

## WARUNKI METEOROLOGICZNE NA SZRENICY W LATACH 2018–2020

KAROLINA MENDEL, KATARZYNA SZYGA-PLUTA\*

Zakład Meteorologii i Klimatologii, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska  
Przyrodniczego, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza  
w Poznaniu, ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań  
\*ORCID:0000-0001-9718-3920

**Abstract:** *Meteorological conditions on Szrenica mountain in 2018–2020.* The article presents the weather conditions on Mount Szrenica, located in the Karkonosze range in the Sudetes, in 2018–2020. The data come from the Database of Integrated Monitoring of Natural Environment. An average temperature in the presented time was 4,0°C, an average yearly precipitation was 1245.8 mm, an average atmospheric pressure 865.3 hPa, average wind speed 5.1 m/s, average snow cover height 66.3 cm, the sun shone for 1881 hours in a year. Changes in individual values compared to the results published earlier prove the impact of global changes also in this area.

**Keywords:** meteorological conditions, air temperature, precipitation, air pressure, wind, snow cover, insolation, Szrenica, Sudetes

### WSTĘP

Szrenica to szczyt górski położony w zachodniej części Karkonoszy, w pobliżu granicy państwowej z Czechami. Poniżej jej wierzchołka znajduje się Karkonoska Stacja Meteorologiczna, funkcjonująca od 1957 r., której dawna nazwa to „Wysokogórskie Obserwatorium Meteorologiczne na Szrenicy” (Błaś i Migąła 2011). Obecnie na stacji prowadzone są pomiary meteorologiczne w ramach sieci Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego od roku 2018. Jest to jedyna w Sudetach stacja badawcza zlokalizowana w piętrze subalpejskim. Jednym z powodów jej założenia był fakt, iż nie było w szczytowych partiach Sudetów stacji, dzięki której można by przeprowadzać badania niwalne. Na jedynej stacji – Śnieżce – nie było korzystnych i właściwych warunków do takich badań (Łoboda i Migoń 2005). W związku z tym, iż Szrenica leży około 250 m poniżej poziomu najwyższego szczytu Sudetów i jest od niego mniej popularna, przeprowadzane na niej obserwacje są w literaturze rzadziej opisywane i analizowane. Nie zmienia to jednak faktu, że jest to szczyt górski charakteryzujący się wyjątkowymi warunkami meteorologicznymi.

Pod względem liczby dni z mgłą Szrenica zajmuje piąte miejsce wśród wszystkich górskich stacji synoptycznych w kontynentalnej części Europy – 274 dni (Błaś

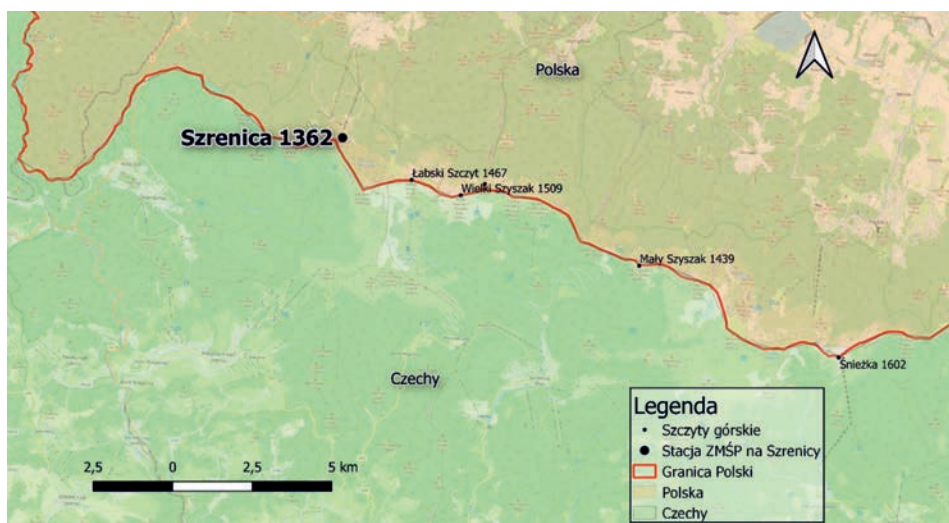
i Sobik 2005). Karkonoskie stacje (Śnieżka na miejscu pierwszym) przewyższają stacje alpejskie i karpackie głównie ze względu na: korzystną ekspozycję na adwekcję wilgotnego powietrza atlantyckiego, stosunkowo niewielką odległość od Morza Bałtyckiego oraz brak barier w postaci innych masywów górskich osłaniających Karkonosze od napływu powietrza polarnomorskiego.

Warunki meteorologiczne na Szrenicy, na podstawie danych z Karkonoskiej Stacji Meteorologicznej, opisali Sobik i in. (2019). Gramsz i in. (2010) porównali cechy klimatu Karkonoszy z warunkami panującymi w masywie Abisko w północnej Skandynawii. Trepieńska (2002) opisuje wiele elementów meteorologicznych, porównując poszczególne pasma górskie na wszystkich kontynentach. Przedstawia między innymi efekt „seeder-feeder”, który zbadany został także w Górach Izerskich. Polega na obecności w powietrzu sporej ilości zanieczyszczeń pyłowych, przez które zwiększa się liczba jąder kondensacji i wodność chmury rośnie (opad powstający w chmurach orograficznych łączy się z opadem z chmur frontalnych). Opad po nawietrznej stronie bariery orograficznej może być wówczas dwu- lub nawet trzykrotnie wyższy. Opisuje również wspomniane we wcześniejszych publikacjach bardzo wysokie zamglenie w Sudetach, spowodowane częstszym niż w Karpatach napływem wilgotnych mas powietrza, które zbierają dodatkowo liczne aerozole pochodzenia przemysłowego.

