

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ

Том 112

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”

FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY

Volume 2 – GEOGRAPHY

Volume 112

---

## ЛЕДЕНИ ДНИ В ИЗВЪНПЛАНИНСКАТА ЧАСТ НА БЪЛГАРИЯ

СИМЕОН МАТЕВ

e-mail: simovremeto@abv.bg

Simeon Matev. ICING DAY IN OUTSIDE THE MOUNTAIN AREA OF BULGARIA

The article analyses the date of maximum air temperatures below  $0^{\circ}\text{C}$  –  $T_{\text{max}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ . This is Icy day. This is an index that shows extremely cold climates phenomenon. The data used values of 8 meteorological stations during the period 1961–2015. The period compared are 1961–1990 and 1989–2015. The yearly distribution and some maximum values and their years of experience were also analyzed.

*Keywords:* climate change, icing days, variability in the climate in Bulgaria.

### УВОД

Глобалното затопляне, увеличаването на честотата на екстремните явления и други последици от измененията на климата влияят върху социални и икономически процеси и предпоставят непрекъснатото им изучаване и доказване. Препоръка на Междуправителствената рамка по измененията на климата (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2007) е изучаването на регионалните изменения на климата. В нашата страна са направени много изследвания за изменението на климата, но повечето автори разглеждат промените, настъпили основно в температурния и валежен режим в страна-

та – Велев (1998, 2007, 2011), Топлийски (2005), Н. Николова, (2010, 2018), Сиракова и Матеев (2009), Александров (2010), Г. Рачев (2018), Н. Рачев и Димитрова (2016). Изследванията в тези статии констатираят рязко повишаване на температурата на въздуха след 2000 г., по-отчетливо през лятото и зимата и по-малко през пролетта и есента. В други публикации (Nikolova and Penev 2007; Pokladnikova et al. 2008; Chitu et al. 2015) установяват намаляване на студентите екстремуми и увеличаване на топлите.

Световната метеорологична организация (СМО) препоръчва 19 показатели за изследване изменението на климата. Един от тях е „леден ден“ – елемент на климата, който е малко изследван в нашата страна.

Целта на настоящото изследване е да анализира географското и вътрешно-годишното разпределение на броя ледени дни в извънпланинската част на България. Също така да се проследи има ли, доколко и в каква степен е настъпила промяна в настъпването на ледени дни през последните 58 години. Интерес представлява и вътрешногодишното разпределение на случаите с ледени дни.

В този смисъл актуалността и значението на изследването се определя от тенденциите в промяната на климата и влиянието им върху различни сфери на стопанството ни.

За изпълнението на поставената цел са обработени всекидневните стойности на максималната температура на въздуха от 8 станции.

## ИЗХОДНИ ДАННИ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Индикаторът/индексът „леден ден“ се дефинира като денонощие, в което максималната температура е равна или по-малка от  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $T_{\text{макс}} \leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Vincent et al. 2005, Alexander et al. 2006, WMO 2009, EEA Report 2012, Donat et al. 2013, DWD 2013). Тоест през целия ден температурата на въздуха е отрицателна. Леденият ден е един от основните индикатори за екстремно студени климатични явления (Николова 2018).

Използваните данни са за ледени дни през отделните години за периода 1961–2018 г. от осем метеорологични станции, разположени сравнително равномерно по територията на страната – по четири в Северна и четири в Южна България, имащи надморска височина от 31 до 586 m (табл. 1).

Станция Видин отразява климатичните условия в низинната част на Дунавската равнина. За изпъкналите форми на релефа в същата физико-географска област са използвани данни от станция Разград в Лудогорието. Предбалкан е изследван със станция Ловеч. Условията за ледени дни по част от Черноморското ни крайбрежие са представени от станция Варна, разположена в морската градина. За източните ниски Задбалкански полета са представени данни от станция Сливен, а за високите полета на Западна България – от София. Станция Кърджали е представителна за условията по долината р. Арда, а ледените дни в преходносредиземноморския климат в Санданско-Петричкото

поле са представени от станция Сандански. Всички изброени станции са синоптични в системата на НИМХ. Данните са за 58 години.

