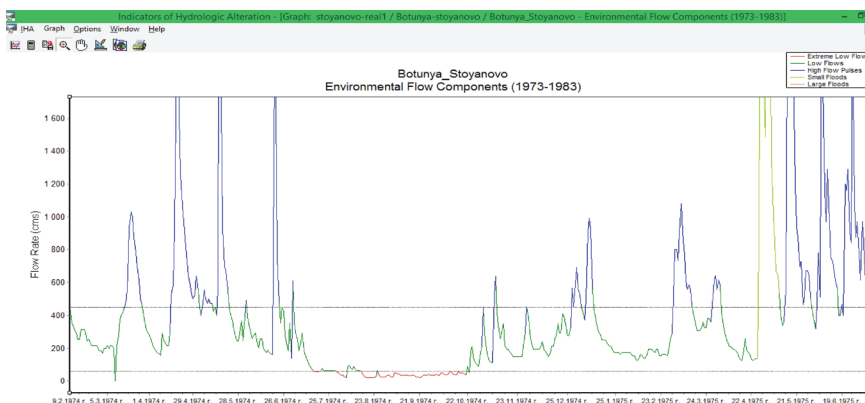
Месечните вариационни прагове позволяват да се характеризират засушавания през по-пълноводните месеци и от фиг. 3 става ясно, че месец април е бил с водни количества под прага Q70 за този месец, но при употребата на фиксиран праг, това не може да се установи. Тези условия възпрепятстващи пролетното подхранване на подземните води, могат да са причина за последвалото сурово засушаване с изчислен средно-дневен дефицит от $0,037 \text{ m}^3/\text{s}$.



Фиг. 3 Месечни вариационни прагове за Q70 за ХМС Зелени дел (1974 г.)

Използването на Софтуера ИНА v.7, предоставя възможност за нагледно представяне на разпределението и вида на речния отток от екстремно нисък отток до големи наводнения (Фиг.4) и тяхното статистическо описание.

За получаване на по-пълна картина при използване на ИНА и получаването на дневни вариационни прагове е необходимо удължаване на периода с дневни данни и изчисляване на получените статистики за периодите преди и след нарушенията.



Фиг. 4 Изображение на резултат получен от ИНА v.7 за периода 1973-1974 г. Видове отток: — Екстремно нисък; — Нисък; — Висока вълна; — Малко наводнение; — Голямо наводнение (не е представено на увеличената графика от 02.1974 до 06.1975 г.)

5. ИЗВОДИ

Въпреки многообразието от съществуващи индекси, всеки от тях проявява и недостатъци от различно естество. Това налага характеризирането на засушаванията да се извършва в комбинация от няколко самостоятелни и/или комбинаторни индекса. Различното им приложение показва, че те имат значение за много сфери от националното стопанство и подпомагат изясняването на проблеми свързани с недостига на вода. Софтуерните продукти също са ценен инструмент за обработка на данните и анализ на състоянието на речния отток.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд чрез проект BG051PO001-3.3.06-0063. НИМХ-БАН носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, което при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на ЕС или Министерството на образованието и науката.

ЛИТЕРАТУРА:

- Acreman M. et al., 2009. Environmental flow from dams: the water framework directive, Engineering Sustainability
- Arihood, L.D. & Glatfelter D.R., 1991. Method for estimating Low Flow characteristics of ungauged Streams in Indiana, USGS paper
- Beran, M. A., J. A., Rodier, 1985. Hydrological Aspect of Drought: UNESCO – WMO, Geneva, 1985
- Caissie, D. and El-Jabi, N., 1995. Comparison and regionalization of hydrologically based instream flow techniques in Atlantic Canada. Canadian Journal of Civil Engineering Massachusetts (2004)
- Clausen, B., Iversen, H.L., and Ovensen, N.B., 2000. Ecological flow indices for Danish streams. In: Nilsson, T. (ed), Nordic Hydrology Conference, Uppsala, Sweden
- Chang, C., Ashenhurst, F., Damaia, S., and Mann, W., 2002. Ontario Flow Assessment Techniques Version 1.0 User's Manual. NESI Technical Manual TM-011. Developed and produced by the Northeast Science and Information Section of the Ontario Ministry of Natural Resources
- Dakova S., 2005. Drought in Bulgarian Danube tributaries. Hydrology and Meteorology journal
- Dunbar M. J. and Acreman M. C. Applied hydro-ecological science for the 21st century. In Hydro-ecology: Linking Hydrology and Aquatic Ecology (ACREMAN M. C. (ed.)). IAHS Publication, 2001
- Hayes, D.C. and Nelms, D.L., 2001. Base-flow characteristics of streams in the Valley and Ridge, Blue Ridge, and Piedmont Physiographic Provinces of Virginia and other Mid-Atlantic states. Tennessee, 2001

- McKee, T. B., Doesken, N. J., and Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to timescales, paper presented at 8th Conference an Applied Climatology, Anaheim, Calif.
- Michigan Department of Environmental Quality, Surface Water Quality Division, 2002
- Minnesota Office of the Revisor of Statutes, 2004
- Monk W. A., Wood P. J., Hannah D. M., Wilson D. A., Extence C. A. and Chadd R. P. River flow variability and macroinvertebrate response within riverine systems. Rivers Research and Applications, 2006
- Monk W. A., Wood P. J., Hannah D. M. and Wilson D. A. Selection of hydrological indices for the assessment of hydro-ecological change. Rivers Research and Applications, 2007
- New York State Department of Environmental Conservation, Division of Water, 1996
- Ohio Environmental Protection Agency Division of Surface Water, 1997
- Olden, J.D. and Poff, N.L., 2003. Redundancy and the choice of hydrologic indices for characterizing streamflow regimes. River Research and Applications
- Ontario Ministry of the Environment, 2000
- Pyrce R., 2004, Hydrological low flow indices and their uses, *WSC Report No. 04-2004, Trent University*
- Petts, G.E., Bickerton, M.A., Crawford, C., Lerner, D.N., and Evans, D., 1997. Flow management to sustain groundwater-dominated stream ecosystems. Hydrological Processes
- Reiser, D.W., Wesche, T.A., and Estes, C., 1989. Status of instream flow legislation and practices in North America. Fisheries
- Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Braun, D.P., and Powell, J., 1998. A spatial assessment of hydrologic alterations within a river network. Regulated Rivers: Research & Management
- Ries, K.G., 1997. August median streamflows in Massachusetts, USGS Water Resources Investigations
- Santos et. al., 2000 Overview of regional meteorological drought analysis on Western Europe. ARIDE Tech Report № 10, Portugese Institute for Water, Lisboa
- Sivapalan, M., 2003. Prediction in ungauged basins: a grand challenge for theoretical hydrology. Hydrological Processes
- South Dakota Department of Environment and Natural Resources, 1998
- Smakhtin, V.Y., 2001. Low flow hydrology: a review. Journal of Hydrology
- Tallaksen L.M., Lanen H. 2004, Hydrological drought – processes an estimation methods for streamflow and groundwater, Elsevier vol. 48, The Nethrland
- Tennant, D.L., 1976. Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources. Chiang and Johnson, 1976
- Tharme, R.E., 2003. A global prespective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. River Research and Applications
- Tortorelli, R.L., 2002. Statistical summaries of streamflow in Oklahoma through 1999.
- U.S. Environmental Protection Agency, 1999
- Waltemeyer, S.D., 2002. Analysis of the magnitude of frequency of the 4-day annual low flow and regression equations for estimating the 4-day, 3-year low-flow frequency at ungauged sites on unregulated streams in New Mexico, USGS. Report
- Wood, P.J., Agnew, M.D., and Petts, G.E., 2000. Flow variations and macroinvertebrate community responses in a small groundwater-dominated stream in south-east England. Hydrological Processes

- Woo M.K. & Tarhule A. (1994) Streamflow drought s of northern Nigerian rivers. Hydrology Science Journal
- Александров В., Раев И., Станева М., Knight G. 2003 Засушаването в България съвременен аналог за климатични промени. НИМХ-БАН
- Александров В. et.al., Chelcea S. et.al., 2015 Ръководството за управление на маловодието с цел предотвратяване на засушаването в Дунавската равнина.
- Европейска рамкова директива за политиката по водите – 2000/60/ЕС



Минерални води в находище Хисар - условия на образуване и тяхното използване

Владимир Христов¹, Алексей Бендерев^{1*}, Евелина Дамянова²

*¹Геологически институт БАН,
Ул. „Акад. Г. Бончев“ 24, 1113 София*

*²Национален институт по метеорология и хидрология БАН
Бул. „Цариградско шосе“ 66, 1784 София*

Резюме: В настоящата разработка се обобщава наличната информация за термалните води в находище „Хисар“ и съвременното им използване. Това е едно от най-известните находища в страната, формирано в гранитни скали. Термалните води се разкриват, както от естествени извори, така и чрез сондажи. Водите са пресни, хидрогеонкарбонатни натриеви с високо рН и съдържание на хлор. Водите се използват главно за лечебни цели, балнеология и бутилиране.

Ключови думи: минерални води, хидрохимия, използване на води, Хисаря

1. УВОД

В България понятието „минерални води“ е придобило гражданственост, като под него се разбира - подземни води от естествен произход с различна минерализация, които по общ химичен състав и (или) по съдържание на биологично активни вещества и по физични и физико-химични свойства, както и по условия на своето формиране и по постоянство на своите качества, съществено и доказуемо се отличават от пресните подземни води. В този смисъл към „минералните води“ се отнасят и голяма част от находищата на пресни термални води, имащи широко разпространение в страната. Едно от най-известните находища е Хисарското, чиито води се използват за различни цели от дълбока древност до сега. Цел на настоящата разработка е да се обобщи наличната информация за термалните води в находище „Хисар“ и съвременното им състояние.

* alekseybenderov@yahoo.com; vhh@geology.bas.bg, evelina.damyanova@meteo.bg

2. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА НАХОДИЩЕТО

2.1. Общи бележки

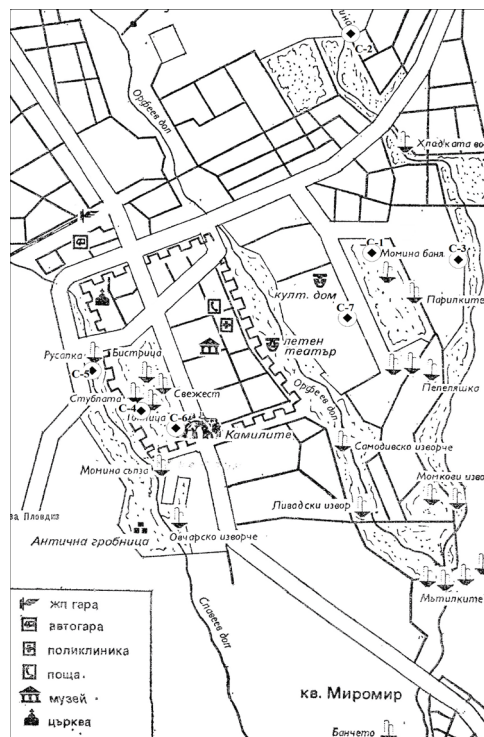
Находището на минерални води Хисар е разположено в югоизточните подножия на Същинска Средна гора, във водосбора на р. Каварджиклийска, десен приток на р. Стряма. Многобройните естествени топли минерални извори са причина за населяването на района им векове преди новата ера (*Маджаров, 1988*). След завладяването на Балканския полуостров от римляните, селището се разраства и през III - IV век получава името Диоклецианопол. Тогава наред с крепостните стени, дворци и сгради са изградени бански постройки, за които се говори в надписи още от II век. По-късно градът е бил разрушаван от хуни, византийци, турци, като последните го наричат със сегашното име Хисаря. Съвременният град е един от най-популярните курорти у нас, като термалните водоизточници са в рамките на града (Фиг.1).

Естественият извори са описани в литературата още от края на 19 и началото на 20 век (*Димитров, 1887; Николов, Радев, 1927; Василев, 1937; Азманов, 1940*). През периода 1959-1967 г. в района на находището са прокарани 8 сондажа с дълбочини от 309 до 691 m, които разкриват в повечето случаи термална вода на самоизлив (*Анталовичев, Добрева, 1970*). Последствие обобщени данни за термалните води на Хисаря са дадени от Щерев (*1964*), Петров и др. (*1970*) Ил. Йотов (в *Бендерев и др., 1998*).

2.2. Геолого-хидрогеоложки условия

Находище Хисар попада в Средногорската зона (*Русева и др., 1991, 1994*). Основните геоложки структури в разглеждания район са Михилския и Мътенишкия плутон - образувани от корови източници и Хисарският плутон с мантиен произход (фиг.2). Те са изградени главно от гранит -гранодиоритови скали отнасящи се към Средногорските гранитоиди.

Тези плутони са нарушени от редица разломни нарушения като с най-съществено значение е Хисарски разлом, по който става издигането на Средногорския блок от север и образуван от структурно понижение на юг. Последното понижение е запълнено с неогенски и кватернерни несвързани седименти. Съгласно Петров и др. (*1970*) основна роля за формирането на термалното находище имат разломи с преобладаваща север-южна посока, които са отворени и водопроводящи.



Фиг.1. Карта на разположение на термалните водоизточници (по Маджаров, 1988)



Фиг.2. Геоложка карта (по Русева и др., 1991)

Предполага се, че термалните води движещи се на юг по тези разломи достигат Хисарския разлом, явяващ се като преграда, по която водите се издигат нагоре. Там те се дренират в неоген-кватернерните наслаги и част от тях излизат на повърхността.

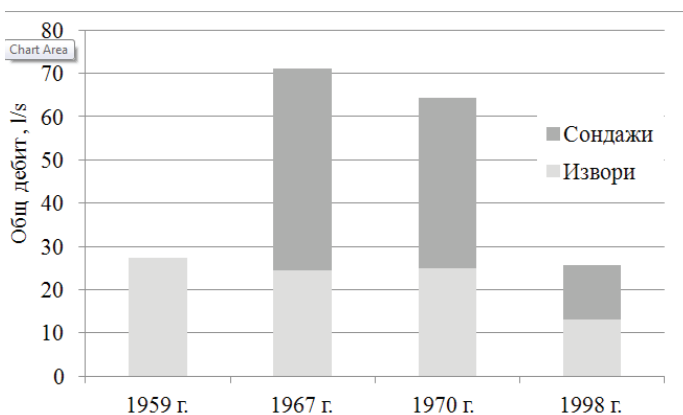
2.3. Количествена и качествена характеристика

Количеството изтичащи термални води на отделните водоизточници са измервани многократно, но само 4 пъти са измервани всички водоизточници едновременно (Таблица 1, Фиг. 3).

Таблица 1. Дебити и температури на водоизточниците (И. Йотов в Бендерев и др., 1998)

Източник \ Измерил	Лефтеров, Райчинов, СКУ, 1959г.		Лефтеров, Червенияков, СКУ 1967 г.		Анталовичев Добрева, 1970 г.		Дунеловска, СКК "ХИСАР" 1998г	
	Q l/s	T °C	Q l/s	T °C	Q l/s	T °C	Q l/s	T °C
Кюпчез	1,44	44,8	0,52	44,8	0,8	43,8	0,6	41
Хавуз+Чулуджа	4,00	47	3,25	47	3,5	47	0,6	44
Инджез	1,10	45	0,75	45	0,84	42,8	0,1	41
Момина сълза	1,67	46,5	1,16	46,5	1,13	48	0,45	43
Стублата	0,09	35	0,06	35	0,04	30	0,03	23
Чобански изв	0,42	27,5	0,65	27,5	0,50	27	0,4	27
Сн 4			2,85	52	2,50	52	1,2	52
Сн 5			6,10	51	4,34	50,5	1,25	49
Сн 6			2,23	51	2,50	50	без самоизлив	
Сн1			4,10	48	4,17	47	0,35	48
Сн 2			0,02	17	0,02	17		
Сн 3			22	52	16,6	52	8,35	52
Сн 7			9,1	53	9,26	54,5	1,35	52
Сн 8			0,24	29,5	не изтича			
Момина баня	5,46	48	5,02	48	5,10	47,5	3,90	46
Парилките	8,0	48	7,0	48	7,1	47	5,00	45
Вълкови изв.+ Пепеляшка	1,41	36,8	2,05	36,8	1,5	33	0,3	38
Чаир баня	3,09	43	2,87	43	3,4	43	1,8	42
Самодивски изв.	0,12	31,5	0,12	31,5	0,6	33	пресъхнал	
Мътилките	0,33	25	0,30	25	0,33	23,5		
Кюнка	0,24	21,5	0,8	21,5	0,16	19,5		

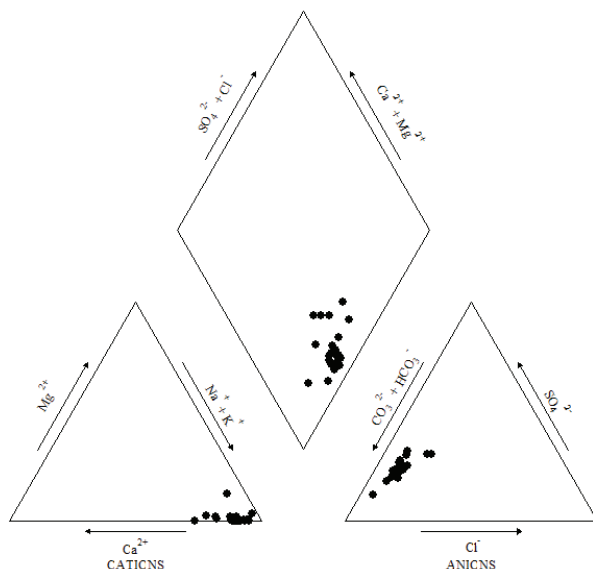
Получените резултати показват, че прокарването на сондажите довежда до рязко увеличаване на общия дебит на изтичащата минерална вода, но едновременно има намаляване на дебитите на някои от естествените водоизточници. С времето намалява и общият дебит на находището, като през 1998 г. измереното общо количество е приблизително същото, като преди да се прокарат сондажите. Единственият положителен ефект е, че водата от сондажите е с повишена температура.