Głównym celem niniejszego opracowania jest przedstawienie warunków meteorologicznych na Szrenicy w latach 2018–2020 na podstawie wybranych elementów meteorologicznych. Analizie poddane zostały: temperatura powietrza, liczba dni charakterystycznych termicznie, sumy opadów i liczba dni z opadem, ciśnienie atmosferyczne, prędkość wiatru i częstość występujących kierunków wiatru, wysokość pokrywy śnieżnej oraz suma usłonecznienia.

## OBSZAR, MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Stacja Zintegrowanego Środowiska Monitoringu Przyrodniczego na Szrenicy zlokalizowana jest w zachodniej części najwyższego pasma górskiego Sudetów – Karkonoszy, niedaleko granicy państwowej z Czechami (ryc. 1). Według regionalizacji Kondrackiego (2000), Szrenica znajduje się w mezoregionie Karkonosze, należącym do makroregionu Sudety Zachodnie, podprovincji Sudety z Przedgórzem Sudeckim, prowincji Masyw Czeski, megaregionu Pozaalpejska Europa Środkowa. Klimat badanego regionu charakteryzuje się bardzo dużą zmiennością występowania poszczególnych typów pogody (Woś 1993).



Ryc. 1. Obszar badań

Fig. 1. Study area

Źródło: opracowanie własne w programie QGIS

Source: own elaboration in QGIS

Analizowane dane pochodziły z bazy danych Centrum Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. W opracowaniu wykorzystano dane z lat 2018–2020 dotyczące: temperatury powietrza, opadów atmosferycznych, ciśnienia atmosferycznego, prędkości i kierunku wiatru, wysokości pokrywy śnieżnej oraz usłonecznienia. Dane te były o rozdzielczości dobowej.

Do przedstawienia charakterystyki temperatury powietrza wykorzystano średnie, maksymalne oraz minimalne wartości dla poszczególnych dni, miesięcy, sezonów i lat oraz obliczono liczbę dni charakterystycznych. W tym celu posłużono się podziałem Kossowskiej-Cezak (2014), według którego wyróżnia się:

- dni skrajnie mroźne ( $t_{\max}$  od  $-20,0^{\circ}\text{C}$ ),
- dni bardzo mroźne ( $t_{\max}$  od  $-20,1^{\circ}\text{C}$  do  $-10,0^{\circ}\text{C}$ ),
- dni mroźne ( $t_{\max}$  od  $-10,1^{\circ}\text{C}$  do  $0,0^{\circ}\text{C}$ ),
- dni przymrozkowe ( $t_{\min}$  do  $0,0^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\max}$  od  $0,0^{\circ}\text{C}$ ),
- dni gorące ( $t_{\max}$  od  $25,0^{\circ}\text{C}$  do  $30,0^{\circ}\text{C}$ ),
- dni upalne ( $t_{\max}$  od  $30,1^{\circ}\text{C}$  do  $35,0^{\circ}\text{C}$ ),
- dni bardzo upalne ( $t_{\max}$  od  $35,1^{\circ}\text{C}$ ).

Przy charakterystyce opadów atmosferycznych na podstawie sum dobowych obliczono średnie miesięczne sumy opadów, średnią miesięczną liczbę dni z opadem oraz liczbę dni z opadem o określonej intensywności (Wyszkowski 2010):

- brak opadu lub opad bardzo słaby (intensywność od 0 do 1 mm),
- opad słaby (intensywność od 1,1 do 5 mm),

- opad umiarkowany (intensywność od 5,1 do 10 mm),
- opad umiarkowanie silny (intensywność od 10,1 mm do 20 mm),
- opad silny (intensywność od 20,1 do 30 mm),
- opad bardzo silny (intensywność  $\geq 30,1$  mm).

Do określenia przebiegu ciśnienia atmosferycznego posłużono się średnimi miesięcznymi wartościami z analizowanego okresu. Przy prędkości wiatru obliczono średnią miesięczną, sezonową i roczną prędkość wiatru oraz częstość występowania poszczególnych kierunków wiatru przy określonych przedziałach prędkości wiatru (0–2 m/s, 2,1–5 m/s, 5,1–10 m/s, 10,1–15 m/s, > 15 m/s).

Dla scharakteryzowania usłonecznienia obliczono średnią liczbę godzin ze słońcem, która wystąpiła w poszczególnych miesiącach.

W celu scharakteryzowania pokrywy śnieżnej, która wystąpiła na Szrenicy w latach 2018–2020, posłużono się średnią miesięczną liczbą dni, w których pokrywa została odnotowana, oraz jej miąższością. Ponadto określono daty początku i zakończenia występowania ciągłej pokrywy śnieżnej. Datą początkową był dzień, w którym pokrywę śnieżną odnotowywano codziennie, aż do dnia, w którym nie została odnotowana przez dłużej niż trzy dni. Obliczono także wskaźnik śnieżności zim ( $W_{sn}$ ), za pomocą wzoru Paczosa (1982):

$$W_{sn} = 0,0409 * d_{ps} + 0,0246 * d_{ps20} + 0,00007 * S_h$$

gdzie:

- $W_{sn}$  – wskaźnik śnieżności zimy w zakresie 1–10,
- $d_{ps}$  – liczba dni z pokrywą śnieżną o grubości powyżej 1 cm,
- $d_{ps20}$  – liczba dni z pokrywą śnieżną o grubości powyżej 20 cm,
- $S_h$  – suma grubości pokrywy śnieżnej.