Таблица 1  
Table 1

Метеорологични станции, използвани в изследването,  
географски координати и надморска височина  
Basic features of the used station

Станция	с.ш.	и.д.	н.м.в.
Видин	43° 59′	22° 52′	31
Разград	43° 31′	26° 31′	345
Варна	43° 13′	27° 55′	41
Ловеч	42° 59′	24° 43′	220
София	42° 42′	23° 20′	586
Сливен	42° 41′	26° 20′	257
Сандански	41° 34′	23° 17′	206
Кърджали	41° 39′	25° 22′	330

Периодът на наблюдение е 1961–2018 г. Разгледани са още два периода 1961–1990 г., определян от СМО като референтен. По този начин се сравняват два еднакви по дължина периода с дължина по 30 години, каквато е и препоръката на СМО. В случаи, когато в референтния период е нямало ледени дни, а в новия има, в конкретните таблици са отбелязани с „д“ и за тях не са изчислявани проценти за съответния месец, но новите дни влизат в изчисленията за годишна стойност.

Анализирани са годишни и месечни стойности. Изчислени са средните стойности за всички разглеждани периоди. Разгледани са вътрешногодишно разпределение, уточнени са екстремните стойности и години на случване. Тенденциите в многогодишните изменения на броя на ледените дни са определени чрез линейна регресия.

## АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

За проявата и отчитането на леден ден има няколко фактора. Най-важните са синоптичните условия и физико-географската особеност на региона, определящи температурата на въздуха. Климатът на България в извънпланинската част предопределя ледени дни в месеците от октомври до април. Това е периодът, в който през повечето дни се наблюдава зимен тип атмосферна циркулация, при който през определен период се осъществява нахлуване на въздушни маси с арктичен произход. Последващата трансформация на нахлулия въздух в различните типове релеф при различна надморска височина е определяща за броя ледени дни. Негативните форми на релефа са благоприятстващ фактор заради

способността за формиране на мощни температурни инверсии и задържането на студен въздух, като по-този начин дори в условията на пренос на топли въздушни маси в страната успяват да задържат отрицателни температури в приземния двуметров слой (височината на метеорологичните клетки, в които стоят термометрите, според СМО може да варира от 1,5 до 2,5 m). По време на самото нахлуване на студен въздух благоприятни условия са надморската височина и отвореността на региона спрямо нахлуващата въздушна маса. Наличието на голям воден басейн, както и изпъкнала форма на релеф са обстоятелства, които са неблагоприятни за случването на ледени дни заради по-топлата водна повърхност и невъзможността за формиране на температурни инверсии след самото нахлуване. Антропогенното влияние също би следвало да има неблагоприятен ефект за ледените дни посредством остров на топлина в големите градове, особено при гранични условия – максимални температури близки до нулата. Станции, разположени във вътрешна градска среда, имат по-високи минимума от тези в периферията на града (Танев, Христов 1970).

### 1. Средногодишен и средномесечен брой ледени дни

Ледените дни са често и почти повсеместно явление в извънпланинската част на нашата страна през зимните месеци – декември, януари и февруари. Средният годишен брой ледени дни в разглежданите станции за последните 58 години от 1961 до 2018 г. варира от 3,1 в Сандански до 24,3 в Разград. Впечатление прави абсолютната разлика в броя на ледените дни между станциите, разположени в умереноконтиненталната климатична зона с около и над 20 ледени дни средно на година, и останалите станции, които имат близо три пъти по-малко такива дни (табл. 2).

При средномесечните стойности най-много ледени дни има през януари – от 9,9 в Разград до 1,8 в Сандански, следван от декември и февруари. През останалите месеци ледените дни са рядкост или изцяло липсват.