Фиг.3. Изменение на общия дебит на находище „Хисар“

Проведените химични анализи от началото на миналия век до сега показват голямо сходство на съдържанието на основните макрокомпоненти и тяхната стабилност във времето. Водите са хидрогенкарбонатно-сулфатни (Фиг.4) с минерализация от 220 до 340 mg/l, високо рН - между 8 и 9,3. Водоизточниците се характеризират с различна радиоактивност (*Меламед и др. ,1962*). Най-висока е тя в извор Момина баня - 170 Em/l и Сондаж 1 - 108 Em/l. В останалите водоизточници тя е в границите от 1,5 до 80 Em/l.

Отличителна особеност на хисарските води е високото съдържание на метасилициевата киселина (от 40 до 70 mg/l) и флуор (от 2,5 до 5,5 mg/l), които постъпват в тях от излужване на гранитоиди при високи температури. Докато метасилициевата киселина е полезна за човека, високите съдържания на флуор правят хисарската вода неподходяща за ежедневна употреба. Използвайки данните от химичния състав на водите е направен и опит да се определи температурата на формиране на термалните води. Като най-подходящ за случая (наличие на гранитни скали) е халцедоновия геотермометър. Съгласно получените резултати тази температура е около 70°C.



Фиг.4. Макросъстав на термалните води

3. ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВОДИТЕ

Минералната вода в Хисар, вследствие нейните рН, хидрокарбонатни, сулфатни, натриеви и флуорни йони, метасилициевата киселина и температура, има широк спектър на прилагане за лечебно - профилактични цели:

А. Питейното балнеолечение въздействие основно върху стомашно-чревния тракт, жлъчно-чернодробната и бъбречно-отделителната системи. Спомага за намаляване на хиперацидитета на стомашния сок, води до регулиране на чревната моторика, чувствително се увеличава диурезата.

Б. При инхалационно лечение се проявява секретолитичното действие на минералната вода. Водата притежава детоксичен ефект и оказва благоприятно въздействие при хронични неспецифични възпалителни заболявания на горните дихателни пътища.

В. За кариес профилактика – при продължително използване на водата с тази цел (месeci, години) количеството на приемания флуор не трябва да превишава 1,5 mg/дневно.

Г. При съчетано питейното балнеолечение и балнеопрофилактика оказва благоприятно въздействие при следните заболявания:

- бъбречно-урологични (бъбречно-каменна болест, хронични пиелонефрити, състояния след литотрипсия, следоперативни състояния и др.);

- жлъчно-чернодробни (жлъчнокаменна болест, хронични холангити, холангиохепатити, хронични хепатити, дискинезии на жлъчните пътища, следоперативни състояния и др.);
- стомашно-чревни (хронични гастрити, гастродуоденити, чревна болест, ентероколити, следоперативни състояния и др.);
- обменно-ендокринни (подагра, диабет);
- хронични професионални интоксикации.

Д. При външно балнеолечение и балнеопрофилактика оказва благоприятно въздействие при следните заболявания на:

- опорно-двигателния апарат (дегенеративни и възпалителни (в ремисия) ставни заболявания – артрозоартрити, коксартрози, ревматоиден артрит и др.);
- периферната нервна система (дископатии, радикулити, плексити и др.);
- вътрешните органи (гастроинтестиналният тракт – хронични гастрити, колити, хронични холецистити и хепатити и др.);
- пикочоотделителната система (хронични пиелонефрити с или без калкулоза, цистити, уретрити и др.);
- ортопедични (за раздвижване при посттравматични и постоперативни състояния и др.).

Освен за лечебно-профилактични цели хисарските води се използват широко и за пълнене на басейни, за обществени нужди, като свободно течащи води в градините. Частично се експлоатира и техният топлинен потенциал възлизащ на 1330kW (при понижаване на температурата до 40°C) за отопление на хотели и почивни станции (*Бендерев и др., 1998*).

Съгласно регистрите на МОСВ в момента за споменатите цели се използват 27,86 l/s вода (<http://www3.moew.government.bg/?show=top&cid=71&lang=bg>). 2,6 l/s от 3 водоизточника са дадени на концесия за бутилиране и само 2,21 l/s са неоползотворени (Таблица 2).

4. ИЗВОДИ

Направеното обобщение на съществуващите данни за находище „Хисар“ показват, че качествата на водите са постоянни и ненапразно са използвани от дълбока древност до сега за лечебно-профилактични цели и почивка. Неблагоприятен фактор е високото съдържание на флуор в тях, което прави минералната вода не препоръчителна за всекидневно пиене и трябва да се прилага по лекарско предписание. Проведените сондажни проучвания през 1959-1967 г. са увеличили водните количества на находището само за известен период, което показва, че те, както и при някои други находища, не са били необходими. Направеният от МОСВ баланс на ресурсите от термална вода показва, че водите от Хисарското находище са едни от най-добре усвоените в страната.

Таблица 2 . Данни за използвани и свободни водни количества, съгласно регистрите на МОСВ

Водоизточник	Т,°С	Водно количество, l/s			
		Разрешено	Ползвано		Свободно
			концесии	разрешителни	
Сондаж №5	48	1,90		1,85	0,05
КЕИ Русалка	41	0,80		0,80	
КЕИ Свежест	45	0,07		0,00	0,07
КЕИ Топлица	45			0,50	
КЕИ Чобан чешма	26	0,40	0,40		0,40
КЕИ Момина сълза	41	0,40		0,40	
КЕИ Стублата	45	0,50			0,50
Сондаж №4	52	1,10		1,10	
Сондаж №6	51	1,20		1,20	
Сондаж №1	41	0,30	0,30		0,30
Сондаж №3	50	7,80		7,80	
Сондаж №7	49	2,60	1,90	0,70	
КЕИ Момина баня	48	3,90		3,90	
КЕИ Парилки	45	5,50		5,50	
КЕИ Вълкови извори +Пепеляшка	34	0,30		0,30	
КЕИ Чаир баня	41	2,30		2,26	0,04
КЕИ Б.Миромир	52	2,40		1,55	0,85
Общо		31,47	2,60	27,86	2,21

БЛАГОДАРНОСТИ:

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд чрез проект BG051PO001-3.3.06-0063. НИМХ-БАН носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, което при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на ЕС или Министерството на образованието и науката.

ЛИТЕРАТУРА

- Азманов, А. (1940) Български минерални извори. - *Държ. печатница МТПП. отд. за природни богатства*: 260 с.
- Анталовичев, Б., Д.Добрева (1970) Доклад за хидрогеоложките проучвания на термоминерално находище „Хисар“ и „Песнопой“, Пловдивски окръг, проведени през 1959-1970 с определяне на експлоатационните запаси по състояние 1 август 1970 г. Национален Геофонд, V- 196.
- Бендерев, А., В.Христов, Ил.Йотов, П.Петров (1998) Термални води в южните дялове на Централно Средногорие. В Доклад : Преценка на геотермалната енергия в България. Национален Геофонд, V- 522.
- Василев, Г. (1937) Хисарските миенрални извори и тѣхните каптажи. *Трудове върху подземните богатства и минната индустрия на България*. 6:161-176.
- Димитров, Г. (1887) Хисарски бани. Пловдив: 16.
- Маджаров, К., (1988) Хисаря. София: *Медицина и физкултура*: 77.
- Меламед, Й., М.Матлиева, Г.Загорски (1962) Изследване на разтворените и спонтанни газове , на някои физически свойства и на химичния състав , редокс-потенциала и радиоактивността на във водата на Хисарските находища. *Научни трудове НИИНФ*, 6:21-25.
- Николов, Н.,В.Радев (1927) Хидро-геологическо изучаване на областта около термалните извори в Карловска околия (Хисарски, Карловски и Кара-сърлийски). *Списание на Българско Дружество* 1,1: 6-60.
- Петров, П., Св. Мартинов, К. Лимонадов, Ю. Страка (1970) Хидрогеоложки проучвания на минералните води в България. *София, Техника*: 196.
- Русева, М., Д.Ангелова, Ц.Цанков (1991) Геоложка карта на България. М 1:100000. К.л. Карлово. *ВТС -Троян*
- Русева, М., Д.Ангелова, Ц.Цанков (1994) Геоложка карта на България. М 1:100000. К.л. Карлово. Обяснителна записка. *КГМР, Геология и Геофизика АД*: 60.
- Щерев, К. (1964) Минералните води в България. *София, Наука и изкуство*: 172



Експлоатация на термоминерални води в района на Северозападна България

Мария Темелкова*

*Национален институт по геофизика, геодезия и география – БАН,
ул. „акад. Г. Бончев“ бл. 3, 1113 София*

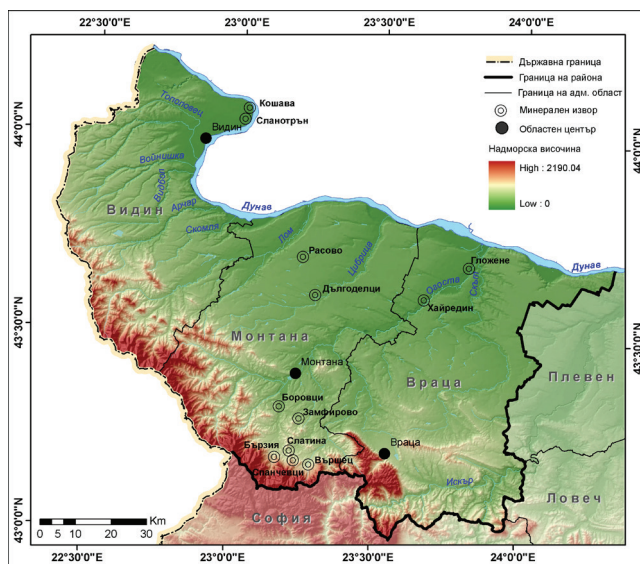
Резюме: Дадено е кратко описание и анализ на актуалното състояние при използване на термоминералните ресурси в района на Северозападна България. Приложена е таблица с технически данни за съществуващите водоизточници на термална минерална вода в района. Маркирани са термоводоносните хоризонти в района и специфичните особености при водностопанското усвояване на водите им. Дискутирани са проблемите при използваемостта на наличните термоминералните ресурси в Северозападна България. В заключение се изтъква, че изследваният район е богат на термални води с големи статични запаси и е необходимо намирането на инвеститори и начини за посигане на рационалното им използване и оползотворяване на потенциала им като топлоенергиен източник, за балнеоложки цели или за извличане на ценни химически компоненти.

Ключови думи: термални води, находища на термоминерални води, хидротермални проявления, термоводоносни хоризонти, сондажни водоизточници, управление на водните ресурси, рационално използване на водите.

Северозападна България по отношение на геоморфологията включва Западната Дунавска равнина и северните склонове на Западната Старопланинска верижна система, която се разделя на две части: Предбалкан и Главна Старопланинска верига. Това определя и наличието в района на трите основни физикогеографски области в Северна България – Дунавска равнинно-хълмиста, Предбалканска и Старопланинска (фиг. 1). В геоложкия строеж на района взимат участие две от основните тектонски единици на България – Мизийската платформа и

* temelkova@mail.bg

Балканидите. Северната част се припокрива с Ломската депресия, която от хидрогеоложка гледна точка попада в западната част на Севернобългарския артезиански басейн в Долнодунавската артезианска област. Административно-териториално разглежданият район обхваща областите Видин, Монтана и Враца.



Фиг. 1. Карта на находища на термоминерални води в Северозападна България

Минералните извори са сред ценното природно богатство на региона. С национално значение са топлите минерални извори в област Монтана, община Вършец – гр. Вършец и с. Бързия, използвани за лечение на сърдечно-съдови заболявания, заболявания на централната и периферната нервна система, ендокринно-обменни, на опорно-двигателния апарат и др. Хидротермалните находища във Вършецкия басейн са се формирали в разломните нарушения на палеозойските гранодиорити. Находищата се дренират от естествени извори и сондажи на самоизлив до тях. Наличните запаси се оценяват на 40 l/s и са съсредоточени в 4 находища и проявления: Вършец, Бързия, Спанчевци и Слатина (фиг. 1). Водите са нискоминерализирани (около 200 mg/l), с повишена алкалност $pH \approx 9$, температурата на водата е 19-38 °C (табл. 1). По състав са карбонатно-сулфатни натриеви (Бързия) или хидрокарбонатно-сулфатни натриеви (Вършец и Спанчевци). Това е единственият район в Северна България, в който се срещат минерални води от генетичната група на азотните термални води. Съдържанието на азот в тях е над 99%. Извори с топла минерална вода, които могат да имат стопанско значение, се намират и в селата Боровци и Замфирово община Берковица, но находищата не са оценени и утвърдени. Термоминералните води във Вършецкия басейн са пресни, чисти и подходящи за балнеоложки цели и трапезни

води. Добър пример за рационалното им използване е минералната вода КОМ, която се бутилира в с. Бързия, но основната им експлоатация е за балнеолечение и хигиенни нужди.

Геоложките проучвания показват, че не е целесъобразно по-нататъшно сондиране във Вършецкия басейн, тъй като това би довело до намаляване дебита на съществуващите извори и сондажи и влошаване качеството на водата в тях, още повече, че по последни данни на МОСВ находищата разполагат с над 50% свободни водни количества от експлоатационните си ресурси. Това е показателно, че общият дебит на термоминералните находища в района на Вършец засега е достатъчен за нуждите на местното население и курортния туризъм.

Таблица 1 Технически данни за съществуващите водоизточници на термална минерална вода в района на Северозападна България

Местонахождение на изворите или сондажите	Дебит (l)	Температура t, (°C)	pH	Минерализация М, (g/l)
Бързия	18,00	32,00	9,10	0,27
Слатина	2,45	27,00	8,10	0,25
Спанчевци	4,25	19,00-30,00	9,04	0,20
Вършец	14,11	36,30-37,70	9,04	0,20
Р-1б Расово	0,17	35,90	7,30	23,22
Р-6 Дългоделци	0,07	21,00	6,40	17,04
Р-1 Гложене	0,01	21,20	8,40	99,00
С-2хг Хайредин	2,88	29,80	7,70	21,03

Източници: Хидротермални ресурси...1998а;

<http://www3.moew.government.bg/?show=top&cid=71&lang=bg> (МОСВ уеб сайт - Регистър на ресурсите на минералните води - изключителна държавна собственост и публична общинска собственост по находища и водовземни съоръжения)

В Северозападна България няма други естествени изворни находища на термоминерални води, а само хидротермални проявления, които са открити предимно при дълбокото сондиране в Мизийската плоча, провеждано за търсене на нефт и газ от 50-те години на XX в. досега. (Хидротермални ресурси..., 1998а). В Националния геоложки фонд има данни за направени 82 бр. дълбоки сондажи в изследвания район, с които са установени основните термоводоносни хоризонти – девон-карбонски; триаски; долно-средноюрски; средноюрско-долнокреден; сенон-палеогенски. Тези термоводоносни хоризонти залягат до дълбочина 4500 m и са с дебелина от 10 до 1400 m и площ на разпространение около 4800 km². Разкритите термални води са с температура до 140-150 °C, минерализация до 150 l, богати на йод, бром и други химически компоненти. Най-водообилен

е средноюрско-долнокредният водоносен хоризонт (по-конкретно малм-аланжинските варовици), чиято термална вода е разкрита от три сондажа (във Видин, Сланотрън и Кошава). Те са единствените експлоатирани продължително и имащи значителен дебит (първоначално $Q_{\text{общ}}=32 \text{ l}$), а температурата им достига до 45 °C. Водата от изворите в с. Сланотрън и в центъра на гр. Видин е богата на сероводород (съдържание на сулфидна сяра 43-45 mg/l и свободен сероводород 31 mg/l) и е била използвана за балнеоложки цели повече от 15 години, но в последствие изворите са тампонирани. Причината е, че минералните извори са до водоизточниците на гр. Видин и водите им се смесват с тези на водоизточниците и развалят качеството им. Необходими са няколко мил. евро, за да се изолират минералните извори от водоизточниците и да се разработят. Единствените разработени минерални извори в област Видин са в местността Божурица, разположена на 20 km. югозападно от гр. Видин. Построеният там спа-хотел Green Pease е с термални минерални води.

За другите водоносни хоризонти, поради липса на хидрогеоложки параметри, не е направена количествена оценка.

От 82 дълбоки сондажа достигнали различни водоносни хоризонти и разкрили термална вода, са останали само четири. Това са: Р-1 Гложене и С-2хг Хайредин в област Враца, Р-1б Расово и Р-6 Дългоделци в област Монтана. Останалите са ликвидирани, за да се избегне смесване на високоминерализирани води с пресните студени води от горележащите хоризонти, използвани за питейно водоснабдяване (Хидротермални ресурси...1998а).

Запазените четири течащи термални сондажни водоизточници са с температура на водата от 21-36 °C и имат сумарен дебит около 3 l, който е незначителен за такава голяма площ (таблица 1). В момента те не се използват. Водата на сондаж Р-1 Гложене е хидрокарбонатно-натриева по химичен състав, на сондаж С-2хг Хайредин е хлоридно-сулфатно натриева, а на сондажи Р-1б Расово и Р-6 Дългоделци е хлоридно-натриева. Водите им биха могли да се използват като топлоенергиен източник или за балнеоложки цели, с изключение на Сондаж Р-1б Расово където съдържанието на радий-226 е в много голямо количество и надвишава нормите на БДС, но има проекти за извличане на йод и бром от водата.