Typy śnieżności zim określono jako: ekstremalnie mało śnieżna ( $W_{sn}$  0,01–1), niezwykle mało śnieżna ( $W_{sn}$  1,01–2), bardzo mało śnieżna ( $W_{sn}$  2,01–3), umiarkowanie mało śnieżna ( $W_{sn}$  3,1–4), mało śnieżna ( $W_{sn}$  4,1–5), śnieżna ( $W_{sn}$  5,1–6), umiarkowanie śnieżna ( $W_{sn}$  6,1–7), bardzo śnieżna ( $W_{sn}$  7,1–8), niezwykle śnieżna ( $W_{sn}$  8,1–9) oraz ekstremalnie śnieżna ( $W_{sn}$  9,1–10).

Średnie wartości elementów meteorologicznych dla okresów zimy (XII–II) z poszczególnych lat obliczone zostały tylko dla pełnych zim, czyli 2018/2019 i 2019/2020.

## WYNIKI

### Temperatura powietrza

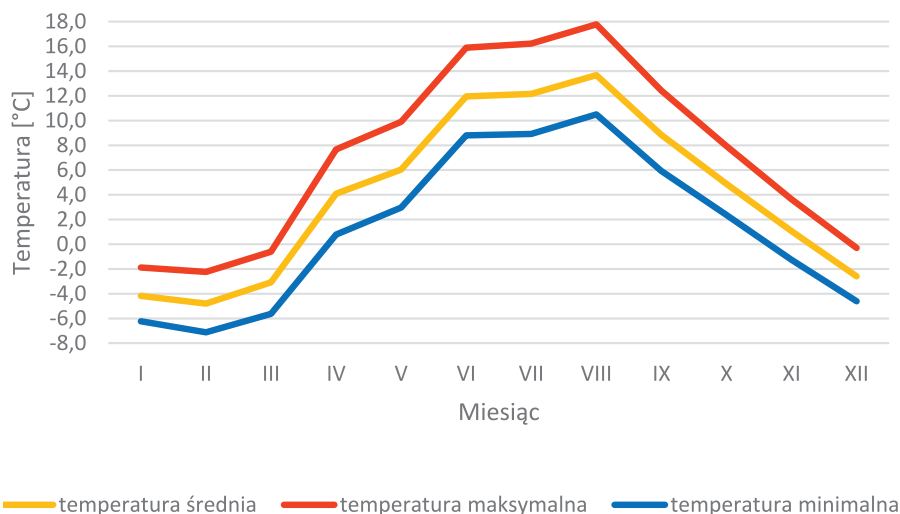
Średnia temperatura powietrza na Szrenicy dla analizowanego okresu 2018–2020 wynosiła 4°C i w poszczególnych latach była bardzo zbliżona. W roku 2018 i 2019 średnia była taka sama i wyniosła 4,1°C, a w 2020 była równa 3,9°C (tab. 1).

Tab. 1. Średnia sezonowa i roczna temperatura powietrza (°C) na Szrenicy w latach 2018–2020

Tab. 1. Average seasonal and annual air temperature (°C) on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Rok	Zima	Wiosna	Lato	Jesień	Cały rok
2018	-4,2	3,6	12,9	5,2	4,1
2019		1,9	13,4	4,7	4,1
2020	-2,4	1,5	11,6	4,9	3,9

Najniższa średnia miesięczna temperatura powietrza wystąpiła w lutym i wynosiła  $-4,8^{\circ}\text{C}$ , natomiast miesiącem najcieplejszym był sierpień ( $13,7^{\circ}\text{C}$ ) (ryc. 2). Wszystkie miesiące zimowe oraz pierwszy miesiąc klimatologicznej wiosny charakteryzowały się średnimi wartościami temperatury powietrza poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ , a wszystkie miesiące letnie wartościami powyżej  $10^{\circ}\text{C}$ . Najwyższa zanotowana temperatura w roku 2018 wystąpiła 9 sierpnia i wynosiła  $21,2^{\circ}\text{C}$ , natomiast minimalna 27 lutego i wynosiła  $-19,8^{\circ}\text{C}$ . W roku następnym maksymalna temperatura powietrza wyniosła  $21,1^{\circ}\text{C}$  6 czerwca, minimalna znacznie więcej niż w roku wcześniejszym ( $-11,9^{\circ}\text{C}$ , 25 stycznia). W ostatnim z analizowanych lat temperatura maksymalna była najniższa, a minimalna najwyższa, maksymalna wystąpiła 9 sierpnia ( $19,1^{\circ}\text{C}$ ), a minimalna najpóźniej, bo już wiosną, tzn. 23 marca, i wyniosła jedynie  $-10,5^{\circ}\text{C}$ .



Ryc. 2. Przebieg roczny średniej, maksymalnej i minimalnej miesięcznej temperatury powietrza (°C) na Szrenicy w latach 2018–2020

Fig. 2. Annual course of the average, maximum and minimum monthly air temperature (°C) on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Średnia roczna maksymalna temperatura powietrza w badanym okresie wyniosła 7,2°C (w 2018 – 7,4°C, w 2019 – 7,2°C, w 2020 – 7,0°C). Najwyższą średnią miesięczną maksymalną temperaturę zanotowano w sierpniu 2018 roku (19°C). Najwyższą temperaturę odnotowano 26 czerwca 2019 i było to 26,4°C. Najniższa średnia maksymalna temperatura odnotowana została w lutym 2019 roku i wyniosła 0,9°C. Najzimniejszym dniem z maksymalną temperaturą równą -17,0°C był 27 lutego 2018 roku.