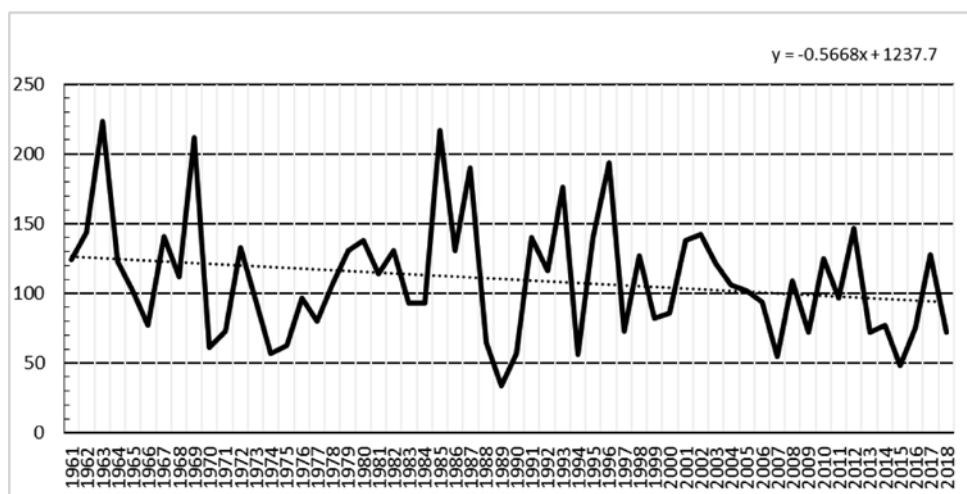
Таблица 2  
Table 2

Средномесечен и средногодишен брой ледени дни за периода 1961–2018 г.  
Average monthly and annually numbers of Icy days for the period 1961–2018 y.

Станция	I	II	III	IV	X	XI	XII	Годишно
Видин	9,0	3,8	0,7	0,00	0,00	0,6	5,0	19,2
Разград	9,9	5,6	1,6	0,00	0,02	1,1	6,1	24,3
Варна	3,7	1,9	0,3	0,00	0,00	0,1	1,4	7,5
Ловеч	9,4	4,4	0,9	0,00	0,00	0,8	5,0	20,5
София	8,8	4,6	1,2	0,02	0,02	0,8	6,0	21,5
Сливен	3,6	1,9	0,3	0,00	0,00	0,1	1,3	7,2
Сандански	1,8	0,5	0,1	0,00	0,00	0,0	0,8	3,1
Кърджали	3,3	1,6	0,3	0,00	0,00	0,1	1,7	7,0

На този фон изключение са станциите София и Разград, които са отбелязвали ледени дни, дори и през април и октомври, за което предпоставка има надморската височина, чиято роля е по-голяма през преходните месеци, защото тогава ледените дни са резултат не толкова на температурни инверсии, колкото на студени адвекции.

## 2. Многогодишни изменения в броя ледени дни



Фиг. 1. Хронологичен ход и линеен тренд за годишната сума ледени дни сумарно за всички станции за периода 1961–2018 г.

Fig.1. Chronological course and linear trend for the annual sum of ice days cumulatively for all stations for the period

Тенденцията в годишния брой ледени дни за периода 1961–2018 г. е намаляване средно с 5,6 дни за 10 години. Трендът е изчислен за годишната сума от ледени дни за всички разглеждани осем станции.

Най-голяма обща сума в броя на ледените дни има през 1963 г., а най-малка през 1989 г. Много добре личи голямата променливост на този климатичен показател през отделните години, като през периода 1970–1984 г. преобладават години с по-малък брой ледени дни, а през периода 1985–1997 г. има съсредоточаване на няколко години с по-висок от нормите брой ледени дни.

В шест от станциите средногодишният брой ледени дни намалява през последните 30 години спрямо референтния период 1961–1990 г. Намалението варира от близо три дни във Видин, София и Ловеч до 0,8 във Варна. В станция Разград денонощието с отрицателни температури слабо се увеличават, а в Кърджали увеличението е по-силно и достига 0,7 дни.