В района на Северозападна България се експлоатират термоминерални води само във Вършецкия басейн, но всичко казано до тук дава основание да се предположи, че изследваният район е богат на термални води с големи статични запаси, които биха могли да се използват като топлоенергиен източник, за балнеоложки цели или за извличане на ценни химически компоненти.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд чрез проект BG051PO001-3.3.06-0063. НИМХ-БАН носи цялата отговорност

за съдържанието на настоящия документ, което при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на ЕС или Министерството на образованието и науката.

ЛИТЕРАТУРА

Антонов, Х. С., Д. К. Данчев. Подземни води в НРБ. София, ДИ "Техника", 1980.

Щерев, К. Д. Минералните води в България. София, ДИ „Наука и изкуство“, 1964.

Христо Хрисчев и др., Хидротермалните ресурси в Северозападна България към Окончателния отчет по задача „Преценка на ресурсите на геотермална енергия в България“, ГИ-БАН, 1998а.

Христо Хрисчев и др., Хидротермалните ресурси в района на Вършец и Бързия към Окончателния отчет по задача „Преценка на ресурсите на геотермална енергия в България“, ГИ-БАН, 1998б.

Национален геоложки фонд

<http://www.moew.government.bg/>



Регистрирани изменения на водното ниво в сондажни кладенци 707ТЗ Хисаря и 935ТЗ София (кв. Лозенец) и възможни корелации със земетръсни прояви

Марин Иванов^{1*}, С. Шанов², Владимир Христов²

*¹Национален институт по метеорология и хидрология БАН,
Бул. Цариградско шосе 66, 1784 София*

²Геологически институт - БАН, Ул. Акад. Г. Бончев, бл. 24, 1113 София

Резюме. Настоящата статия описва регистрираната връзка между настъпили земетресения и нетипични изменения на нивата на подземните води. Още от древността съществуват сведения за изменения на дебитите на изворите, което е характерно за тези дрениращи минерални води. Произходът на минералните води обикновено е свързан с разломни геоложки структури, а земетресенията също се случват в подобни райони, откъдето може да заключим, че е възможна връзка между изменение на качествени или количествени показатели на подземните води, предизвикани от земетресения. Използвани са данни от два тръбни кладенеца в Хисаря и София, наблюдавани от НИМХ при БАН, през различни периоди от време, както и с различна апаратура. Установена е връзка за периода на регистрациите между локални и регионални земетресения и хидродинамичните промени, констатирани в тях. Направеният предварителен анализ дава основание да се предполага наличие на предсеизмични аномалии, въпреки че връзката между земетресенията и измененията на нивата на наблюдаваните сондажи не е изяснена напълно. Предлага се изграждане на мониторингов полигон, обхващащ по-голяма площ със сравнително равномерно разположени наблюдателни сондажи, който да служи като първа стъпка към възможно прогнозиране на бъдещи земетресения. Направените аналогии и разсъждения не трябва да се тълкуват еднозначно, както и да се използват за окончателни изводи.

Ключови думи: земетресения, минерални води, хидрогеоложки предвестници, сондажни кладенци, нива на подземни води

* marin.ivanov@meteo.bg, s_shanov@geology.bas.bg; vhh@geology.bas.bg

1. УВОД

Множеството публикации в света, които се занимават с проблемите на прогнозиране на земетресенията, дават обща представа за усилията, които се правят вече десетилетия с надежда да се намери начин за предотвратяване на най-страшните последствия от катастрофални земетресения. След умерена еуфория през 70-те години на миналия век, когато през 1975 година китайските учени успяха да предскажат катастрофалното Хайченгско земетресение с магнитуд 7.3 и да предпазят от гибел хиляди жители на градовете Инкоу, Хайчен и Ляоян, последваха катастрофи с много човешки жертви и материални загуби без наблюдавани признаци за тяхното приближаване. Този факт показва, че научните изследвания по предсказване на земетресенията се намират все още в стадий, когато съществена роля играе емпиризмът и не е намерен “безгрешният” предвестник. Изследваните феномени и явления, съпътстващи земетресенията доказват, че всеки потенциален предвестник реагира по различен начин преди земетресения в различните земетръсни зони.

В средата на миналия век се налага тезата за комплексен подход при търсенето на предвестници на земетресения и се изграждат геодинамични полигони във Япония, САЩ, бившия СССР и Китай. При всички тези комплексни научни бази, независимо от прилаганата методика, доминиращ в търсенето на решение за предсказване на земетресенията е “феноменологичният” подход – наблюдава се и се изследва определен феномен (или феномени) в даден земетръсен район и се търси закономерност на неговите реакции преди силни земетресения. Понякога се изследват комплексно група феномени и се търсят по-сложни корелации с приближаващата земетръсна катастрофа (случаят с китайското прогнозиране през 1975 г.).

През 2009 г. е приета резолюция от Генералната асамблея на Международната асоциация по сеизмология и физика на земните недра (IASPEI) за актуалността на изследванията по прогнозиране на земетресенията. „Резолюция 4. Прогнозиране на земетресенията и изследвания за тяхното предсказване: Като отчита съвременното развитие на науката и технологиите за земетресенията IASPEI препоръчва да бъдат подкрепяни изследванията за прогнозиране и предсказване на земетресенията, както и тяхното оценяване и сравнително тестване.” През 2015 година Генералната асамблея на IASPEI в гр. Прага, Република Чехия, приема резолюция, която е насочена към превантивните мерки и ранното оповестяване на сеизмичните катастрофи.

В стратегията при прогнозирането на земетресения успешно може да се смята всяко прогнозиране, което включва правилна оценка на три елемента: **време, място и сила на прогнозираното земетресение**. За да се постигне тази цел е необходимо да се премине последователно през етапите, дефинирани от T. Rikitake (1976) и допълнени от К. Касахара (1985):

1. Дългосрочно прогнозиране: статистическо прогнозиране и тектонско прогнозиране (включително палеосейсмоложки изследвания);
2. Средносрочно прогнозиране: сейсмичен режим, предсейсмични движения на земната повърхност, измервания на скоростта на движения по разломи;
3. Краткосрочно предсказване: геофизични полета (електромагнитни, сейсмични скорости и др.) и хидрогеоложки параметри.

Настоящото изследване е свързано с хидрогеоложките параметри и неговата цел е да покаже доколко промяната на водното ниво на минерални води, които са с дълбока циркулация, може да се приеме като следствие на сейсмична активност в близост до мониторинговите пиезометри.

2. ХИДРОГЕОЛОЖКИ ПРЕДВЕСТНИЦИ

При силни земетресения се наблюдават вариации в параметрите на подземните води – дебит, температура, химически състав, радоново съдържание и др. (Вакита, 1984). Подобни изменения, в повечето случаи, се наблюдават както преди, така и след земетресенията. Населението в различни райони на Земята съобщава за размътване на водата в кладенците преди земетресения, понякога се увеличава водата на естествените извори, понякога изчезва. Подобни прояви са описани и публикувани от редица наши и чужди автори (виж. литературата). Първите публикации по темата за нашата страна се отнасят за появилия се при разрушителното земетресение през 1858 г. извор “Овча купел”, материал публикуван през същата година от Филаретов в „Цариградски вестник”.

Хидрогеоложките параметри си остават едни от най-експлоатираните за целите на краткосрочното прогнозиране. Сложно е намирането на еднозначно решение от тези изследвания. Chen Yong (1988) показва, че преди силни земетресения, реакциите на водното ниво не винаги са използвани за предсказване на земетресения. Когато приближава земетресението, водното ниво в наблюдаваните сондажи показва драстични вариации, но в някои сондажи има покачване, а в други понижение. Няма два сондажа, които да показват еднакъв тип на вариациите. Някои от по-отдалечените сондажи от зоната на епицентъра показват по-големи амплитудни аномалии от други, намиращи се в непосредствена близост до огнището на земетресението. В своите многогодишни наблюдения японските изследователи стигат до извода, че измененията на нивото в кладенците е по-силно изразено когато те са разположени в твърди скали, в краищата на разломи или на пресечката на разломи (Вакита, 1984).

Счита се, че вариациите в нивото на подземните води преди и след земетресението се дължат на движенията на земната кора и свързаните с тях промени в наклона на земната повърхност, разширяване или свиване на близките до повърхността скали, изменения на поровото налягане и пластични деформации във водоносните хоризонти.

Ефекти на вариациите на водното ниво са наблюдавани в сондажа на Софийския минерален извор в центъра на гр. София (Petrov et al., 1988). Особено драстични са вариациите, регистрирани преди и след земетресението от 1977 г. в района на Вранча (Румъния) с $M=7.2$. Анализът по метода на обратните вероятности показва, че и преди други силни земетресения в региона сондажът има аномални изменения в дебита си и данните от него могат да се използват за средносрочно и краткосрочно прогнозиране на земетресения. Практически, вариациите в дебита на минералните води са свързани със сеизмични събития в радиус от над 400 km около този сондаж.

3. МОНИТОРИНГ И РЕЗУЛТАТИ

Използвани са мониторингови данни от два тръбни кладенеца, наблюдавани от НИМХ през различни периоди от време, както и с различна апаратура. Установени са неестествени изменения на ходографа, които нямат връзка или поне не е намерена информация за случили се през този период земетресения. Всяко едно такова неестествено изменение може да е предизвикано от различни въздействия, както и от методически неправилна интерпретация на записваните данни.

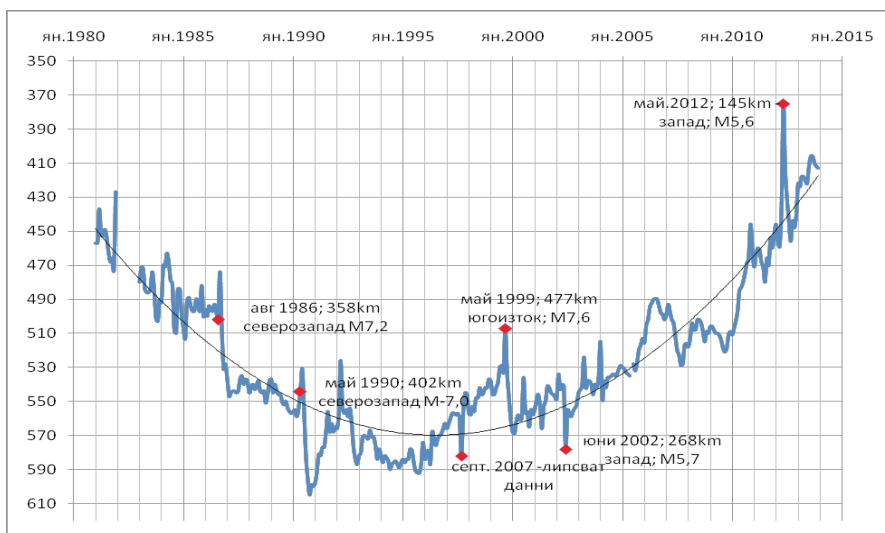
3.1. Сондажен кладенец 707ТЗ Хисаря

Този кладенец се наблюдава от НИМХ от 1981 г. и е оборудван със самопишещо устройство. Най-голямо покачване на нивото (375 cm) е наблюдавано през май 2012 г., а най- голям спад (614 cm) през ноември 1990 г. Средната температура на водата при устието на сондажа се изменя в границите от 14,0° до 17,2° C. Дълбочината на сондажа е 693 m и разкрива пункнатинни води, акумулирани в палеозойски гранити. По целия профил на сондажа се наблюдават граните, напукани в различна степен, и по-горе в разреза те са покрити от неогенски седименти. Правят впечатление две обособени зони, представени от тектонски глини, които залягат и се припокриват от силно напукани, тектонски обработени и натрошени гранити. По тези зони има вероятност да се извършват съвременни тектонски движения.

На фиг. 2 е показана схема с епицентрите и магнитудите на земетресения, настъпили в периода от 1983 до 2014 г., които са оказали влияние върху изменението на нивото в тръбния кладенец.

В Таблица е даден списък със земетресенията, които вероятно имат връзка с изменение на нивото в кладенеца. Оценката е извършена на основата на магнитуда на земетресението, разстоянието до епицентъра му и естествения ход на изменение на нивата на подземните води в кладенеца.

На фиг.1 са показани средномесечни стойности на нивата на подземните води за периода 1981-2013 г., където с точки са отбелязани резките изменения на нивата, вероятно предизвикани от настъпилите в същия период земетресения.



Фиг. 1 Връзка между земетресения и рязко изменение на нивото [cm] на подземните води в тръбен кладенец в гр. Хисаря

Показателни са обобщените средномесечни стойности за нивото на наблюдаваните подземни води, показани на Фиг. 3 за периода, 2010-2014 г. На фигурата ясно се откроява значително скокообразно покачане на нивото в наблюдателния кладенец при извършено измерване на 31.05.2012 г. и последващото му рязко спадане. Този скок е нетипичен за естественото движение на нивото през наблюдавания период и дава основание да се твърди, че изменението е малко-вероятно да се дължи на естествени процеси. На 22.05.2012 г., няколко дни преди направеното измерване, е регистрирано земетресение с епицентър близо до гр. Перник с магнитуда 5,6-5,8 по Рихтер и дълбочина 10 km, на около 140 km в западна посока от сондажния кладенец.



Фиг. 2 Земетресения, в следствие на които е наблюдавано изменение на нивата на подземните води в тръбен кладенец 707ТЗ, разположен в гр. Хисаря

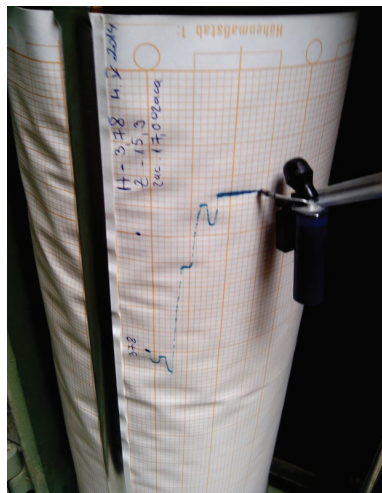
Дата	Час	Географски координати северна ширина	Географски координати източна дължина	Дълбочина [km]	Магнитуда	Място	връзка между земетресение и изменение на нивото	реакция	Изменение на нивото за един ден [cm]	Изменение на нивото [cm]	Период на изменение [d]
6.8.1983	15:43	40,11	24,77	15	6,7	Aegean Sea	силно вер.	преди	34	34	1
25.11.1983	12:19	35,02	22,80	25,1	5	Centr.mediterr. sea	слабо вер.	преди	3	36	4
26.11.1983	10:27	35,03	22,75	23,3	4,8	central Meditter. Sea	слабо вер.	преди	12	36	3
5.2.1984	00:20	37,21	28,65	10	5,1	western Turkey	вер.	след	5	16	4
17.2.1984	21:19	39,23	23,46	13,2	4,5	Aegean Sea	слабо вер.	преди	6	17	4
19.2.1984	03:47	40,67	23,33	25,4	4,8	Greece	вер.	преди	6	19	5
1.3.1984	09:08	35,44	25,46	92,6	4,5	Crete, Greece	слабо вер.	след	27	17	1
13.5.1984	12:45	42,97	17,73	29,7	5,5	Bosnia and Herz	вер.	след	-4	-16	6
9.11.1985	23:30	41,26	23,99	22,2	5,2	GR-BG border .	силно вер.	след	11	23	2
30.8.1986	21:28	45,52	26,27	136	7,2	Romania	силно вер.	след	22	46	3
7.12.1986	14:17	43,27	25,91	20,5	5,6	Bulgaria	силно вер.	преди	10	10	1
8.10.1988	06:20	35,14	23,31	33	4,4	Crete, Greece	слабо вер.	след	-5	-15	5
24.12.1988	23:08	41,26	23,23	10	3,6	GR-BG border .	вер.	преди	11	19	2
20.2.1989	23:48	42,08	24,95	10	2,8	Bulgaria	слабо вер.	вер. преди	1	14	6
21.2.1989	10:29	42,33	24,14	10	3	Bulgaria	вер.	вер. преди	1	14	6
21.2.1989	10:19	41,54	23,18	10	2,5	Bulgaria	слабо вер.	вер. преди	1	14	6
21.2.1989	09:29	42,83	23,55	10	2,6	Bulgaria	слабо вер.	вер. преди	1	14	6
24.2.1989	00:40	37,73	29,35	18,5	5,3	western Turkey	силно вер.	след	6	14	3
26.4.1990	11:27	41,01	19,78	39,1	4,8	Albania	слабо вер.	преди	5	26	5
30.5.1990	10:40	45,85	26,65	89,8	7	Romania	силно вер.	вер. преди	10	20	2
25.7.1991	08:26	43,12	31,30	10	4,6	Black Sea	вер.	след	6	9	2
26.7.1991	12:44	42,66	24,12	10	3	Bulgaria	вер.	след	3	3	1
24.8.1992	21:43	42,51	24,91	9,6	4,2	Bulgaria	силно вер.	след	10	18	2
27.12.1992	17:10	41,64	23,17	5	2,5	Bulgaria	слабо вер.	вер. преди	7	10	5
16.2.1993	неизяснено										
2.3.1993	12:47	42,62	24,20	10	3,3	Bulgaria	вер.	след	4	8	2
26.3.1993	11:58	37,59	21,39	10	5,4	southern Greece	вер.	след	3	8	2
4.5.1995	00:34	40,57	23,62	10	5,3	Greece	силно вер.	вер. преди	1	17	10
21.12.1995	неизяснено										
1.2.1996	17:57	37,83	19,92	29,8	5,3	Ionian Sea	слабо вер.	вер. преди	3	18	5
1.2.1996	17:43	41,70	23,79	10	3,3	Bulgaria	слабо вер.	вер. преди	3	18	4
2.2.1996	05:11	42,85	23,90	10	3,3	Bulgaria	вер.	вер. преди	5	15	4
26.4.1996	неизяснено										

*Регистрирани изменения на водното ниво в сондажни кладенци 707ТЗ Хисаря и 935ТЗ
София (кв. Лозенец) и възможни корелации със земетръсни прояви*