Średnia minimalna temperatura powietrza odnotowana na Szrenicy wynosiła 1,3°C (w 2018 1,3°C, w 2019 1,4°C, w 2020 1,3°C). Najniższą średnią minimalną temperaturę zanotowano w lutym 2018 r. i odznacza się ona na tle pozostałych lat, gdyż średnia minimalna temperatura powietrza wyniosła wówczas -12,1°C, podczas gdy w 2019 i w 2020 było to odpowiednio -4,6°C oraz -4,7°C, więc znacznie więcej. Najniższą temperaturę minimalną odnotowano 27 lutego 2018 r. i wyniosła ona -22,3°C. Najniższą średnią minimalną temperaturę spośród miesięcy letnich odnotowano w sierpniu 2020 r. (10,4°C). Najwyższą minimalną temperaturę, równą 17,3°C, zanotowano 2 sierpnia 2018 roku.

Przebieg średniej sezonowej temperatury różni się nieco w poszczególnych latach obserwacji. Najcieplejsza wiosna wystąpiła w roku 2018 (3,6°C), a najchłodniejsza w 2020 (1,5°C) (tab. 1). Natomiast najcieplejsze lato odnotowano w roku 2019 (13,4°C), ponownie najchłodniejsze w 2020 – temperatura była niższa o 1,8°C. Najcieplejsza była jesień w 2018 (5,2°C), w 2019 średnia temperatura wyniosła wówczas 4,7°C. Zima 2019/2020 była cieplejsza od zimy 2018/2019 o 1,8°C (-2,4°C).

Dni charakterystyczne jest to liczba dni z temperaturą maksymalną lub minimalną, która nie osiągnęła lub przekroczyła określoną wartość. W poniższej analizie wykorzystano podział Kossowskiej-Cezak (2014).

Na Szrenicy w latach 2018–2020 nie wystąpiły dni skrajnie mroźne z temperaturą maksymalną poniżej -20°C. Dni bardzo mroźne z temperaturą maksymalną od -20°C do -10°C pojawiły się jedynie w 2018 r. (w lutym i marcu) (tab. 2). Dni takich zanotowano tylko dziewięć. W związku z położeniem Szrenicy na znacznej wysokości nad poziomem morza, najczęściej występowały dni mroźne z temperaturą od -10°C do 0°C. Częstość ich występowania była z roku na rok coraz mniejsza i wynosiła odpowiednio 99, 87 i 80 dni. Najwięcej było ich w styczniu, następnie w grudniu, lutym oraz marcu. Pozostałe miesiące, w których wystąpiły dni mroźne, to październik, listopad, kwiecień i maj. Nieco rzadziej występowały dni przymrozkowe, charakteryzujące się ujemną temperaturą minimalną i temperaturą maksymalną powyżej 0°C. W przeciwieństwie do dni mroźnych częstość ich występowania była z roku na rok coraz większa (odpowiednio: 52, 76 i 91 dni). W poszczególnych miesiącach ich liczba była zbliżona. Najczęściej odnotowano je w październiku, listopadzie i grudniu. Następne w kolejności były: marzec, styczeń, kwiecień, luty i maj, a najrzadziej wystąpiły we wrześniu (3 dni).

Tab. 2. Liczba dni charakterystycznych na Szrenicy w latach 2018–2020  
 Tab. 2. Number of characteristic days on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Rok	Dni bardzo mroźne	Dni mroźne	Dni przymrozkowe	Dni gorące
	tmax od -20,1°C do -10,0°C	tmax od -10,1°C do 0,0°C	tmin do 0,0°C, tmax od 0,0°C	tmax od 25,0°C do 30,0°C
2018	9	99	52	1
2019	0	87	76	3
2020	0	80	91	0

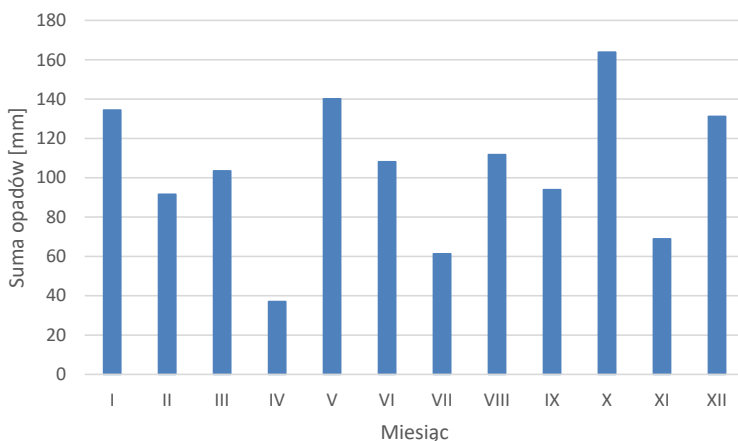
Liczba dni charakterystycznych w ciepłym okresie roku jest na Szrenicy znacznie mniejsza niż w chłodnym okresie, co związane jest z wysokością nad poziomem morza. Dni upalnych z temperaturą w zakresie od 25°C do 30°C oraz dni bardzo upalnych z temperaturą powyżej 35°C na Szrenicy nie odnotowano, wystąpiły jedynie dni gorące (tab. 2). Dni z temperaturą maksymalną pomiędzy 25°C a 30°C zanotowano 9 sierpnia 2018 r. oraz trzy razy w roku 2019: 15, 26 i 30 czerwca.

## Opady

W związku z wysokością nad poziomem morza, na jakiej znajduje się stacja ZMŚP na Szrenicy, suma opadów atmosferycznych również różni się od sumy opadów występujących na pozostałym terenie kraju.