Таблица 3

Table 3

Средномесечен и средногодишен брой ледени дни за различни периоди  
Average monthly and annualy numbers of Icy days for the diferent periods

Станция	Период	I	II	III	IV	X	XI	XII	Годишно
Видин	1961–2018	9,0	3,8	0,7	0,0	0,0	0,6	5,0	19,2
	1961–1990	9,8	4,4	0,9	0,0	0,0	0,5	4,8	20,3
	1989–2018	7,9	3,0	0,5	0,0	0,0	0,7	5,1	17,4
Разград	1961–2018	9,9	5,7	1,6	0,00	0,02	1,2	5,9	24,3
	1961–1990	9,9	6,4	1,9	0,00	0,00	0,8	5,2	24,2
	1989–2018	9,8	4,9	1,2	0,00	0,03	1,5	6,9	24,3
Варна	1961–2018	3,7	1,9	0,3	0,0	0,0	0,1	1,4	7,5
	1961–1990	4,0	2,1	0,4	0,0	0,0	0,0	1,1	7,7
	1989–2018	3,3	1,6	0,2	0,0	0,0	0,2	1,6	6,9
Ловеч	1961–2018	9,4	4,4	0,9	0,0	0,0	0,8	5,0	20,5
	1961–1990	10,1	4,9	1,0	0,0	0,0	0,6	5,2	21,8
	1989–2018	8,3	3,5	0,7	0,0	0,0	1,1	4,8	18,3
София	1961–2018	8,8	4,6	1,2	0,02	0,02	0,8	5,9	21,4
	1961–1990	9,7	4,9	1,4	0,00	0,00	1,1	5,8	22,9
	1989–2018	8,2	4,3	0,8	0,03	0,03	0,5	6,1	20,0
Сливен	1961–2018	3,6	1,9	0,3	0,0	0,0	0,1	1,3	7,2
	1961–1990	4,0	2,1	0,4	0,0	0,0	0,0	1,1	7,7
	1989–2018	3,1	1,5	0,2	0,0	0,0	0,1	1,5	6,5
Сандански	1961–2018	1,8	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,8	3,1
	1961–1990	2,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	3,5
	1989–2018	1,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,5
Кърджали	1961–2018	3,3	1,6	0,3	0,0	0,0	0,1	1,7	7,0
	1961–1990	3,5	1,6	0,4	0,0	0,0	0,0	1,0	6,5
	1989–2018	3,0	1,5	0,2	0,0	0,0	0,2	2,2	7,2

Има съвпадение на годините с повече ледени дни и студените зими в температурно отношение и обратно – в подчертано топли зими броят на ледените дни е малък. При по-детайлно разглеждане на промените при отделните станции обаче се виждат големи различия.

### 3. Вътрешногодишно изменение на броя ледени

През месеците януари, февруари и март има намаление на средните стойности в различна степен, а през месеците ноември и декември се наблюдава почти повсеместно увеличение на ледените дни.

В следващата таблица е представено изменението на ледените дни в проценти през последните 30 години спрямо референтния период 1961–1990 г. изчислен на база действителна сума ледени дни, като по този начин се вижда степента на промяна.

Таблица 4

Table 4

Изменение на броя ледени дни за периода 1989–2018 спрямо 1961–1990 (в %)  
Change of the numbers of icy days for the period 1989–2018 to the 1961–1990 (in %)

Станция	I	II	III	IV	X	XI	XII	Годишно
Видин	-27	-38	-50			19	3	-22
Разград	-3	-23	-36		1 д	96	33	0.3
Варна	-17	-25	-54			7 д	42	-10
Ловеч	-18	-29	-35			88	-8	-16
София	-18	-11	-44	1 д	1 д	-51	5	-14
Сливен	-23	-28	-54			4 д	39	-15
Сандански	-39	-7	-100			-	0	-29
Кърджали	-14	-4	-36			7 д	116	11
общо	-20	-21	-51	1 д	2 д	38	29	-12