11.6.1996	21:45	45,74	27,23	38,4	4	Romania	вер.	вер. преди	6	10	2
17.9.1996	13:45	42,87	17,82	10	5,5	Croatia	вер.	вер. преди	0	14	11
18.11.1996	неизяснено										
10.12.1996	20:14	41,43	19,82	10	4	Albania	слабо вер.	вер. преди	3	20	7
24.12.1996	неизяснено										
17.8.1999	00:01	40,75	29,94	17	7,6	western Turkey	силно вер.	преди	-1	61	10
19.8.1999	15:17	40,62	29,14	10	5,2	western Turkey	силно вер.	преди	2	53	6
11.11.1999	14:41	40,74	30,27	22	5,7	western Turkey	силно вер.	вер. преди	2	16	4
12.11.1999	10:57	40,78	31,21	10	7,2	western Turkey	силно вер.	преди	8	14	2
23.11.1999	00:47	42,07	25,17	3,8	4,5	Bulgaria	силно вер.	-	-5	-15	3
24.5.2001	17:34	45,69	26,42	142	5,2	Romania	силно вер.	преди	2	19	2
22.1.2002	04:53	35,62	26,64	88	6,2	Crete, Greece	вер.	-	0	0	
24.4.2002	10:51	42,44	21,47	10	5,7	Maced-Serb border	силно вер.	след	5	21	2
17.3.2004	23:42	45,44	26,75	101	4,5	Romania	слабо вер.	след	4	12	4
26.4.2004	11:58	41,92	23,22	23	3,6	Bulgaria	слабо вер.	след	5	5	1
26.4.2004	13:22	41,85	23,26	11,5	2,8	Bulgaria	слабо вер.	след	5	5	1
10.9.2004	17:46	42,07	24,84	0	3,9	Bulgaria	вер.	преди	3	7	2
16.12.2004	неизяснено										
22.5.2012	03:00	42,65	22,97	10	5,6	Bulgaria	силно вер.	-		61	
24.5.2014	12:25	40,31	25,45	10	6,9	Greece	силно вер.	-	29	58	2



Фиг. 3 Средно месечно изменение на нивото [cm]
на подземните води в тръбен кладенец в гр. Хисаря



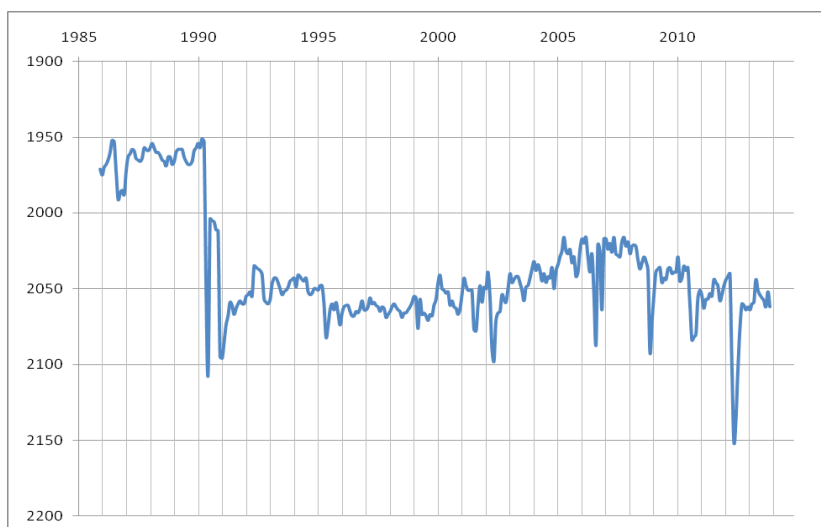
Фиг. 4

На фигури 3 и 4 е показана графика и снимка, регистрираща изменението на нивото в същия сондаж за периода 23-26.05.2014 г. Рязкото покачване на нивата се е случило на 24.05.2014 г. приблизително в интервала от време между 10:00 и 14:00 ч. Нивото е продължило да се покачва до около 20:00 ч., след което се е стабилизирало, а общото покачване от 58 cm се е запазило.

На същата дата между 12:25 и 12:30 е станало земетресение с епицентър около о. Самотраки в Гърция с магнитуд 6,5 по Рихтер, което е на разстояние около 230 km от мониторинговия сондаж в юг-югоизточна посока.

3.2. Сондажен кладенец 935Т3 София, кв. Лозенец

Сондажен кладенец 707Т3 се наблюдава от НИМХ от 1986 г. Най-голямо покачване спрямо терена (1951 cm) е наблюдавано през май 2004 г., а най- ниското (2151 cm) през юли 2007 г. Средната температура на водата при устието на сондажа се изменя в границите от 13,2° до 15,0° C. Дълбочината на сондажа е 296,9 m и разкрива пукнатинни води, акумулирани в сенонски андезити. Същият е един от водоизточниците от находище на минерална вода „Лозенец”.

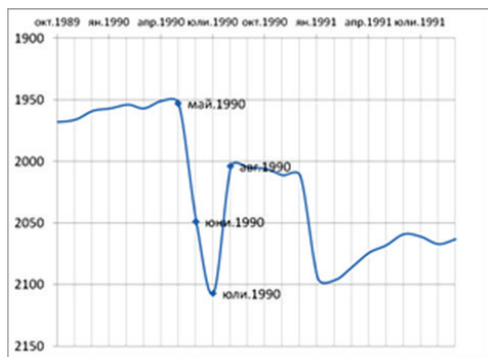


Фиг. 5 Месечно изменение на нивото [cm] на подземните води в сондажен кладенец 935Т3 – София, кв. Лозенец за периода 1986-2014 г.

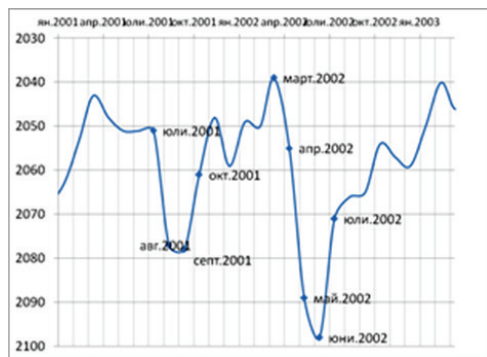
На фиг. 5 се виждат резки спадания и възстановявания на нивото на подземните води. След 1990 г., след рязкото спадане на нивото на подземните води, то не се възстановява до първоначалните си стойности.

На фиг. 6 се наблюдава рязък спад на нивото, настъпил през юни и юли 1990г. На 30 май 1990г. е регистрирано земетресение с епицентър Вранча (Румъния) с магнитуд 6,8 по Рихтер.

На графиката на фиг. 7 е регистриран спад на нивото, вероятно предизвикан от случилите се земетресения на 9 и 13 август 2001 г. съответно с магнитуд 3,5 и 4,3 по Рихтер. В началото на април 2002 г. са регистрирани 16 труса, като първият е бил с магнитуд 4,1 по Рихтер. Епицентърът е между Пловдив и Асеновград в района на с. Крумово, където са се случили и най-големите напуквания на сгради.



Фиг. 6 Месечно изменение на нивото [cm] на подземните води в сондажен кладенец 935Т3 – София, кв. Лозенец за периода октомври 1989 - юли 1991 г.



Фиг. 7 Месечно изменение на нивото [cm] на подземните води в сондажен кладенец 935Т3 – София, кв. Лозенец за периода януари 2001 - март 2003 г.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ИЗВОДИ

Проведени са мониторингови наблюдения, отчитащи промяната на водното ниво на минерални води с дълбока циркулация в два от мониторинговите сондажи на НИМХ. Установена е връзка за периода на регистрациите между локални и регионални земетресения и хидродинамичните промени, констатирани в тях. Предварителният анализ дава основание да се предполага наличие на предсеизмични аномалии, които могат да се използват за създаване на математически модел за предсказване на сеизмични събития.

Двата наблюдателни сондажа частично изясняват връзката между земетресенията в изследвания район и промяната на нивото на подземни води с дълбока циркулация. Един мониторингов полигон, обхващащ по-голяма площ със сравнително равномерно разположени наблюдателни сондажи ще даде много по-пълна и надеждна картина на връзката между земетресенията в района и изменението на нивото на дълбоко залягащите подземни води.

Мониторинговият полигон може да допринесе за изясняване на механизма на въздействие на земетресенията върху режима на минералните води в района и да бъде първа стъпка към възможно прогнозиране на бъдещите земетресения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд чрез проект BG051PO001-3.3.06-0063. НИМХ-БАН носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, което при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на ЕС или Министерството на образованието и науката.

ЛИТЕРАТУРА

- Бояджиев К. 1922. Влияние на земетресението през 1917 г. върху режима на минералната вода в Софийско. Изв.БИАД. 3 (23), бр.5-6, 5-6
- Василева Л., Л.Велчев, П.Петров, Л.Христовски, Д.Димитров.1980. Изменение на нивата на подземните и пивърхностните води и на дебитите на изворите в България при земетресението от 4.III.1977 във Вранча. Хидрол. и метеорол., 2, 61-64
- Вакита Х., 1984. Глава 8. Вариации уровня и химического состава грунтовых вод. В: Методы прогноза землетрясений. Их применение в Японии, Москва, Недра, с. 175-224.
- Еленков С., С.Маслинкова, С.Пачева, Т.Стоянов. 1985. Изследване предвестници на земетресения в Горонтракийската низина - настоящ и бъдеще. В: Юбил. науч. сесия „25 год. Геофиз. инст.“, Сборн. докл., 73-84
- Касахара К., 1985. Механика землетрясений. Москва, Мир, 264 с.
- Монахова Л., И.Станев. 1980. Изменение химического и газового состава подземных вод на севере Болгарии после землетресения 4 марта 1977. В: Матер. XI Конг. КБГА, Киев, Гидрогеол. и инж.геол., 109-110
- Петров П. 1983. Влияние на гидрогеложките условия върху ефектите от земетресението. В: Земетресението Вранча - 1977, 85-95
- Петров П. 1983. Хидрогеложки прояви, предизвикани от земетресението (сеизмохидрогеоложки феномени). В: Земетресението Вранча - 1977, 96-111
- Проданов В., 1981. Земетресения и минерални води. Хидротех. и мелиорация.2, 27-29
- Радославов, Б.М. 1929. Влиянието на земетресенията въобще и специално на тези в Чирпанско и Пловдивско през пролетта на 1928 г. върху термалните и минерални води в България. - Сп. на Бълг. инж- архитект. д-во, 29, кн. 1, 2.
- Родкин, R, 2010. Задача: прогноз землетрясений, сп. „Природа“, №10.
- Chen Yong, 1988. Complexity of earthquake precursors. Workshop: Global geophysical informatics with application to research in earthquake predictions and reduction of seismic risk, 15 November – 16 December 1988, International Center of Theoretical Physics, Trieste, 22 p.
- Petrov P., Shanov S., Vutkov V., Tshatalova M., Sokolova S., 1988. Seismic activity and piezometric level variations in thermal waters in Sofia. Proceedings of the XXI General

Assembly of European Seismological Commission, 23-27 August 1988, Sofia, Bulgaria, 490-497.

Rikitake, T., 1976. Earthquake Prediction. Elsevier, Amsterdam, 357 pp.

<http://www.segabg.com/article.php?id=49712>

https://bg.wikipedia.org/wiki/Измитско_земетресение

<http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php?id=188032>



Наводненията през 2014 г. и обуславящите ги условия (Хроника)

Колектив от сектор „Метеорологични прогнози“ към Департамент „Прогнози“:
**Анастасия Стойчева*, Боряна Маркова, Анна Дякова, Марияна Попова,
Анастасия Кирилова, Красимир Стоев, Мартин Славчев, Георги Цеков**

Колектив от секция „Хидрологични прогнози“ към Департамент „Прогнози“:
**Снежанка Балабанова*, Георги Кошинчанов, Силвия Стоянова,
Весела Стоянова, Валерия Йорданова, Николай Филипов, Анна Гърдева,
Илина Гълъбова**

*Национален институт по метеорология и хидрология - БАН
Бул. Цариградско шосе 66, 1784 София*

1. УВОД

Наводненията са без съмнение сред най-опустошителните природни бедствия, поразяващи редица региони в света всяка година. Те са се случвали и ще продължават да се случват. Наводненията бяха основен проблем за България през 2014 г. През годината много градски, индустриални и селски области бяха наводнени. Последиците от наводненията са загуби на човешки живот, на собственост, посеви и много негативно влияние върху човешкото благополучие.

Наводненията са хидрометеорологични явления и се случват, когато едновременно са налице специфични метеорологични и хидрологични условия. Изключение правят наводненията, които са в резултат на разрушаването на защитно или ретензионно съоръжение. В настоящата работа са описани и анализирани метеорологични обстановки, които в съчетание с определени хидрологични предпоставки са довели до наводнения. Разгледани са обстановки, довели до наводнения от типа “поройни наводнения”, които са бързо развиващи се екстремни явления в резултат от интензивни валежи върху относително малки водосбори. Разгледани са и обстановките, довели до наводнения от типа “речни наводнения”, които са в резултат на обилни валежи за по-дълги периоди (няколко

* anastassia.stoycheva@meteo.bg, snezana.balabanova@meteo.bg

дни) в горната част на даден водосбор, водещи до формиране на висока вълна, която се придвижва няколко дни надолу по течението на реката.

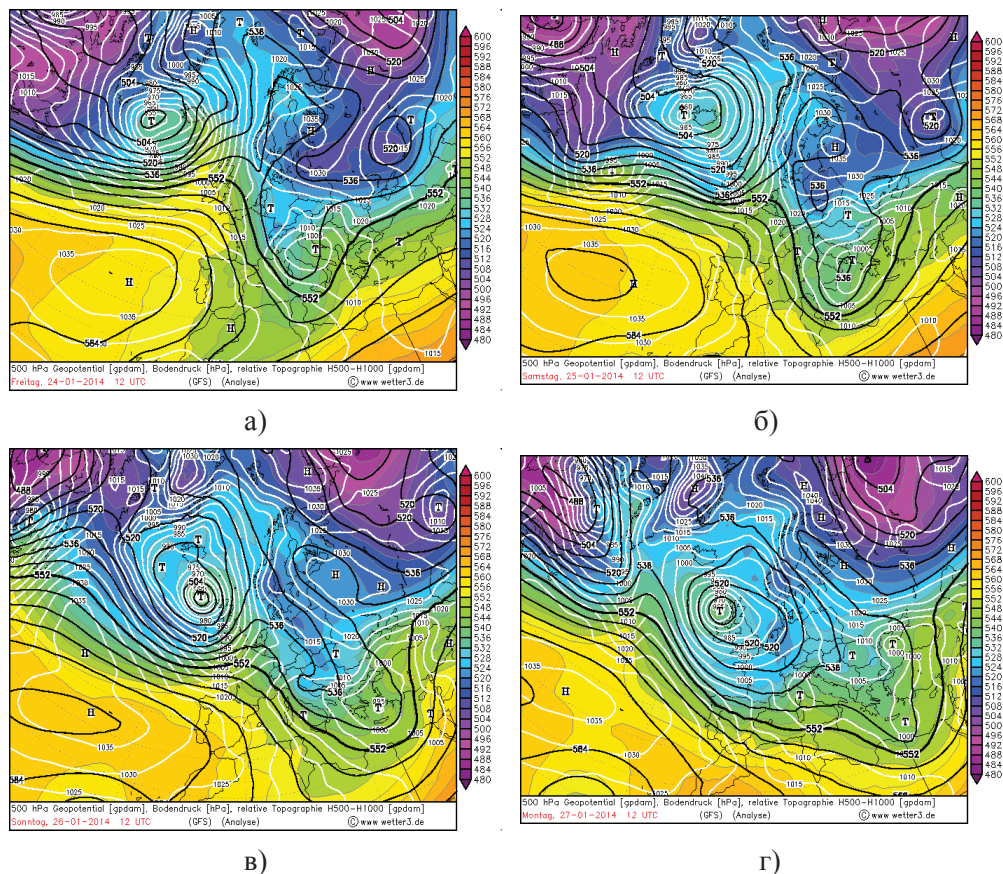
Таблица на метеорологични обстановки през 2014 г., в резултат, на които са регистрирани наводнения в различни райони.

Дата от 2014 г.		Повлиян район от хидроложка гледна точка
Ден	Месец	
27	януари	Ахтопол
19	април	Лом, Белоградчик
25	април	Лом
31	май	Велико Търново
5-6	юни	Албена, Резовска, Камчия
15	юни	югоизточните райони
19-20	юни	Варна /Аспарухово/, Шумен, Добрич, Габрово, Велико Търново
30-31	юли	Враца, Борован, Бяла Слатина
1-2	август	Своге, Етрополе, Мизия
4-7	септември	Берковица, Монтана, Приморско, Димитровград, Ст. Загора, Свиленград
23-25	октомври	Априлци, Рудозем, Хасково, Димитровград, Бургас
4-6	декември	Кърджали, Хасково, Димитровград, Симеоновград, Тополовград, Раднево, Любимец, Бургас, Гълъбово, Елхово, Ямбол, Свиленград

2. АНАЛИЗ НА СИНОПТИЧНИТЕ И ПОСЛЕДВАЩИТЕ ХИДРОЛОГИЧНИ ОБСТАНОВКИ

2.1. Синоптична обстановка 24-27.01.2014 г. (Ахтопол)

Висока барична долина от север-североизток, свързана с център на циклон, разположен над южните райони на Европейска Русия (Фиг. 1а), се развива над Централното Средиземноморие. Изострянето на долината е свързано с потъването ѝ дълбоко на юг, до северните брегове на Африка. В нейната циркулация над Южна Италия се формира и висок цикланален вихър на 25.01.2014 в 12 UTC (Фиг. 1б). Бавното движение на долината на изток се блокира от баричен гребен, израстващ от югоизток над Черно море към Прибалтика (Фиг. 1б и 1в). На 26.01.2014 г. в тила на долината се спуска нова порция студен въздух, свързана с дълбок атлантически циклон с център, разположен на северозапад от Британските острови. Като резултат, оста на долината подминава централната част на Балканите и така от северозапад над България нахлува студен въздух.