Na Szrenicy w latach 2018–2020 spadło średnio 1245,8 mm opadów w ciągu roku. Spośród analizowanych lat największa suma opadów wystąpiła w roku ostatnim (1372,6 mm), następnie rok wcześniej (1268,2 mm), a rokiem najmniej obfitym w opady atmosferyczne był rok 2018 (1096,7 mm). Miesiącem, w którym średnia suma opadów była najwyższa, okazał się październik (163,9 mm) (ryc. 3). Miesiącem o najniższej średniej sumie opadów był kwiecień (37,1 mm). W analizowanych latach 2018–2020 miesiącami, w których suma opadów atmosferycznych okazała się maksymalna oraz minimalna, był odpowiednio październik i kwiecień 2020 roku. Dobowy opad maksymalny wystąpił 12 maja 2020 r. (60,8 mm).





Ryc. 3. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych (mm) na Szrenicy w latach 2018–2020  
 Fig. 3. Average monthly sum of precipitation (mm) on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Liczba dni z opadem w danym miesiącu różni się w poszczególnych latach (tab. 3). Miesiącem, w którym najczęściej wystąpił opad, był styczeń 2018 r. – padało wówczas w każdym z 30 dni, oraz luty 2020 roku. Najrzadziej opad występował w czerwcu 2019 (8 dni), podczas gdy w latach 2018 i 2020 opad w tym miesiącu występował odpowiednio 21 i 20 dni.

Tab. 3. Liczba dni z opadem i suma opadu (mm) na Szrenicy w latach 2018–2020  
 Tab. 3. Number of days with precipitation and sum of precipitation (mm) on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Miesiąc/rok	2018		2019		2020	
	liczba dni	suma [mm]	liczba dni	suma [mm]	liczba dni	suma [mm]
Styczeń	30	146,0	26	186,8	21	70,4
Luty	18	30,1	16	49,2	28	195,4
Marzec	26	71,3	24	158,4	19	80,8
Kwiecień	15	59,2	17	36,4	9	15,6
Maj	15	75,5	20	192,3	17	152,7
Czerwiec	21	134,7	8	20,1	20	169,6
Lipiec	11	95,0	16	33,7	16	55,3
Sierpień	12	57,7	20	111,6	18	165,9
Wrzesień	14	73,4	18	94,5	15	113,9
Październik	19	129,0	18	130,4	24	232,3
Listopad	18	23,4	26	134,1	21	49,2
Grudzień	29	201,4	22	120,7	23	71,5
Rok	228	1096,7	231	1268,2	231	1372,6



Większa liczba dni z opadem w ciągu miesiąca nie oznacza jednak wyższej sumy opadu atmosferycznego. Przykładem może być sierpień 2019 oraz suma opadu za rok 2020. W ostatnim roku spośród analizowanych lat opad wystąpił w ciągu 18 dni, a jego suma była wyższa niż w poprzednim roku, kiedy liczba dni z opadem była wyższa o 2 dni (tab. 4). W roku 2018 miesiącem, w którym suma opadu atmosferycznego była najwyższa, był grudzień (201,4 mm), natomiast najniższa wystąpiła miesiąc wcześniej – w listopadzie (23,4 mm, przy 18 dniach z opadem). Rok później suma opadu najwyższa była w maju (192,3 mm), a najniższa w czerwcu (20,1 mm). W roku 2020 wystąpiły miesiące zarówno o najwyższej, jak i najniższej sumie opadu atmosferycznego. Październik był miesiącem o sumie najwyższej (232,3 mm), natomiast kwiecień o najniższej (15,6 mm), mimo to roczna suma opadu była najwyższa (tab. 3).

W zależności od pory roku wysokości opadu atmosferycznego są zróżnicowane. W ciągu roku najczęściej występowały dni bez opadu lub z opadem bardzo słabym o intensywności od 0 do 1 mm (218 dni) (tab. 4). Opad o takiej intensywności najczęściej występował latem (63 dni), następnie jesienią i wiosną (odpowiednio 58,7 i 55,3 dni), najrzadziej (jednak wciąż stosunkowo często) zimą (42 dni). W półroczu ciepłym opad o tej intensywności występował więc częściej niż w półroczu chłodnym. Liczba dni z opadem słabym (od 1,1 do 5 mm) w ciągu roku wyniosła 72,7. Taka intensywność wystąpiła natomiast najczęściej zimą (24 dni), następnie wiosną i jesienią (w obu sezonach 17,3 dni), a najrzadziej latem (14 dni). Opad umiarkowany (od 5,1 do 10 mm) odnotowano średnio przez 34 dni w ciągu roku. Podobnie jak w przypadku liczby dni z opadem słabym, najczęściej występował on zimą, następnie wiosną i jesienią, najrzadziej latem (zaledwie 5,7 dnia w ciągu roku). Ponownie taki sam rozkład sezonowy wystąpił w przypadku odnotowania opadu umiarkowanie silnego (od 10,1 do 20 mm), jednak różnice w liczbie dni były znacznie mniejsze. Liczba dni z opadem silnym (od 20,1 do 30 mm) wynosiła średnio w ciągu roku zaledwie 7,3 dni i opad ten występował częściej w półroczu chłodnym niż ciepłym (zima i jesień – 2,7 i 2,3 dnia, wiosna i lato – 0,7 i 1,7 dnia). Zdecydowanie najrzadszym, bo odnotowanym jedynie średnio 5 dni w ciągu roku, był opad bardzo silny ( $\geq 30,1$  mm). Latem i jesienią dni z opadem o takiej intensywności było 1,7; wiosną 1,3; natomiast zimą 0,3 dnia.