На годишна база най-голямо изменение в посока намаление от почти 29% има в Сандански, а в Кърджали има увеличение на ледените дни с 11%. В Станция Разград почти няма промяна, както е видно и в табл. 3. При месечните изменения за януари, февруари и март има намаление на ледените дни при всички станции без изключение, като най-голямо е при Видин и Сандански. Всъщност Сандански за последните 30 години няма нито един леден ден през месец март при 4 дни по време на референтния период. През месеците ноември и декември се наблюдава обратна тенденция – увеличаване на ледените дни, като особено добре е изразено през ноември с изключение на София, където има двойно намаление на ледените дни с 51% (табл. 4). В станциите Варна, Сливен и Кърджали през референтния период не са били отбелязвани ледени дни, докато през настоящия 30-годишен период има между 4 и 7 случая. През декември само Ловеч има намаление на ледените дни, а Сандански има равен брой с референтния период. При останалите станции се наблюдава увеличение на ледените дни, като в Кърджали то е повече от двойно (табл. 4). При детайлно разглеждане на редиците с данни за определяне на причината за тази тенденция на повишение на ледените дни през ноември и декември се установяват няколко години, на които се дължат тези увеличения. За месец ноември е характерно рядко случване на ледени дни. Не се случват всяка година и средната им стойност за повечето станции е дори под 1 ден. През 1993 г. след рекордно топъл октомври, през ноември атмосферната циркулация се сменя със зимен тип, с преобладаващи многократни североизточни нахлувания със студен арктичен въздух. При такива адвекции най-студено обикновено е в Северна и Източна България, докато югозападните райони остават в периферията на тези процеси. Студеният ноември 1993 г. е причина за между 3 и 14 ледени дни в различните станции (табл. 5) и сравнени с по принцип малкото ледени дни, които се случват през ноември, всъщност оказват голя-

мо влияние в крайния резултат, изразен като проценти. Изключение правят София и Сандански, където въпросните нахлувания са били много по-слаби. Нещо повече, ако се извади 1993 г. от изчисленията, ще се получи намаление на ледените дни с 15 до 81%, само в Разград отново ще има увеличение, но много по-малко от сегашното заради друг студен ноември през 1997 г.

За месец декември увеличението на ледените дни е много добре изразено в станции от източната половина на страната, докато Ловеч показва намаление. Причината за това разпределение на ледените дни отново е повишена честота на североизточни нахлувания през годините 1991, 1992, 2002, 2010, 2013. Годината с най-голям брой ледени дни е 2001 (табл. 5), а в станциите, разположени в Западна и Южна България, е годината с най-много ледени дни. Застудяванията обаче през тази година не са североизточни, а са преобладаващо северозападни.

Така получените изменения на ледените дни добре кореспондират с установените от Рачев и Асенова (2018) изменения на температурите през различните месеци и сезони. Според тях при направено сравнение между периодите 1961–1990 и 1986–2015 в месеците януари, февруари и март средната температура се повишила в границите между 0,3 °C за Кърджали и 1,5 °C за Ловеч. По-слабо е изменението на средните температури през ноември и декември, където някои станции като Видин, Кърджали и Варна показват тенденция на понижение.

В географски аспект промяната в броя на ледените дни също проявява закономерност. Станции, разположени в Източна България, показват по-малко намаление на ледените дни, а през месеците ноември и декември установеното увеличение на ледени дни е по-голямо. Причините за това разпределение най-вероятно са циркулационни – по-чести североизточни студени нахлувания спрямо северозападни, но за доказването на това твърдение е нужно да се направи оценка на типа време за изследваните периоди.