Фиг. 1. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур) и приземно налягане (бял контур) за 24-27.01.2014 г. в 12 UTC, GFS анализ

В приземния слой страната ни попада под влияние на дълбок средиземноморски циклон, чийто център се формира 24 часа по-рано в района на Генуезкия залив и придвижвайки се през Италия, се развива и задълбава в района на Адриатическо море. На 24.01 и 25.01 центърът на циклона бавно се придвижва на юг, циклоналната област се разширява и на изток, като на 26.01, минавайки през южните райони на Гърция, достига до Егейско море. Приземната фронтална зона над страната ни е резултат от комбинация между антициклонално барично поле на север от Балканския полуостров (с център над западната част от Европейска Русия) и циклон през Гърция. На 27.01 се откриват два центъра на ниско налягане – един, преминаващ през Босфора и движейки се на север, над Черноморската акватория, достига п-ов Крим и друг, преминаващ през о-в Кипър в най-източната част на Средиземноморието (Фиг. 1г).

Така, от 24.01 до 27.01.2014 г. на Балканите се създава усложнена зимна обстановка. През страната преминава бавно подвижен студен атмосферен фронт. Понижението на приземните температури е с около 10 градуса.

Студеният фронт достига до Източна България на 25.01.2014 г. Там на 24.01 срещу 25.01 започва да вали дъжд, а района на Русе и Силистра дъждът преминава в сняг. Образува се снежна покривка с дебелина от 3 до 5 см. По северното крайбрежие на морето и в Югоизточна България е все още топло, с температури до 10-12 градуса и валежът е от дъжд. Духа умерен до силен вятър от изток-североизток. Най-значителни количества валеж за 24 часа са отчетени в синоптични станции Сливен и Карнобат, съответно 31 и 34 л/кв.м., а от данните от климатичните станции: в Котел – 44 л/кв.м., Г.Чифлик – 39 л/кв.м., Исперих – 35 л/кв.м., Златоград – 34 л/кв.м.

На 26.01 след полунощ дъждът се усилва. По Северното Черноморие вали леден дъжд и там се образува опасното метеорологично явление поледица. По южното крайбрежие температурите остават положителни и там вали интензивен дъжд, с отчетени за 24 часа количества 15-20 л/кв.м. Около обяд на 26.01 студеният фронт достига и крайните югоизточни райони. Вятърът и там се ориентира от северозапад, температурите се понижават. Същевременно в Североизточна България, с продължаващи снеговалежи, се образува значителна снежна покривка - до 53 см в Силистра. Комбинацията от силен североизточен вятър и снеговалеж водят до виелици, образуване на преспи и навявания.

На 27.01 валежите от сняг продължават в Североизточна България и по Северното Черноморие. По Южното валежите вече са от сняг, те са по-слаби и там се образува по-тънка снежна покривка - в Елхово и Карнобат - 10 см, по крайбрежието на морето – от 2 до 4 см.

2.1.1. Хидрологична обстановка на 27.01.2014 г.

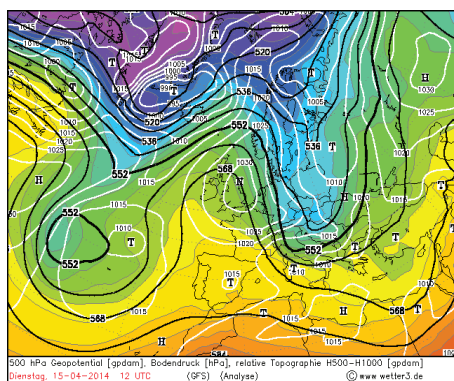
На 27.01.2014 г. в района на гр. Ахтопол, в резултат на валежната обстановка, се създава предпоставка за съществено повишение на р. Велека, която излиза от коритото си и залива пътя между Ахтопол и Резово (Сн. 1).



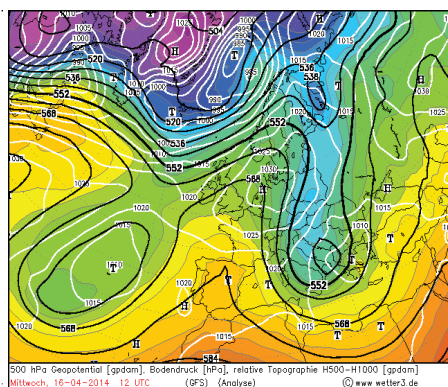
Сн. 1. Наводнен участък от пътя между Ахтопол и Резово

2.2. Синоптическа обстановка 19.04.2014 г. (15.04-20.04) (Лом и Българградчик)

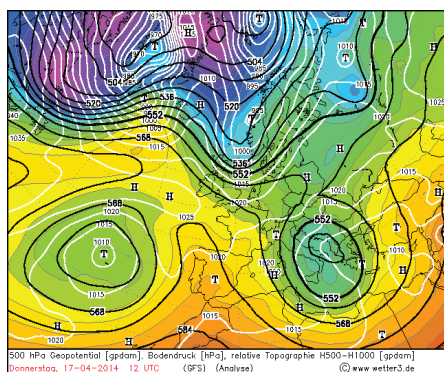
На 500 hPa на 15.04.2014 г. от север към Централното Средиземноморие и Балканския полуостров се спуска остра барична долина (Фиг. 2а). На 16.04 над южната акватория на Адриатическо море се затваря високо циклонално ядро (Фиг. 2б), което стационарира за около 48 часа в района (Фиг. 2в). На 18.04 в циркулацията на високата фронтална зона, преминаваща над северните ширини от Европа, се откъсва нов вихър, който се спуска на юг към Централното Средиземноморие и Балканския полуостров (Фиг. 2г). Новият и вече по-слабият по активност стар вихър, чиято циркулация продължава да определя времето на Балканите, се обединяват в обща циркулационна област на ниско атмосферно налягане. Тази циклонална циркулация се блокира от баричен гребен, израставащ от изток-североизток на 19.04. (Фиг. 2д, Фиг. 2е).



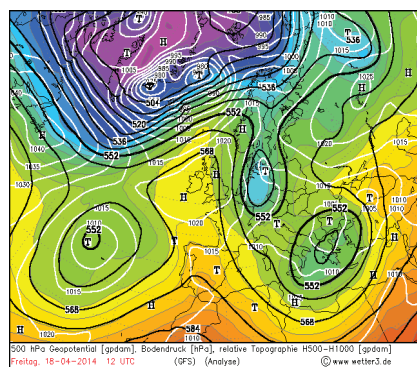
а)



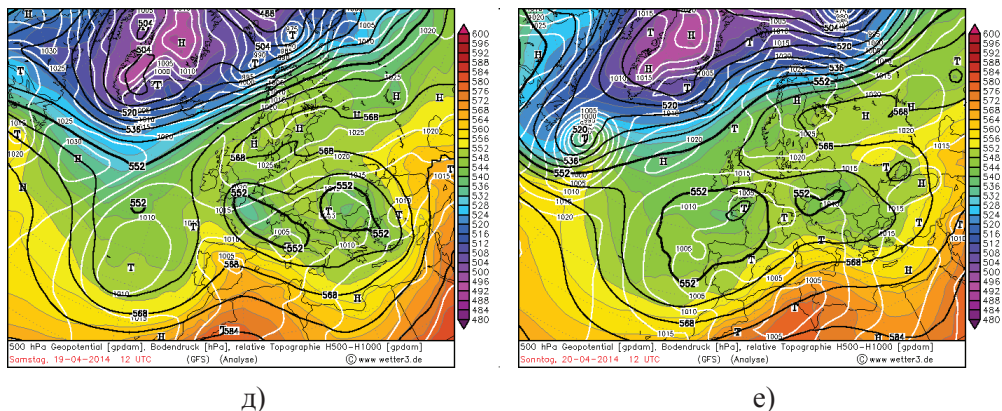
б)



в)



г)



Фиг. 2. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур) и приземно налягане (бял контур) за 15-20.04.2014 г. в 12 UTC, GFS анализ

Западна и Централна Европа попадат под влияние на приземен антициклон с център над Северно море, а в Европейска Русия времето се определя от настанилия се над района Сибирски антициклон (Фиг. 2а). Между двете образувания от север към Балканите се спуска приземна барична долина (Фиг. 2а). Над Балканския полуостров се формира плитка област на ниско налягане. На 17.04 двата антициклона се обединяват и през Средна Европа преминава пояс на високо налягане, който блокира областта от ниско налягане, под чието влияние остават и през следващите дни Балканите (Фиг. 2в).

В създалата се богата на влага въздушна маса, идваща с преноса на средиземноморските циклони, в страната има повсеместни валежи, като по-значителни количества има в Западна България. Най-значителни са валежите в Белоградчик - 150 л/кв.м.

2.2.1. Хидрологична обстановка 19.04.2014 г.

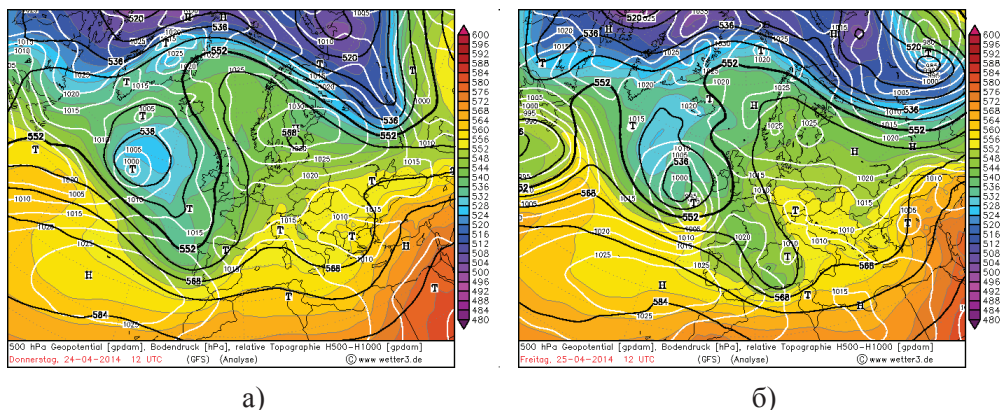
При описаната синоптичната обстановка в Северозападна България на 19.04.2014 г. реките Лом, Дългоделска Огоста и Стакевска излизат от коритата си и заливат прилежащите им тераси. Регистрирано е повишение на водното ниво на р. Огоста при с. Бутан с +170 см.

Засегнати селища от наводнението са: в поречието на р. Лом - Ружинци и Брегово, Бело поле, Дреновец и Тополовец; в поречието на р. Дългоделска Огоста - Лопушанския манастир; в поречието на р. Стакевска - село Стакевци.

2.3. Синоптична обстановка 24-25.04.2014 г. (Лом)

На 24.04.2014 г. на 500 hPa над Балканския полуостров баричният гребен се разрушава и през района преминава слабоградиентна барична долина (Фиг. 3а). Приземен циклон, формирал се над Северна Африка преди 48 часа, се придвижва на североизток към Балканския полуостров. Центърът му се настанява над Гърция и Егейско море; страната ни попада под влиянието на североизточната му периферия (Фиг. 3а). От североизток над страната ни атмосферното налягане се повишава; циклонът започва бавно да се запълва и да се оттегля на изток към Мала Азия.

Времето в България е хладно и облачно, с валежи от дъжд, на места придружени с гръмотевици. Значителни количества са регистрирани в Западна и Централна България. Най-много е дъждът във Вършец - 83 л/кв.м., Пещера - 57 л/кв.м. и Панагюрище - 53 л/кв.м.



Фиг. 3. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур) и приземно налягане (бял контур) за 24.04.2014 г. (а) и за 25.04.2014 г. (б) в 12 UTC, GFS анализ

2.3.1. Хидрологична обстановка на 25.04.2014 г.

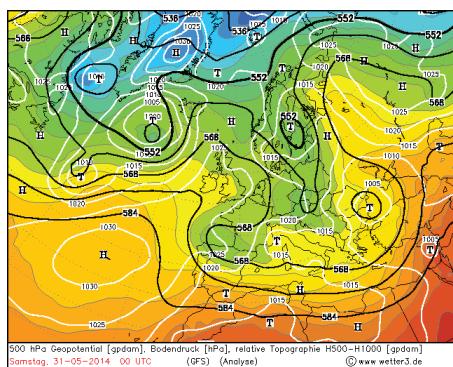
На 25.04. при условията на висока влажност на почвата и падналите през последното денонощие валежи, р. Лом отново излиза от коритото си, наводнявайки селата Горни Лом, Драженци и Бело поле (Сн. 2).



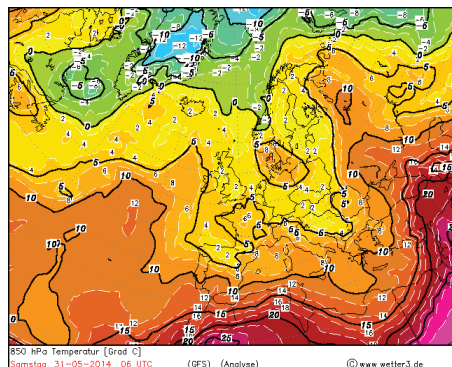
Сн. 2. Засегнати къщи от разливането на р. Лом във видинското с. Горни Лом

2.4. Синоптична обстановка 28-31.05.2014 г. (Русе, Разград, В. Търново)

В началото на обстановката високият баричен гребен над Балканите се разрушава и полуострова попада под влияние на предната част на барична долина. Въздушният пренос е от югозапад. На 30.05.2014 г. високата барична долина преминава през Балканите. Формираният се циклон задълбава и развивайки се, преминава на североизток. На 31.05.2014 г. във височина и при земята България остава под влиянието на тилната част на циклоналният вихър (Фиг. 4а). По-късно през деня високият циклон започва да се запълва, но в приземния слой циклоналната циркулация се задържа. Поради адвекция на студен въздух на 850 hPa (Фиг. 4б), температурите в страната се понижават. Въздушният пренос вече е от север-северозапад. Сумарното количество на валежа в Русе е 92 л/кв.м, в Разград – 30 л/кв.м, във Велико Търново – 15 л/кв.м.



а)



б)

Фиг. 4. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур), приземно налягане (бял контур) и относителна топография в слоя 500-1000 hPa (цветна скала) за 31.05.2014 г. в 00 UTC (а) и температура на 850 hPa (черен контур и цветна скала) за 31.05.2014 г. в 06 UTC (б), GFS анализ

2.4.1. Хидрологична обстановка на 31.05.2014 г.

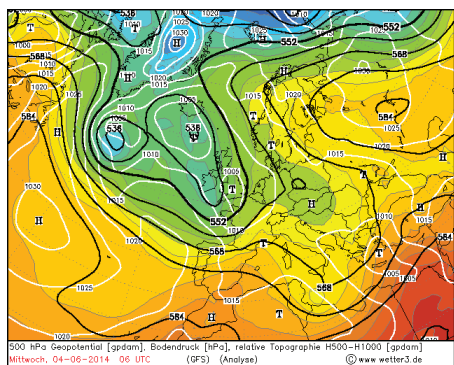
На 31.05.2014 г. в 03:00 часа нивото на р. Янтра се повишава значително и залива части от градовете Габрово и Велико Търново, както и няколко села в района. При гр. Велико Търново реката достига водно ниво $H=684$ см и водно количество $Q=555$ м³/с. Водното количество е с период на повтаряемост веднъж на 10 години. От преминаващата висока вълна са наводнени десетки къщи. На (Сн.3.) се вижда високото водно ниво на р. Янтра в района на гр. Велико Търново.



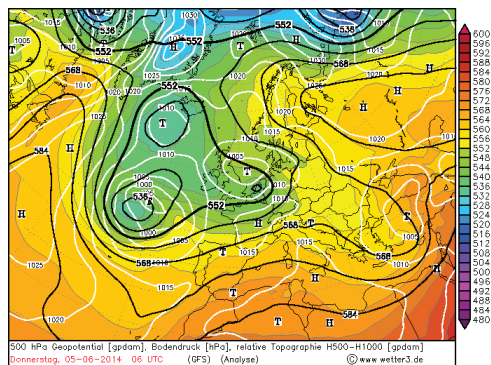
Сн.3. Премаване на висока вълна по р. Янтра в района на гр. Велико Търново

2.5. Синоптическа обстановка 4-6 юни 2014 г. (Албена, Резовска, Камчия)

В началото на периода във височина Балканският полуостров попада под влияние на барична долина (Фиг. 5), като на 5.06 и на ниво 500 hPa се затваря циклонален център, който в следващите дни се премества бавно на югоизток. В приземния слой синоптическата обстановка се определя от африкански циклон, който на 4.06 преминава през южните райони на Балканския полуостров към Мала Азия и Черно море (Фиг. 5а). През следващите два дни циклонът стационарира над Мала Азия и Черно море. България попада в тилната му част с пренос на хладни въздушни маси от север (Фиг. 5б).