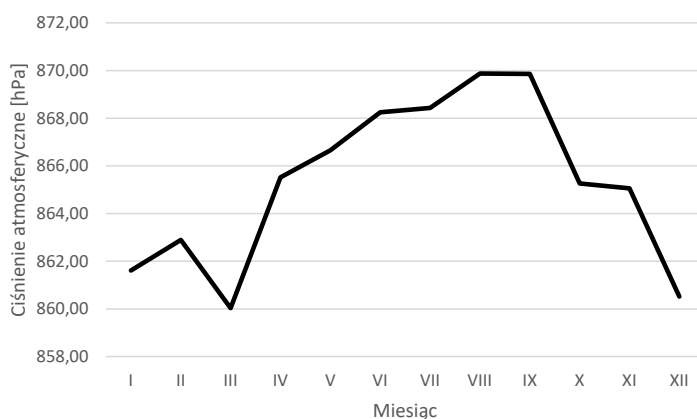
Tab. 4. Średnia sezonowa, półroczna i roczna liczba dni z opadem o określonej wysokości na Szrenicy w latach 2018–2020

Tab. 4. Average seasonal, semi-annual and annual number of days with a certain amount of precipitation on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Klasa opadu [mm]	Pora roku				Półrocze		Rok
	zima	wiosna	lato	jesień	chłodne	cieple	
0–1	42,0	58,7	63,0	55,3	97,3	121,7	218,7
1,1–5,0	24,0	17,3	14,0	17,3	41,3	31,3	72,7
5,1–10,0	13,3	7,7	5,7	7,3	20,6	13,3	34,0
10,1–20,0	8,3	6,3	6,0	6,7	15,0	12,3	27,3
20,1–30,0	2,7	0,7	1,7	2,3	5,0	2,3	7,3
≥30,1	0,3	1,3	1,7	1,7	2,0	3,0	5,0

## Ciśnienie atmosferyczne

Średnie roczne ciśnienie atmosferyczne na Szrenicy w latach 2018–2020 wyniosło 865,3 hPa. Średnia najwyższa wartość wystąpiła w ostatnim z analizowanych lat (865,8 hPa), a najniższa w roku 2018 (864,7 hPa). Minimalne średnie miesięczne ciśnienie zostało odnotowane w marcu (860,03 hPa), a maksymalne w sierpniu i wrześniu (odpowiednio: 869,88 hPa i 869,86 hPa) (ryc. 4). Od marca do września wartości ciśnienia atmosferycznego systematycznie wzrastały, by od pierwszego spośród miesięcy jesiennych odnotowywać wartości coraz niższe. W miesiącach zimowych średnia wartość ciśnienia była najniższa, wiosną i jesienią wartości średnie były do siebie zbliżone, a w miesiącach letnich były najwyższe. Maksymalne ciśnienie atmosferyczne na stacji ZMŚP na Szrenicy miało wartość 885,7 hPa i wystąpiło 20 stycznia 2020 r., natomiast ciśnienie minimalne wystąpiło w tym samym roku 28 grudnia (835,30 hPa).



Ryc. 4. Średnie miesięczne ciśnienie atmosferyczne (hPa) na Szrenicy w latach 2018–2020

Fig. 4. Average monthly air pressure (hPa) on the Szrenica mountain in years 2018–2020

## Wiatr

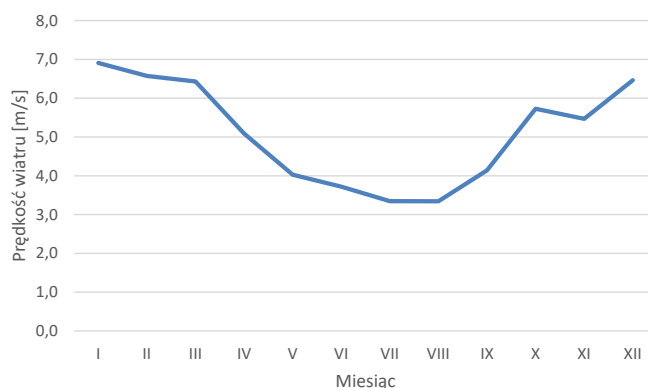
Średnia roczna prędkość wiatru na Szrenicy w latach 2018–2020 wyniosła 5,1 m/s. W półroczu zimowym średnia prędkość była znacznie większa niż w półroczu ciepłym. Wiosną i latem średnia z analizowanego okresu wynosiła 4,3 m/s, natomiast jesienią i zimą 5,8 m/s. Średnia prędkość w poszczególnych latach nieco różniła się od siebie. W roku 2018 wiatr wiał z prędkością 4,8 m/s, rok później prędkość była znacznie większa (5,4 m/s), a w ostatnim z analizowanych lat wyniosła 5,1 m/s (tab. 5). Największa prędkość wystąpiła zimą 2019/2020 (6,9 m/s). Latem była ona najmniejsza (w 2018 – 3,2 m/s, w kolejnych latach 3,6 m/s). Wiosna i jesień podobnie – w 2018 odpowiednio 5,2 i 5,0 m/s, w 2019 – 5,7 i 5,5 m/s, w roku ostatnim nieco mniej (4,7 i 4,9 m/s). Największa zanotowana prędkość wiatru wystąpiła 6 grudnia 2020 r. i wyniosła rekordowe 18,6 m/s. Natomiast prędkość najniższą (1,4 m/s) zanotowano nie w miesiącu letnim, a jesienią – dokładnie 14 września 2018 roku.