#### **4. Години с екстремн брой ледени дни**

Данните, поместени в табл. 5, ни илюстрират много интересна картина за разпределението на рекордните стойности на ледените дни през годините. Обикновено една година (1963, 1993, 2001 и др.) е представена в няколко станции, което показва, че рекордните бройки ледени дни са резултат от мащабни процеси, засягащи големи територии.



Таблица 5

Table 5

Най-голям брой ледени дни и година на случването им през отделните месеци и за годината за периода 1961–2018 г.

The highest numbers of Icy days and year of their appearance for the different months and for the year for the period 1961–2018

Станции	I	II	III	IV	X	XI	XII	Годишно
Видин	24 1963	14 1986	9 1987			14 1993	16 1962	41 1963
Разград	22 1996	20 1985	12 1987		1 1997	13 1993	18 1981	50 1996
Варна	17 1969	15 1985	8 1987			3 1993	7 1991	22 1985
Ловеч	24 1969	14 1985, 1986, 2017	9 1987			17 1993	18 2001	47 1969
София	22 2017	18 1965	10 1987	1 2003	1 1997	7 1988	22 2001	43 1962
Сливен	17 1969	15 1985	8 1987			3 1993	7 1991	22 1985
Сандански	13 1963	7 1985	2 1987			0	12 2001	15 1963
Кърджали	17 1963	8 1985	8 1987			6 1993	12 2001	22 1987

Прави впечатление наличието на години с рекорден брой ледени дни и от двата изследвани периода, като последният 30-годишен период, не отстъпва на референтния и по-стар въпреки общото намаление на ледени дни. Този факт от своя страна подкрепя твърдението на редица учени, че глобалното затопляне всъщност предизвиква засилване на екстремните явления, и подкрепя тезата, че като цяло Земята се затопля, но зимните явления няма да изчезнат. Нещо повече, периодът, през който се случват ледените дни, се удължава, включвайки и месеците април и октомври.

В разглежданите станции до 1997 г. не е имало случай на леден ден през октомври. Но на 29 октомври София и Разград отчитат отрицателни максимални температури. По същия начин е и с месец април до 2003 г., когато мощно арктично нахлуване на 8-и носи на София леден ден.

## ИЗВОДИ

Настоящото изследване установи, че през студеното полугодие ледените дни са често явление в извънпланинската част на нашата страна, като за периода 1961–2018 г. средногодишната им проява е от 3 в Сандански до 24

в Разград. В станциите, разположени в умереноконтиненталната климатична зона, ледените дни са с около 3 пъти повече.

Във вътрешногодишно разпределение най-много ледени дни има през януари със средни стойности от 2 до 10 дни, но в някои години е възможно да бъдат отбелязана и над 20 дни в един месец. Ледените дни се наблюдават през месеците от октомври до април.

Тенденцията в изменението на годишния брой ледени дни за периода 1961–2018 г. е към намаляване средно с 5,6 дни на 10 години. При сравнение на референтния период 1961–1990 с последния 30-годишен (1989–2018) в почти всички станции се наблюдава намаление на броя ледени дни, като най-голямо е при Сандански и Видин съответно с 29 и 22%, в Разград промяна не се наблюдава и единствено и само в Кърджали има увеличение с 11% на ледените дни.

Изменението при отделните месеци показва силно намаление през януари, март и април и увеличение през ноември и декември.