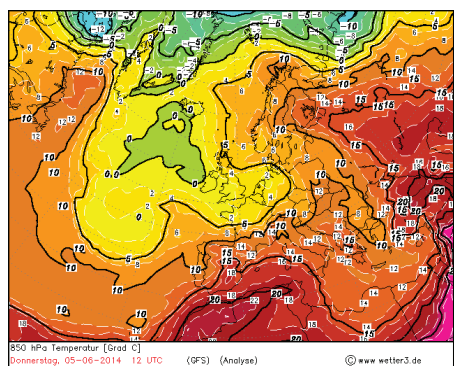
а)



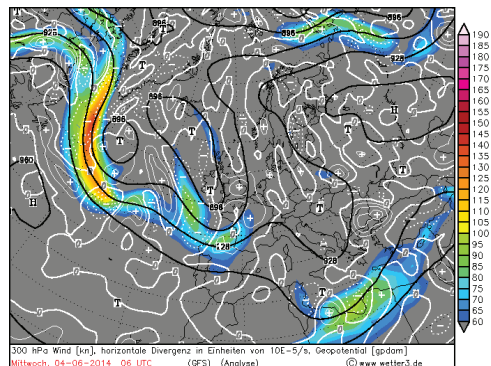
б)

Фиг. 5. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур), приземното налягане (бял контур) и относителна топография в слоя 500-1000 hPa (цветна скала) за 04.06.2014 г. в 06 UTC (а) и за 05.06.2014 г. в 06 UTC (б), GFS анализ

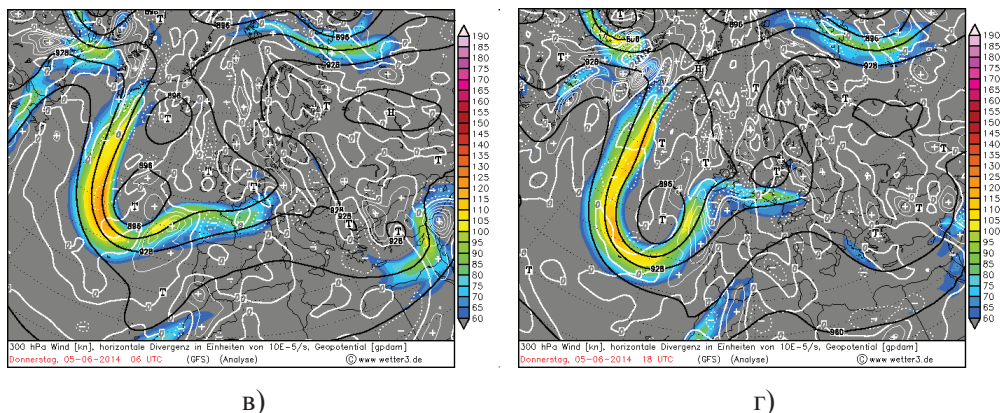
На 850 hPa температурите са 8-10 градуса (Фиг. 6а). На височина 300 hPa от 4.06 над страната има положителна дивергенция (Фиг. 6б), която усилва конвекцията; запазва се и през целия ден на 5.06 над Източна България (Фиг. 6в, Фиг. 6г). Още на 4.06 валежи има на много места в страната, в отделни райони интензивни. Най-значително количество е регистрирано в Драгоман – 34 л/кв.м. На 5.06 на много места в България има валежи, като по-значителни са в източните райони (например, в Добрич – 41 л/кв.м., Ахтопол – 23 л/кв.м.).



а)



б)



Фиг. 6. Температура на 850 hPa (черен контур и цветна скала) за 05.06.2014 г. в 12 UTC (а); скорост на вятъра (цветна скала), хоризонтална дивергенция (бял контур) и геопотенциал (черен контур) на 300 hPa за 04.06.2014 г. в 06 UTC (б), за 05.06.2014 г. в 06 UTC (в) и за 05.06.2014 г. в 18 UTC (г), GFS анализ

2.5.1. Хидрологична обстановка на 05-06.06.2014 г.

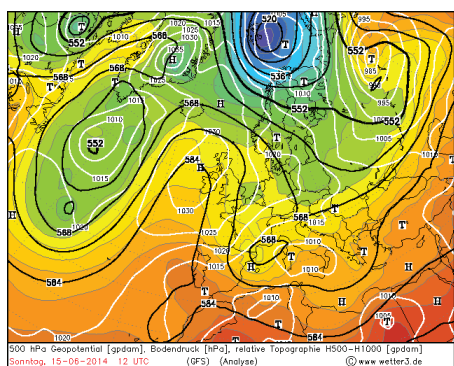
На 05.06. в резултат на падналите локални интензивни валежи във водосборите на реките в североизточната част на страната (24 часова сума на валежите в гр. Добрич е 41 мм при месечна норма 55 мм), р. Батовска излиза от коритото си близо до с. Оброчище и наводнява няколко хотела в курорта „Албена“ (Сн.4.). Улиците на областния град Добрич са също под вода. В с. Драганово обстановката е най-критична, като в по-ниските части на селото, нивото на водата достига до височина от метър и половина.



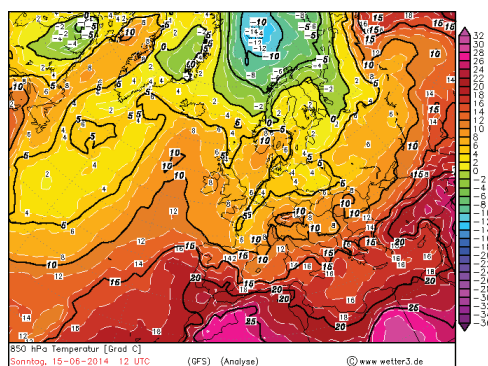
Сн. 4. Наводнени са ниските части на курорта „Албена“

2.6. Синоптична обстановка 15 юни 2014 г. (югоизточни райони)

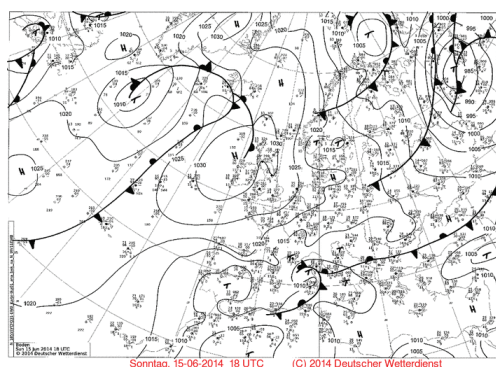
Във височина страната попада под влияние на обширна барична долина с ос, разположена от североизток (северните райони на Европейска Русия) на югозапад (към Западното Средиземноморие) през континента. Към Генуезкия залив и Френската Ривиера се затваря висок циклонален център (Фиг. 7а). В приземния слой Балканският полуостров е в челото на средиземноморски циклон с център над островите Корсика и Сардиния (Фиг. 7а). Фронталната зона е през Балканския полуостров (Фиг. 7в). На 850 hPa температурите са от 10 до 14 градуса (Фиг. 7б). Атмосферата е силно неустойчива, на много места с валежи и гръмотевични бури, в отделни райони - интензивни. Дивергенцията на 300 hPa (Фиг. 7г), голямата енергия на неустойчивост (CAPE) (Фиг. 7д) и високите стойности на относителния вихър (Фиг. 7е) са факторите, които засилват конвекцията в югоизточната половина от страната.



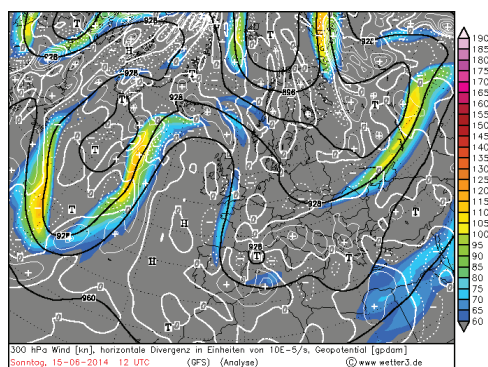
а)



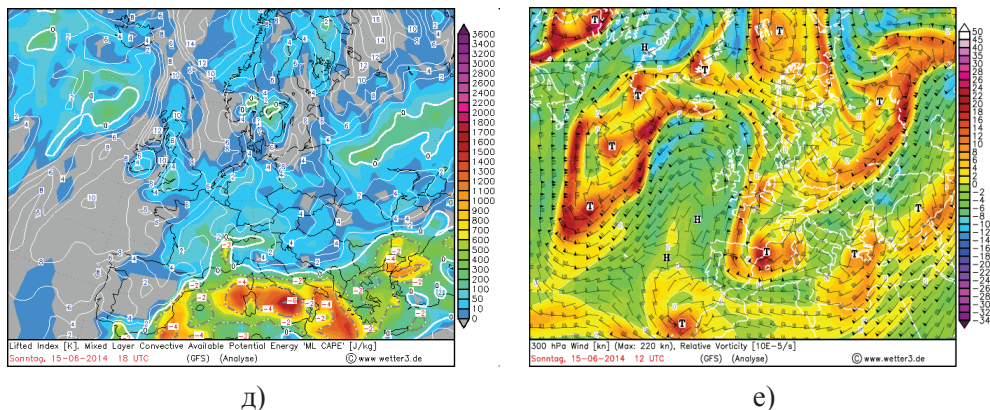
б)



в)



г)



Фиг. 7. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур), приземно атмосферно налягане (бял контур) и относителна топография в слоя 500-1000 hPa (цветна скала) за 15.06.2014 г. в 12 UTC (а); температура на 850 hPa (черен контур и цветна скала) за 15.06.2014 г. в 12 UTC (б); анализ на приземното поле на налягането (фронтални системи) с обозначени центрове на високо (H) и ниско налягане (T) за 15.06.2014 г. в 18 UTC (в), DW; поле на вятъра (цветна скала), хоризонтална дивергенция (бял контур) и геопотенциал (черен контур) на 300 hPa за 15.06.2014 г. в 12 UTC (г); индекси на неустойчивост (LI и CAPE) за 15.06.2014 г. в 18 UTC (д) и поле на вятъра и относителен вихър на 300 hPa за 15.06.2014 г. в 12 UTC (е), GFS анализ

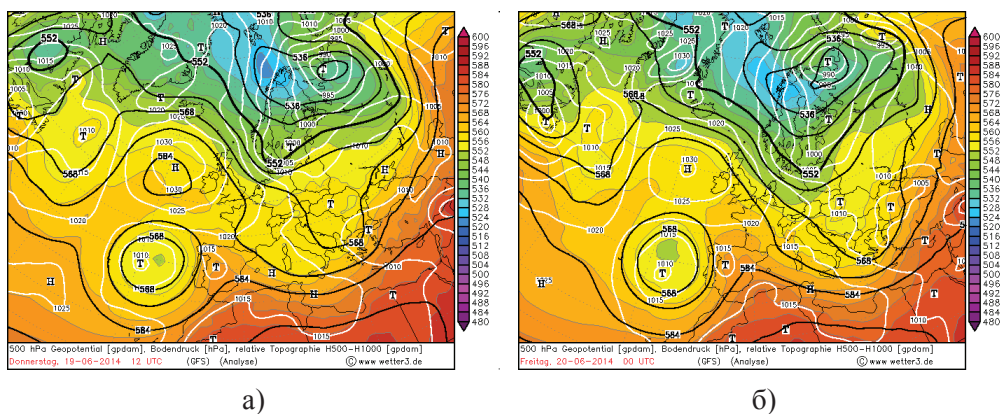
2.6.1. Хидрологична обстановка на 15.06.2014 г.

В резултат на валежите на 14 и 15.06 в южночерноморския район (регистрирани количества валеж в метеорологични станции Средец – 45мм при месечна норма 41мм и Зидарово - 32мм при месечна норма 32мм), на 15.06 р. Дяволска излиза от коритото си и залива пътя Бургас – Приморско в участъка около резерват „Аркутино“, както и второстепенните пътища за ваканционните селища „Каваци“ и „Дюни“.

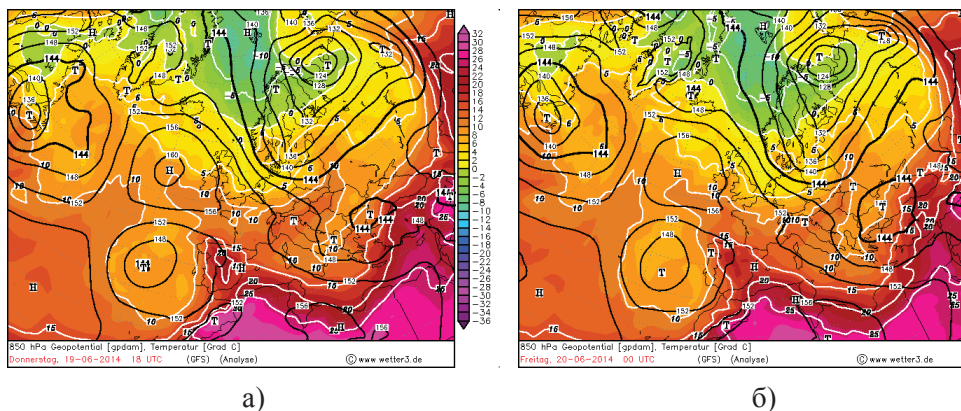
2.7. Синоптична обстановка 19-20 юни 2014 г. (Варна /Аспарухово/, Шумен, Добрич, Габрово, Велико Търново)

На 19.06.2014 г. на 500 hPa Балканският полуостров попада под влияние на барична долина, свързана с висок циклон, с център над северните райони на Европейска Русия (Фиг. 8а). Долината се премества на изток и до 18 UTC продължава да определя времето в България. На 850 hPa в 06 UTC над Балканите се формира вихър, чийто център към края на денонощието се премества на североизток, над Черноморието (Фиг. 9а). При земята, по фронталната система, разположена над Гърция се формира вихър, който минава през проливите (Фиг. 8а) и след 12 UTC

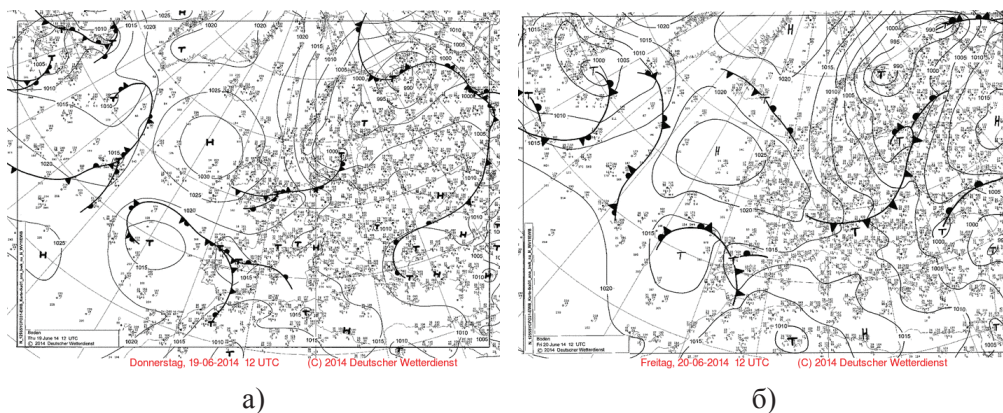
на 19.06 вече е над южната част на Черно море (Фиг. 10а). След обяд и привечер въздушната маса над Източна (Фиг. 11а), а през нощта срещу 20.06, най-вече над Североизточна България (Фиг. 11б), е силно неустойчива. Притокът на влажен въздух от морето и мощните вертикални движения (Фиг. 11) водят до развитие на мощна конвективна облачност, гръмотевични бури и проливни валежи. В района на синоптична станция Варна валежът между 18:00 и 20:00 часа BGt е 35 л/кв.м. Анализът на спътникова и радарна информация води до предположението, че в района на кв. Аспарухово валежното количество е около 50 л/кв.м. Тъй като от предишните дни има много валежи и почвата е преовлажнена, новият валеж не може да се поеме от подложната повърхност и е причина за наводнение. Освен във Варна проливен валеж от 37 л/кв.м е регистриран и в синоптична станция Шумен. През нощта срещу 20.06 приземният циклон, чийто център е над черноморската акватория (Фиг. 8б), задълбава и се разширява на запад като обхваща Източна България. Развитието му се открива и на по-високите нива в атмосферата, започвайки от 850 hPa (Фиг. 9б), а към сутринта на 20.06 вече и на 500 hPa се формира вихър. През нощта в Североизточна България валежите продължават, на места са интензивни и значителни по количество: в Добрич 99 л/кв.м, Шабла 151 л/кв.м, Калиакра 91 л/кв.м, Шумен - нови 16 л/кв.м, във Велико Търново – 26 л/кв.м. След като на 20.06 в 12 UTC налягането в центъра на циклона се понижава до 1000 hPa (Фиг. 10б), по-късно този център се премества на североизток и започва да се запълва. От запад атмосферното налягане се повишава и валежите спират. Сумарните количества валеж (от 9:00 ч. на 19.06 до 9:00 ч. на 21.06) са: Добрич 111 л/кв.м, Варна 75 л/кв.м, Шумен 57 л/кв.м, Велико Търново 40 л/кв.м. Пак за 48 часа, от 9:00 ч. на 19.06 до 9:00 ч. на 21.06 значителни количества валеж са отчетени в Шабла – 189 л/кв.м и Калиакра – 125 л/кв.м.



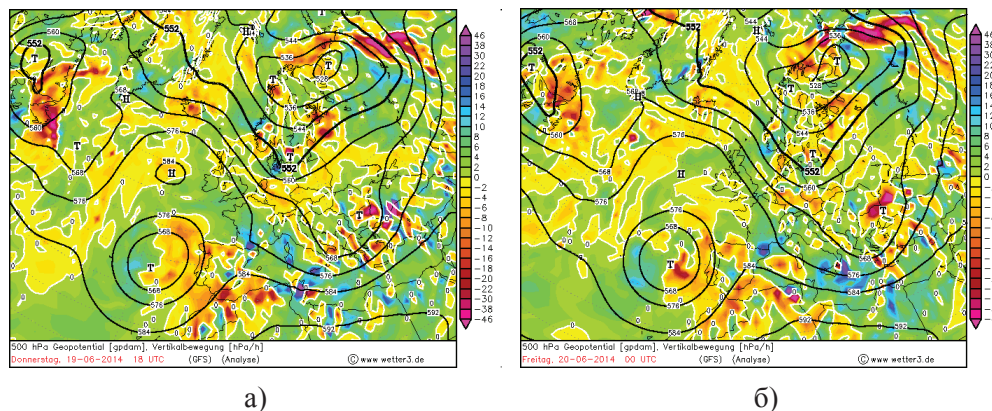
Фиг. 8. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур), приземно атмосферно налягане (бял контур) и относителна топография в слоя 500-1000 hPa (цветна скала) за 19.06.2014 г. в 12 UTC (а) и за 20.06.2014 г. в 00 UTC (б), GFS анализ



Фиг. 9. Геопотенциал на 850 hPa (черен контур) и температура на 850 hPa (бял контур и цветна скала) за 19.06.2014 г. в 18 UTC (а) и за 20.06.2014 г. в 00 UTC (б), GFS анализ



Фиг. 10. Анализ на приземното поле на налягането (фронтални системи) с обозначени центрове на високо (H) и ниско налягане (T) за 19.06.2014 г. в 12 UTC (а) и за 20.06.2014 г. в 12 UTC (б), DW.