Tab. 5. Średnia sezonowa i roczna prędkość wiatru (m/s) na Szrenicy w latach 2018–2020

Tab. 5. Average seasonal and annual wind speed (m/s) on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Rok	Zima	Wiosna	Lato	Jesień	Rok
2018	6,7	5,2	3,2	5,0	4,8
2019		5,7	3,6	5,5	5,4
2020	6,9	4,7	3,6	4,9	5,1

Miesiącem o najwyższych średnich prędkościach wiatru był styczeń (6,9 m/s) (ryc. 5). Niewiele mniej, bo o 0,3 m/s, odnotowano w lutym i o 0,4 m/s mniej w grudniu. Natomiast miesiącami o prędkościach najniższych były lipiec i sierpień (w obu przypadkach 3,3 m/s). Prędkość o 0,4 m/s większa od tej odnotowanej w miesiącach wymienionych jako najmniej wietrzne wystąpiła w czerwcu.



Ryc. 5. Średnia prędkość wiatru (m/s) na Szrenicy w latach 2018–2020

Fig. 5. Average monthly wind speed (m/s) on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Szczyty górskie charakteryzują się częstymi zmianami prędkości wiatru. Najczęściej prędkościami wiatru były te z zakresu 2,1–5,0 m/s (tab. 6). Odnotowane zostały w ponad połowie przypadków (52,2%). Kolejno najczęstszymi prędkościami były te z przedziału 5,1–10,0 m/s, które wystąpiły w 35,6% przypadków. Następnie częstość występowania prędkości wiatru z poszczególnych przedziałów była znacznie niższa. Prędkości z przedziału 0–2,0 m/s wystąpiły zaledwie w 6,1% spośród wszystkich analizowanych dni, a prędkości z przedziału 10,1–15,0 rzadziej o 0,4%. Prędkości najwyższe (>15 m/s) zanotowano najrzadziej, a liczba takich przypadków nie przekroczyła 0,5%. Cisza na Szrenicy nie została odnotowana.

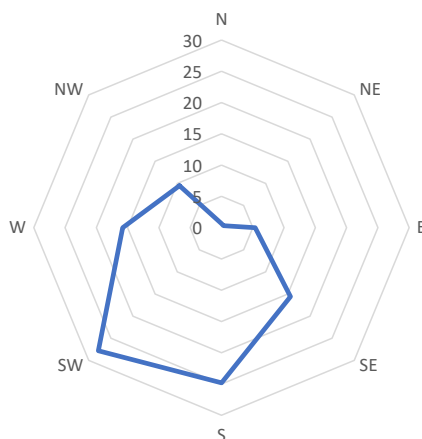
Tab. 6. Struktura kierunkowo-prędkościowa wiatru na Szrenicy w latach 2018–2020  
Tab. 6. Structure of direction and speed of wind on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Kierunek	Przedziały prędkości [m/s]					Σ
	0,0–2,0	2,1–5,0	5,1–10,0	10,1–15,0	>15,0	
N	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,6
NE	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,5
E	0,8	3,8	0,7	0,0	0,0	5,3
SE	2,3	9,4	2,5	1,2	0,3	15,7
S	1,9	11,2	9,8	1,8	0,1	24,8
SW	0,7	11,6	13,7	1,8	0,0	27,8
W	0,3	8,8	6,0	0,7	0,0	15,8
NW	0,1	6,4	2,8	0,2	0,0	9,5
C	–	–	–	–	–	0,0
Σ	6,1	52,2	35,6	5,7	0,4	100,0

Objaśnienia: wartości w tabeli w %

Explanations: values in the table in %

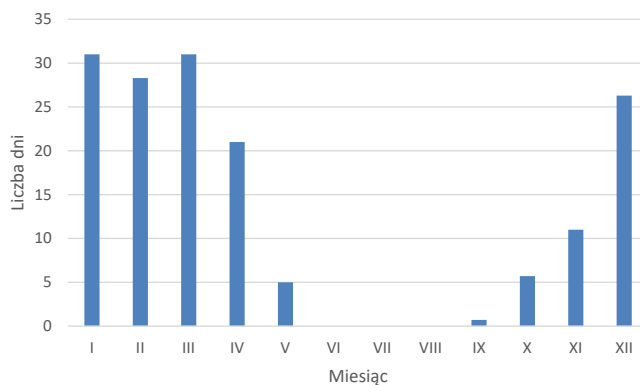
Przeważającym kierunkiem wiatru na stacji ZMŚP na Szrenicy jest kierunek południowo-zachodni. Odnotowywany on był w ciągu 305 dni spośród analizowanych lat (ryc. 6). Oznacza to, iż średnio co trzeci przypadek spośród analizowanych został opisany jako południowo-zachodni. Nieco rzadziej występującym, jednak istotnym, był kierunek południowy, który pojawił się w ciągu 272 dni (24,8% przypadków). W zbliżonej do siebie częstości występowania odnotowano wiatr z kierunku południowo-wschodniego oraz zachodniego (odpowiednio: 171 i 173 razy). Rzadszy był kierunek północno-zachodni (9,5% przypadków). Sporadyczny był wiatr z kierunków północnego oraz północno-wschodniego. Wiatr z kierunku północnego stanowi 0,6% spośród analizowanych przypadków, a odnotowany najrzadziej był wiatr z kierunku północno-wschodniego (5 razy).



Ryc. 6. Częstość (%) występowania poszczególnych kierunków wiatru na Szrenicy w latach 2018–2020  
 Fig. 6. Frequency (%) of occurrence of particular directions of wind on the Szrenica mountain in years 2018–2020

## Pokrywa śnieżna

Pokrywa śnieżna na stacji ZMŚP na Szrenicy w latach 2018–2020 występowała średnio przez 160 dni w ciągu roku. Latem śnieg na Szrenicy nie został zanotowany (ryc. 7). Miesiącem o najwyższej średniej liczbie dni z pokrywą śnieżną w analizowanym okresie był styczeń, luty oraz marzec. W ciągu tych trzech miesięcy pokrywa śnieżna była notowana codziennie. Pokrywa śnieżna występowała często także w grudniu (26 dni) oraz w kwietniu (21 dni). Natomiast najmniejsza liczba dni z pokrywą śnieżną spośród miesięcy, w których ona wystąpiła, był wrzesień (jeden dzień). W maju i październiku tych dni było pięć oraz sześć, a w listopadzie jedenaście.