През последните 30 години се отбелязват и няколко рекорда по максимален брой ледени дни, както и разширяване на времевия интервал на случване на ледените дни.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Александров, В. 2010. Климатични промени. НИМХ-БАН.
- Велев, Ст. 1998. Тенденции на изменение на изменението на температурите и валежите в България. – В: Сб. 100 години география в СУ. София, 18–22.
- Велев, Ст. 2007. Промени на климата на планетата и отражението им в България.
- Велев, Ст. 2010. Климатът на България. Второ разширено издание. С.: Херон Прес ООД.
- Велев, Ст. 2011. Променил ли се е климатът на София в края на ХХ и в началото на ХХІ век? – *География 21*, кн. 1, С.
- Николова, Н., М. Мочурова. 2010. Съвременни изменения на климата и последиците от тях. – *Минно дело и геология*, бр. 7–8.
- Николова, Н. 2018. Методи за изследване на климата. С.: Авангард Прима, с. 154.
- Рачев, Г., Н. Асенова. 2018. Съвременни изменения на температурата на въздуха и валежите в България. – *Год. на СУ, ГГФ*, кн. 2 – География.
- Рачев, Н., Д. Димитрова. 2016. Изменения на средните температури и валежи в България за периода 1995–2012. – *Год. на СУ, Физика*.
- Топлийски, Д. 2007. Дефиниране на понятието климат в географията и геофизиката и проблемът с глобалните климатични промени. – *Год. на СУ, ГГФ*, кн. 2 – География.
- Христов, П., А. Танев. 1970. Климатът на София. НИ.
- Alexander, L. V. et al. 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. – *Journal of Geophysical Research*, 111, D05109.

- Alexandrov, V., M. Shneider, E. Koleva et al. 2004. Climate Variability and Change in Bulgaria During the 20<sup>th</sup> Century. – *Theoretical and Applied Climatology*, 3–4.
- Donat, M. G. et al. 2013. Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century. – *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118, 1–16.
- EEA Report. 2012. Urban adaptation to climate change in Europe: Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies, № 2, Copenhagen: European Environment Agency.
- IPCC, Glossary A-D “climate” and “climate change”. In: IPCC AR4 WG1 2007, <https://www.ipcc.ch>
- IPCC 2016, Climate change 2016: Synthesis Report.
- Lisa, V., N. Tapper, X. Zhang et al. 2009. Climate extremes: progress and future directions. – *International Journal of Climatology*, 29, 317–319.
- Nikolova, N., D. Penev. 2007. Fluctuation of Extremely Cold and Warm Months in Bulgaria. – *Geographica Panonica*, vol. 11, 19–21.
- Russo and Sterl 2011. Global changes in indices describing moderate temperature extremes from the daily output of a climate model. *Journal of geophysical research*, 116, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2010JD014727>
- U.S. Environmental Protection Agency Climate Change Adaptation Plan 2012, [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/sspp2012\\_adaptationplan\\_508.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/sspp2012_adaptationplan_508.pdf)
- Vincent, L. A. et al. 2005. Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960–2000. – *AMS Journal of Climate*, 18, 5011–5023.
- WMO, 2009. Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. World Meteorological Organization. Geneva. WCDMP-No. 72, 52 p.  
<http://www.stringmeteo.com>  
<https://www.smo.com>

## SUMMARY

This article aims to determine how many ice days there are in the non-mountainous part of Bulgaria and analyze the changes over the last 58 years. The data used in this paper include the annual and monthly icing days for the period 1961–2018 from 8 meteorological stations in the town of Vidin, Razgrad, Varna, Lovetch, Sofia, Sliven, Sandanski and Kardzhali.

The data shown for the period 1961–2018 show an average of 3 for Sandanski to 24 for Razgrad ice days per year. Trend analysis for the period shows a decrease in ice days by 5.6 for ten years in total for all stations. When comparing the period 1989–2018 with the reference 1961–1990 there are 6 stations that show a decrease in the number of icing days with 9% in Varna to 29% in Sandanski. Icing days in Razgrad remain the same number, but in Kardzhali the number of icing days is increasing with 11.3%. All stations show a decrease in the number of icing days in January, February and March and an increase in November excepting Sofia. In December the highest increase is for Kardzhali with 11%.

Over the last 30 years, Sofia and Razgrad marked their first icing day in October, Sofia also in April. A record number of ice days were recorded in November 1993, December 2001, January 2017. This shows that, although their number has declined in recent years, there may be cold months with low temperatures. This confirms the theory of many scientists, that Global Warming in a regional aspect is manifested by more extreme phenomena, including cold ones like the icing days.

*Постъпила април 2019 г.*