Фиг. 11. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур) и вертикални движения (цветна скала) за 19.06.2014 г. в 18 UTC (а) и за 20.06.2014 г. в 00 UTC (б), GFS анализ

2.7..1. Хидрологична обстановка на 19-20.06.2014 г.

На 19.06.2014 г. вечерта е наводнен квартал Аспарухово в гр. Варна. Наводнението отне живота на 11 души.

В наводнения район се събират водите от двата малки водосбора, които ограждат квартала. В дните преди наводнението в областта са регистрирани валежи на 15.06, 16.06, 17.06., в резултат на които повърхностния слой на почвата е преовлажнен. Последващите валежи на 18.06 и 19.06 и тяхната голяма интензивност в определени часове допринасят за бързото формиране на големи количества водни маси и отнасяне на повърхностния почвен слой. В резултат се получава отнасяне на част от растителната повърхност и се образуват кални потоци от пясък и глина.

Наводнението е от типа на така наречените поройни наводнения, които се формират много бързо и са в резултат на интензивни валежи, които падат на много малка територия за много кратко време (до 6 часа).

За значителните размери на наводнението допринасят непочистените дерета, подприщването на водните потоци от незаконни постройки в края на деретата и ограничената пропускателна способност на отводнителните канали и мостовите съоръжения в квартала (Сн.5)



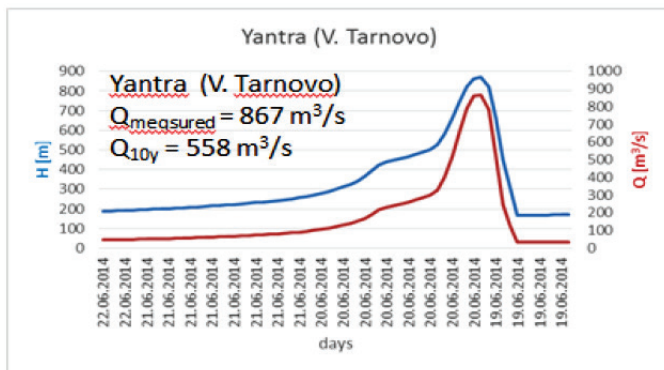
Сн.5. С червени правоъгълници и стрелката е показано местоположението на разрушените къщи в края на дерето и съществуващия мост на отводнителния канал

Височината на високата вълна между сградите достига до два и повече метра. С червена линия на (Сн.6) е показано нивото, което е достигнато при движението на високата вълна.



Сн.6. Ниво на водата при наводнението

На 19.06.2014 г. наводнение има и във водосбора на р. Янтра. В 23:00 часа нивото на реката във Велико Търново достига критичните 867см., съответстващо на водно количество е с период на повтаряемост веднъж на 20 години (Фиг.12). Залята е голяма част от града. Бедствено е положението в градовете Килифарево, Дряново, Габрово, Трявна и в селата Церова кория и Дебелец. Наводнени са къщи и индустриални зони.



Фиг.12. Екстремно покачване на водното ниво и водното количество на р. Янтра при гр. Велико Търново в периода 19-20.06.2014 г.

В условията на влагонаситен повърхностен слой и вследствие на интензивен валеж върху сравнително равнинен терен, включително в силно урбанизираната градска зона на гр. Добрич, е формиран повърхностен отток на 19-20.06.2014 г., по-голям от пропускатната способност на коритата на речните течения в чертите на града. Между 01:00 и 04:00 часа на 20.06.2014 г. водното ниво на река Добричка рязко се покачва, вследствие на което реката излиза от коритото си, носейки изкоренени дървета и автомобили и разрушава пътната инфраструктура (Сн.7).



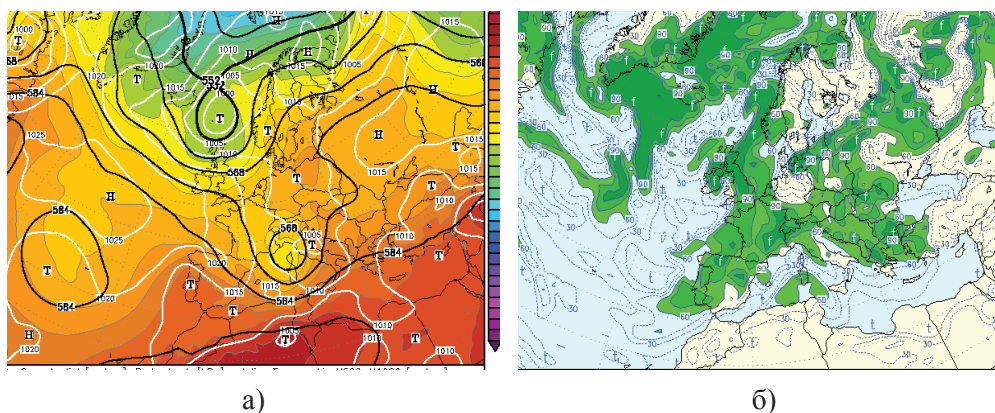
Сн. 7. Разрушена е пътната инфраструктура

В резултат на интензивните валежи в района, на 20.06.2014 г. реките Боклуджадере и Крива река заливат селища в област Шумен, а р. Батова наводнява курорта „Албена“. Същият ден са наводнени и много други селища около град Варна.

2.8. Синоптична обстановка в България 30-31 юли 2014 г. (Враца, Борован, Бяла Слатина) и 1-2 август 2014 г. (Своге, Етрополе, Мизия)

В дните преди разглежданата обстановка времето в страната се определя от преминаващ средиземноморски циклон. Регистрирани са почти повсеместни валежи, интензивни и значителни като количество в крайните северозападни райони, в централната част на Предбалкана и в Югоизточна България.

На 30 и 31.07.2014 г., запълвайки се, циклонът вече се е изтеглил на изток. В приземния слой над Мала Азия и Черно море баричното поле е все още циклонално, а голяма част от Източна Европа е заета от антициклон. На запад от България лежи долина, свързана с циклон, чийто център е далеч на север. В долината е разположен и атмосферен фронт. Във високите слоеве на атмосферата долината е много по-добре изразена, над Лигурско море се е образувал и циклонален вихър (Фиг. 13а). Това барично образувание се премества на изток, преминавайки през страната. Тъй като антициклонът над Източна Европа е достатъчно мощен, при движението си над страната циклонът се забавя. В резултат се създават условия за интензивни валежи, значителни отново в Западна, и особено в Северозападна България, където неустойчивостта на атмосферата е най-голяма.



Фиг. 13. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур), приземно атмосферно налягане (бял контур) и относителна топография в слоя 500-1000 hPa (цветна скала) за 30.07.2014 г. в 00 UTC (а) и относителна влажност на 700 hPa (нюанси на зеленото) за 02.08.2014 г. в 12 UTC (б), GFS анализ

През периода 1-2.08.2014 г. високият циклон, който преминава над страната, освен че е много бавен, се и разширява. В приземния слой, над Гърция и Егейско море също се формира циклон, който се движи на изток. Влажността на въздушната маса е много висока (Фиг. 13б). Отново има обилни валежи, най-много в Северозападна България. В Борован, община Враца за едно денонощие е измерен валеж 111.5 л/кв.м.

2.8.1. Хидрологична обстановка на 30-31.07.2014 г.

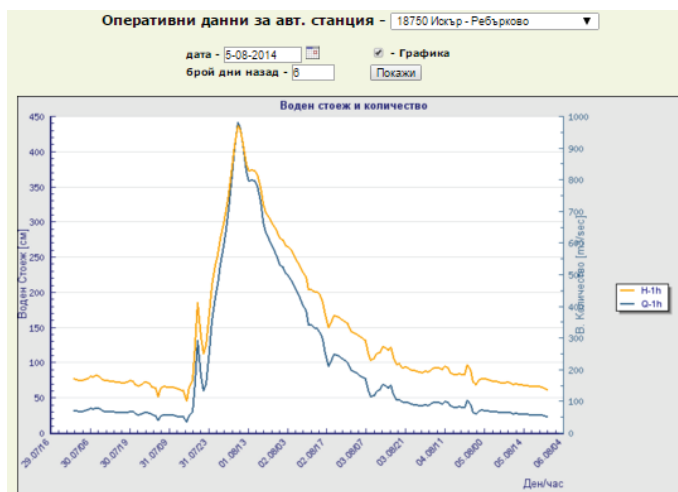
Вследствие на локални интензивни валежи и висока почвена влага, на 30.07. р. Въртешница във водосбора на р. Ботуня, приток на р. Огоста излиза от коритото си и наводнява гр. Враца и с. Бели Извор. Наводнени са много къщи и е нарушена пътната инфраструктура. Нивото на р. Огоста в горното ѝ течение се повишава и наводнява гр. Монтана, като нивото на водата по улиците на града достига половин метър. В долното течение на реката е регистрирано повишение на водното ниво с един метър. На (Сн. 8.) може да се види наводнен подлез в гр. Враца.



Сн. 8. Наводнен подлез в гр. Враца

2.8.2. Хидрологична обстановка на 01-02.08.2014г.

На 01.08.2014 – р. Искрецка и р. Малки Искър наводняват селища в общините Своге и Етрополе. Залят е пътя София – Своге, в участъците с. Реброво и с.Владо Тричков. По основната река след гр. Нови Искър са регистрирани покачвания на водните нива с 400 см и протичащите водни количества са с период на повтаряемост веднъж на 20 години (Фиг. 14.)



Фиг. 14. Регистрирано значително покачване на водното ниво на р. Искър при Ребърково с 400 см

На 02.08 в резултат на интензивни валежи в периода от 31.07.2014 г. до 02.08.2014 г., във водосбора на р. Огоста, водното ниво се покачва с 340 см и достига до критичните 510 см. Регистрираните водни количества са с повтаряемост веднъж на 20 години. През нощта на 02.08 срещу 03.08 водното ниво продължава да се повишава и в ранните часове на 03.08. р. Огоста залива гр. Мизия. Поради равнинния терен части от града остават няколко дни под вода (Сн.9). Наводнени са както урбанизираната част на града, така и прилежащите му територии. Бедствието отне 3 човешки живота и инфраструктурата и земеделските посеви в района са напълно унищожени.



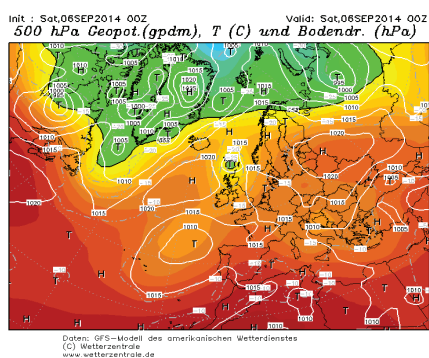
Сн.9. Наводнение в гр. Мизия

2.9. Синоптична обстановка 2-7 септември 2014 г. (Берковица, Монтана, Приморско, Димитровград, Стара Загора, Свиленград)

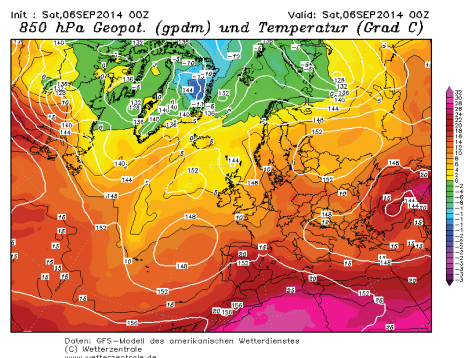
На 500 hPa от север към Централното Средиземноморие се спуска барична долина. В нейната циркулация се формира циклон, който развивайки се, се премества към Южна Италия, разширява се и обхваща Балканския полуостров. От Великобритания към Скандинавския полуостров израства баричен гребен. Друг баричен гребен израства от Кавказ и южната част на Европейска Русия към Прибалтика. В резултат, пояс от високо атмосферно налягане обхваща Великобритания, Скандинавския полуостров, Прибалтика, централната и южната част от Европейска Русия. Средиземноморският циклон, формирал се над Северна Италия, се премества на юг и впоследствие бавно продължава своето движение на изток, към южните райони от Балканите. Циклонът остава блокиран от баричния гребен на североизток, бавно се запълва (Фиг. 15а, б).

В страната се създава тежка валежна обстановка. Валежите започват на 3.09 в Западна България и продължават до 6.09.2014 г. Най-интензивни са на 3.09 и 6.09, с най-значителни сумарни количества в Ловеч – 90 мм, в Стара Загора - 95 мм, в Сливен - 96 мм (за 36 часа), в Хасково - 106 мм, във Враца - 120 мм, в Казанлък – 134 мм, в Чирпан 164 мм, в Бургас – 176 мм (за 24 часа). В Бургас има три човешки жертви и материални щети, оценени за над 1,5 млн. лв. (Месечен бюлетин, септември, НИМХ-БАН).

На 7.09 баричният гребен на 500 hPa от югоизточните райони на континента към Прибалтика се разрушава и високият циклон бързо се премества на североизток. Валежите в цялата страна спират.



а)



б)

Фиг. 15. Геопотенциал на 500 hPa (цветна скала) и приземно атмосферно налягане (бял контур) за 06.09.2014 г. в 00 UTC (а); геопотенциал на 850 hPa (бял контур) и температура за 06.09.2014 г. в 00 UTC (б), GFS анализ

2.9.1. Хидрологична обстановка на 04-07.09.2014 г.

През периода 4-7 септември 2014 г. в северозападна и югоизточна България има поройни наводнения, вследствие на локалните интензивни валежи и високата почвена влага.

На 04.09.2014 г. р. Берковска залива ниските части на гр. Берковица. Река Дългоделска Огоста излиза от коритото си и залива къщи в с. Говежда.

Два дни по-късно на 06.09., нивото на р. Ропотамо при с. Веселие се повишава с 300 см над критичното ниво (Фиг. 16), достигайки 700 см и $170 \text{ m}^3/\text{s}$, разрушавайки водомерния пункт (Сн.10). Реката залива пътищата и разрушава мостове в община Приморско.



Фиг. 16. Ежедневно водно ниво на река Ропотамо при с. Веселие



Сн. 10. Разрушен хидрометричен пункт на р. Ропотамо при с. Веселие

В общините по Южното Черноморие - Бургас, Созопол, Приморско и Малко Търново има човешки жертви и материални щети. В гр. Бургас валежите предизвикват наводнения в ниските части. Улици, обществени и частни сгради, подземни, жп линии са наводнени (Сн.11).

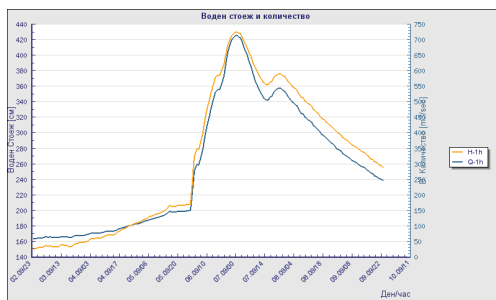


Сн. 11. Наводнен подлез с повече от два метра вода в централната част на гр. Бургас

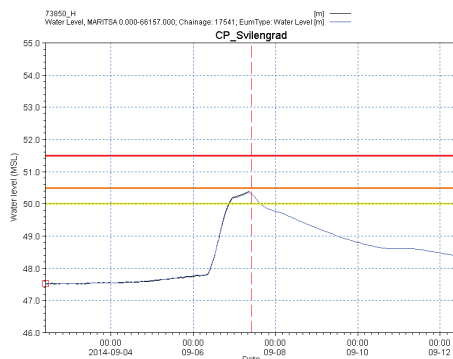
През периода 06-08.09.2014 г., вследствие на валежите, нивата на реките във водосбора на р. Марица (р. Сазлийка, р. Мартинка и др.) се повишават значително. В резултат на високите води са скъсани диги, разрушена е инфраструктура, наводнени са обществени и частни сгради.

Максималното водно ниво на река Сазлийка при град Гълъбово е 465 см с водно количество около 140 м³/с, съответстващо с период на повтаряемост веднъж на 10 години.

Водното ниво на р. Марица при гр. Харманли е 430 см и водно количество 715 м³/с, съответстващо на период на повтаряемост веднъж на 3 години (Фиг.17). При гр. Свиленград максималното отчетено водно ниво е 305 см, с водно количество 900 м³/с, съответстващо на период на повтаряемост веднъж на 5 г. (Фиг.18).



Фиг. 17. Ниво и водно количество по автоматична станция на р. Марица при гр. Харманли



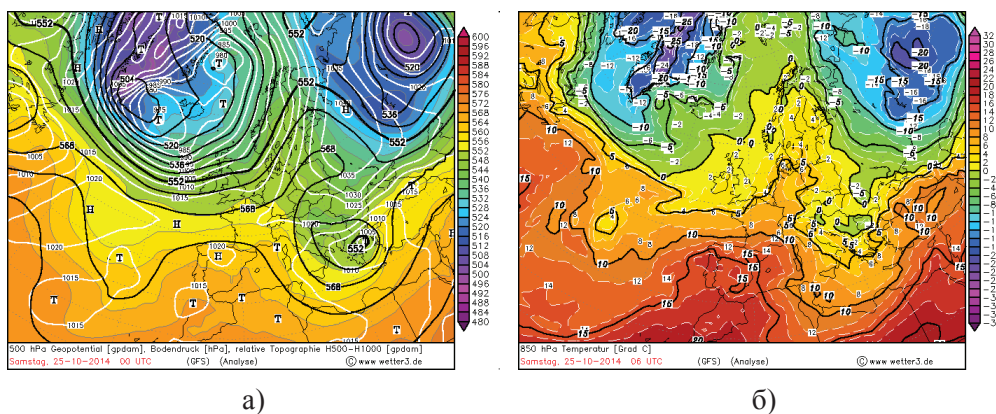
Фиг. 18. Ниво на р. Марица при гр. Свиленград спрямо праговете за предупреждение

2.10. Синоптична обстановка 23-25.10.2014 г. (Априлци, Рудозем, Хасково, Димитровград, Бургас)

В началото на синоптичната обстановка, на 23.10.2014 г. страната ни попада под влияние на чело на висок циклон. При земята, южно от страната, през Гърция преминават два циклонални вихъра. Първият, още на 23.10 е причина за понижение на температурите, главно в Западна България и за валежи в западните райони от страната и Рило-Родопската област. На 24.10.2014 г. синоптичната обстановка се усложнява. Втори приземен вихър минава южно от България, през Гърция (Фиг. 19а). Високият циклон бавно се премества на изток и в тила му на 850 hPa температурите се понижават (Фиг. 19б), като студената въздушна маса повлиява времето и в източните райони. В приземния слой България вече е под влияние на южната периферия на обширен антициклон. Преносът е от изток-североизток, баричният градиент е значителен, вятърът се усилва. Фронталната зона е над

България, валежите продължават. Това е типична за значителни валежи синоптична обстановка, резултат от комбинация на антициклон от север и циклон през Гърция, в циркулацията на висок циклон. На 25.10.2014 г. над северозападните райони от Балканския полуостров се изгражда висок баричен гребен, който блокира високия циклон. При земята въздушният пренос остава от изток-североизток, а полето - циклонално. Ветровитото време се задържа, температурите се понижават още. Главно в Северна България валежите преминават в сняг, а в комбинация с бурния вятър се образуват навявания и преспи.

От началото на разглеждания период сумарното количество на валежа в Хасково е 138 л/кв.м, Бургас - 124 л/кв.м, а в района на Априлци – 45 л/кв.м.



Фиг. 19. Геопотенциал на 500 hPa (черен контур), приземно атмосферно налягане (бял контур) и относителна топография в слоя 500-1000 hPa (цветна скала) за 25.10.2014 г. в 00 UTC (а) и температури на 850 hPa (цветна скала и контури) за 25.10.2014 г. в 06 UTC (б), GFS анализ

2.10.1. Хидрологична обстановка на 24-25.10.2014 г.

На 23 срещу 24.10.2014 г. р. Елховска при гр. Рудозем достига критични нива, повишавайки се с 300 см. На места има разливи, наводнени са детски градини.

На 24.10.2014 г., вследствие на обилните валежи реките Видима и Росица преливат и заливат пътища. На станцията на р. Росица при гр. Севлиево на 24.10.2014 г. е отчетено повишение от 200 см и водно количество 235 м³/с, съответстващо с период на повтаряемост веднъж на 5 години (Фиг. 20).

На 25.10.2014 г., в резултат на продължителни валежи са започнали да преливат 5 микроязовира на територията на община Бургас. Наводнени са пътищата Бургас-Извор, Бургас-Созопол, Бургас-Средец. Залято е и рибарското селище “Ченгене скеле”.



Фиг. 20. Ежедневни водни стоежи и водни количества на река Росица при град Севлиево

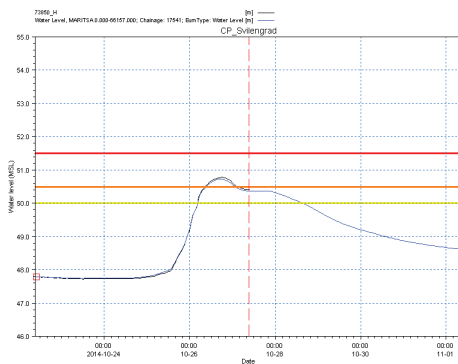
На същата дата валежната обстановка довежда до разливи на два от притоците на р. Марица: р. Селска (южен приток на р. Марица) залива дворове в с. Вългарово и р. Хасковска (приток на река Харманлийска) залива централната част на гр. Хасково.

На 26.10.2014 г. нивото на р. Харманлийска при гр. Харманли се повишава с 350 см, достигайки 432 см и водно количество 158 м³/с. Река Марица при гр. Харманли се повишава с 280 см, достигайки до 470 см и водно количество 840 м³/с, съответстващо на период на повтаряемост веднъж на 5 години (Фиг. 21).

Река Марица при гр. Свиленград се повишава с 220 см, достигайки пик от 330 см и водно количество 1020 м³/с, съответстващо на период на повтаряемост веднъж на 5 години (Фиг. 22).



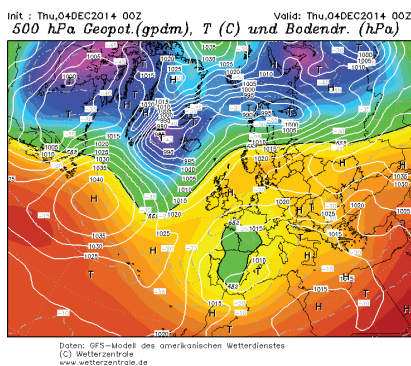
Фиг. 21. Ниво и водно количество на р. Марица при гр. Харманли



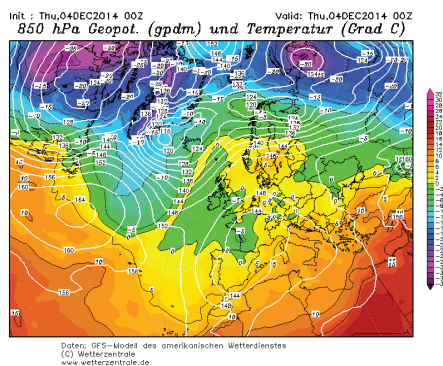
Фиг. 22. Ниво на р. Марица при Свиленград е над оранжевия праг за предупреждение

2.11. Синоптична обстановка в България (1-2) 4-6 декември 2014 г. (Кърджали, Хасково, Димитровград, Симеоновград, Тополовград, Любимец, Бургас, Раднево, Гълъбово, Елхово, Ямбол, Свиленград)

Над Западното Средиземноморие се формира циклон, който бавно се премества на изток към Централното Средиземноморие, а по-късно достига и до западните райони от Балканския полуостров. Северната част от полуострова попада под влияние на периферия на антициклон, чийто център е далеч на север-североизток от нас, над Прибалтика и Европейска Русия. Впоследствие, центърът на антициклона се премества на юг, към Украйна, а по-късно и на изток, към Каспийско море и Урал. Циклонът много бавно се запълва над Балканите. Фронталната зона се задържа над страната (Фиг. 23а). Няколко поредни дни в северозападните райони температурите остават около нулата (Фиг. 23б) и се образуват поледици. Обявено е бедствено положение в селища от Северозападна България. Обледяване на пътища, дървета и електропроводи има в 8 общини във Видинска област. 32 селища остават без ток. В Южна България температурите се повишават и максималните са до 10-12 градуса. Вали дъжд. Най-значителни са измерените количества валеж в Южна България на 3 и 4.12.2014 г.: в Хасково 75 мм, в Кърджали 95 мм, в Елхово 59 мм, в Стара Загора 52 мм, в Сливен 64 мм, в Бургас 29 мм.



а)



б)

Фиг. 23. Геопотенциал на 500 hPa (цветна скала) и приземно атмосферно налягане (бял контур) за 04.12.2014 г. в 00 UTC (а); геопотенциал на 850 hPa (бял контур) и температура за 04.12.2014 г. в 00 UTC (б), GFS анализ

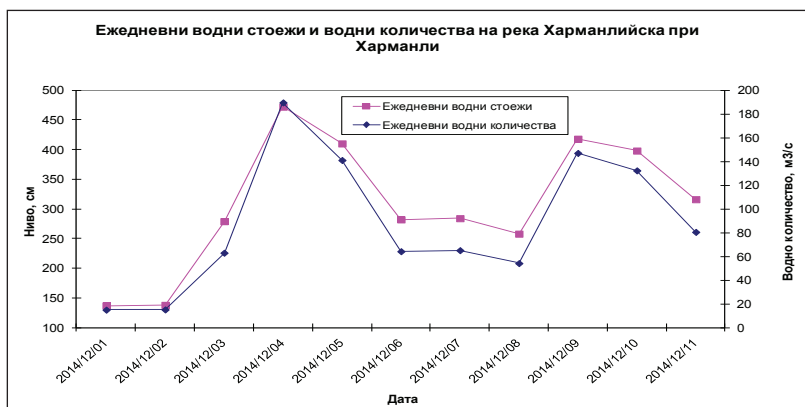
2.11.1. Хидрологична обстановка на 04-11.12.2014 г.

Вследствие на обилните валежи нивата на реките в Южна България в периода 03-05.12.2014 г., както и 09-11.12.2014 г. се повишават драстично и на много места има разливи и скъсани диги. В общините Кърджали, Хасково, Димитровград,

Свиленград, Гълъбово има разливи на реките Сазлийка, Хасковска, Харманлийска, Марица.

Река Сазлийка повишава драстично нивото си с повече от 300 см, достигайки 535 см, с максимално водно количество 160 м³/с, съответстващо на период на повтаряемост веднъж на 10 години.

Река Харманлийска при гр. Харманли повишава нивото си с повече от 400 см за 2 дни, достигайки пик от 472 см и водно количество 190 м³/с, съответстващо също на период на повтаряемост веднъж на 10 г. (Фиг. 24.).



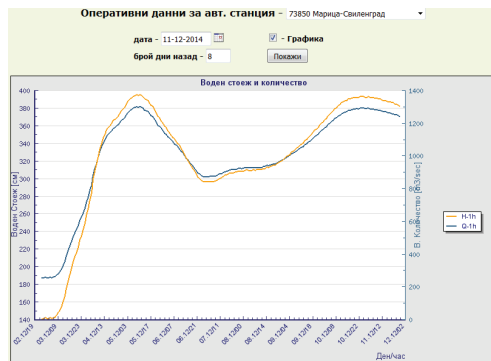
Фиг. 24. Ежедневни водни стоежи и водни количества на р. Харманлийска при гр. Харманли

По данни от автоматична станция на р. Марица при гр. Свиленград реката рязко повишава нивото си в периода 03-04.12.2014 г. с 200 см, достигайки пик от 390 см и съответстващо водно количество от 1300 м³/с, с период на повтаряемост веднъж на 10 години (Фиг. 25а,б).

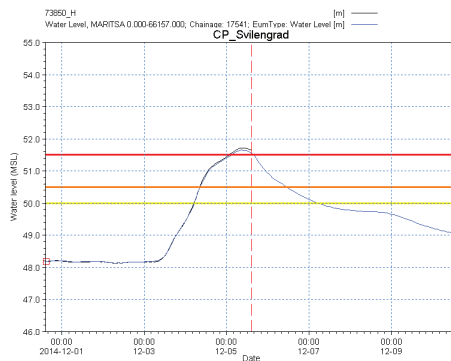
Вследствие на комбинирано влияние от изпускане на води от язовир Жребчево и обилни валежи в периода 04-10.12.2014 г. има разливи на реката и са наводнени градовете Ямбол и Елхово, както и много села в общините Сливен, Карнобат, Стралджа, Ямбол, Елхово, Тополовград. Критични водни нива са достигнати и по р. Мочурица (приток на река Тунджа).

Нивото на р. Тунджа при гр. Ямбол достига 530 см и водно количество 220 м³/с, съответстващо на повтаряемост веднъж на 25 години. Водното ниво е над оранжевия праг на предупреждение (Фиг. 26.).

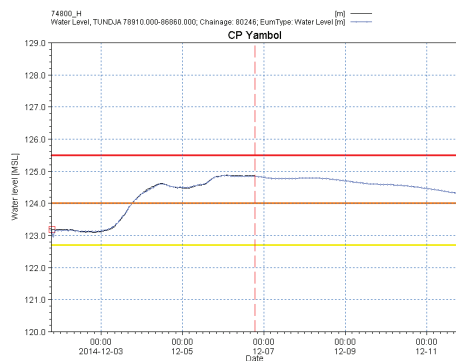
Нивото на р. Тунджа при гр. Елхово достига ниво от 435 см с водно количество 208 м³/с, съответстващо на период на повтаряемост веднъж на 20 години (Фиг. 27.).



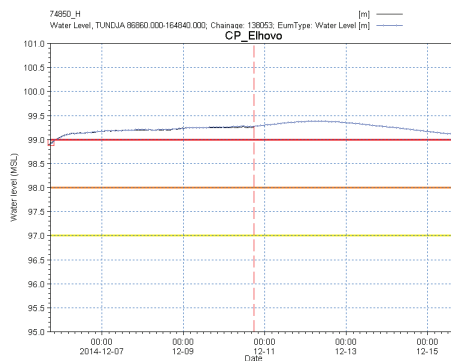
Фиг. 25а. Ниво и водно количество на р. Марица при гр. Свиленград (данни от автоматична станция)



Фиг. 25б. Нивото на р. Марица при гр. Свиленград е над червения праг за предупреждение

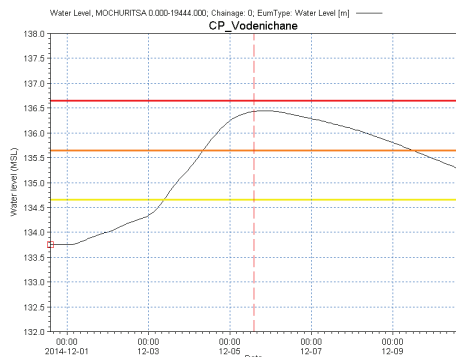


Фиг. 26. Нивото на р. Тунджа при гр. Ямбол е над оранжевия праг за предупреждение

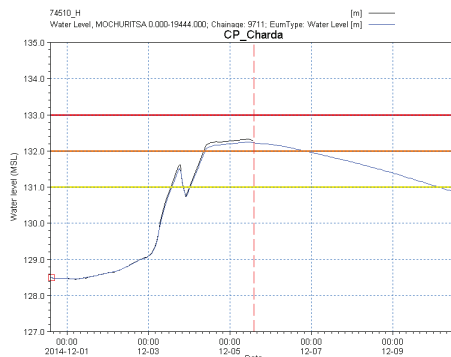


Фиг. 27. Нивото на р. Тунджа при Елхово е над червения праг за предупреждение

Нивото на р. Мочурица при с. Воденичане достига 480 см и водно количество $100 \text{ m}^3/\text{s}$, съответстващо на период на повтаряемост веднъж 20 години. Водното ниво на реката и при с. Чарда достига 460 см с водно количество $89 \text{ m}^3/\text{s}$, съответстващо отново на период повтаряемост веднъж на 20 години (Фиг. 28. и Фиг. 29.).



Фиг. 28. Нивото на р. Мочурица при с. Воденичане е над оранжевия праг за предупреждение



Фиг. 29. Нивото на р. Мочурица при с. Чарда е над оранжевия праг за предупреждение

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За да се избегнат неблагоприятните последици от наводненията, са необходими навременни и адекватни действия на държавните институции, като Министерство на околната среда и водите (МОСВ), Пожарна безопасност и защита на населението (ПБЗН -МВР) и др. По Закона за водите едно от задълженията на НИМХ е да набира информация и да прави оценка на водните ресурси, както и да поддържа системите за ранно предупреждение от наводнения.

Според „Национален план за защита при бедствия, Част II Защита при наводнения“, задълженията на НИМХ са да прогнозира метеорологичната обстановка за районите, засегнати от наводнение, да информира заинтересованите държавни органи за метеорологичната обстановка в районите на наводнението и за очакваното ѝ развитие, да предлага на министъра на вътрешните работи експерти от института за включването им в работните групи по чл. 62а, ал. 4 от Закона за защита при бедствия (ЗЗБ) за подпомагане на работата на националния щаб.

През годината бяха издадени три официални предупреждения за възможни наводнения към МОСВ и ПБЗН -МВР - 30.07.2014, 17.11.2014 и 02.12.2014г.

За планиране и предприемане на навременни действия е необходима прогноза за настъпване на екстремно явление и тази прогноза да бъде с достатъчна предварителност. Развитието на хидроложкото прогнозиране и предупредителните системи са важен елемент в националната стратегия за намаляване на риска от неблагоприятните последици, свързани с наводненията, особено за човешкото здраве и живот, околната среда, културното наследство, стопанската дейност и инфраструктурата. Прогнозирането и предупредителните системи изискват

оптимално съчетание на входни данни, прогностични модели и добре обучени специалисти.

Прогнозата за метеорологични обстановки със значителни валежи, интензивно снеготопене, дъжд върху налична снежна покривка и очаквания процес на формиране на оттока са ключовите елементи в процеса на изготвяне на хидрологична прогноза.

Сложната орография на нашата страна предполага особени грижи в районите около речните корита и изкуствените водоеми, които са най-уязвимата част от подложната инфраструктура при подобни на разглежданите от нас обстановки. Районите, в които са възникнали проблеми, са индикативни за посоката, в която трябва да се насочат усилията за превенция в близкото бъдеще. Природните аномалии и вариации на климата, изразени в количества на валежите над обичайните, ще продължават да са един от показателите за развитостта на едно общество, за неговата готовност да се справи със сравнително тежки метеорологични обстановки.

Преобладаващата част от авторите на настоящата хроника на синоптичните обстановки и съпътстващите ги хидроложки предпоставки довели до големи наводнения в различни части на България през 2014г. са участници в проект BG051PO001-3.3.06-0063. НИМХ-БАН носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ и при никакви обстоятелства съдържанието му не може да се приеме като официална позиция на ЕС или Министерството на образованието и науката.