Ryc. 7. Średnia miesięczna liczba dni z pokrywą śnieżną na Szrenicy w latach 2018–2020  
 Fig. 7. Average monthly number of days with snow cover on the Szrenica mountain in years 2018–2020

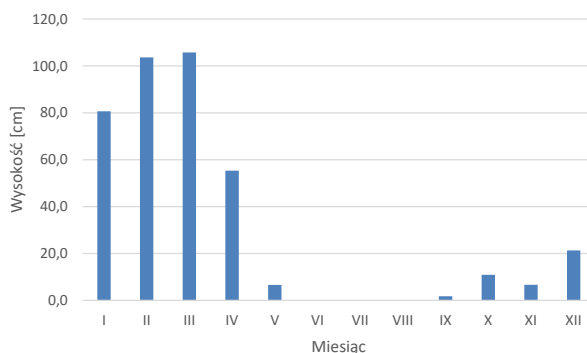
Okres potencjalnego występowania pokrywy śnieżnej w sezonie zimowym 2018/2019 rozpoczął się 19 listopada 2018, a zakończył 26 kwietnia 2019 roku (tab. 7). Jedyńm dniem w tym okresie, w którym pokrywa śnieżna nie została odnotowana, był 4 grudnia 2019 roku. W sezonie zimowym 2019/2020 pokrywa śnieżna występowała krócej niż w sezonie poprzednim – od 29 listopada 2019 do 24 kwietnia 2020 roku. W tym okresie pokrywa śnieżna nie została odnotowana dwukrotnie – 20 i 21 grudnia 2019 roku. Łącznie w roku 2018 dni z pokrywą śnieżną było 150, w 2019 – 166, a w 2020 – 164 dni.

Tab. 7. Dаты zakończenia i rozpoczęcia występowania pokrywy śnieżnej na Szrenicy w latach 2018–2020

Tab. 7. Dates of beginning, end and duration of snow cover on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Sezony zimowe	Początek	Koniec	Czas trwanie
2018/2019	19 listopada	26 kwietnia	158 dni
2019/2020	29 listopada	24 kwietnia	146 dni

Średnia wysokość pokrywy śnieżnej z analizowanego okresu wyniosła 66,3 cm. W czerwcu, lipcu oraz sierpniu w latach 2018–2020 na Szrenicy śniegu nie zanotowano ani razu. Największa średnia wysokość pokrywy śnieżnej wystąpiła w marcu (105,7 cm) (ryc. 8). Niewiele mniejsza była w lutym (103,7 cm). Powyżej 80 cm wyniosła średnia miąższość pokrywy śnieżnej w styczniu. Kwiecień jest ostatnim miesiącem, w którym średnia wysokość wyniosła powyżej 50 cm (55,3 cm). Charakterystycznym miesiącem był grudzień, w którym średnia liczba dni z pokrywą śnieżną wynosiła aż 26, podczas gdy jej średnia wysokość wynosiła zaledwie 21,3 cm. Najmniejsza miąższość pokrywy śnieżnej (spośród miesięcy z opadem śniegu) wystąpiła we wrześniu (1,8 cm). Średnie wysokości pokrywy w poszczególnych latach były zróżnicowane. W roku 2018 było to 70,5 cm, w 2019 wartość najwyższa – 84 cm, a w 2020 zaledwie 44,5 cm. Maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej w latach 2018–2020 wystąpiła 16 marca 2019 roku (152 cm).



Ryc. 8. Średnia miesięczna wysokość pokrywy śnieżnej (cm) na Szrenicy w latach 2018–2020

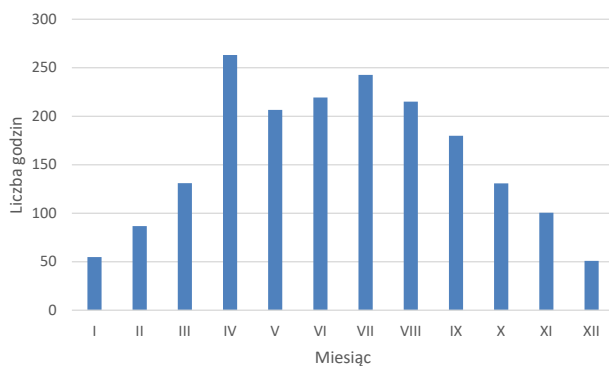
Fig. 8. Average monthly snow cover depth (cm) on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Wskaźnik śnieżności zim wykorzystuje się do określenia charakteru warunków śnieżnych. Do jego obliczenia wykorzystano wzór Paczosa (1982). Zimy z analizowanego okresu zaklasyfikowane zostały w dwóch kategoriach. Zima z lat 2018/2019 ze wskaźnikiem o wartości 6,1 została zaklasyfikowana jako śnieżna. Zimą 2019/2020 ze wskaźnikiem śnieżności o wartości 5,5 uznano za umiarkowanie śnieżną.

## Usłonecznienie

Średnia roczna suma usłonecznienia na Szrenicy w latach 2018–2020 wyniosła 1881 godzin. Średnio najwięcej godzin ze słońcem odnotowano w roku 2018 (1978 godzin), kolejno w 2019 (1878 godzin), a najmniej w ostatnim z analizowanych lat (1788 godzin).

Przebieg średnich miesięcznych sum usłonecznienia związany jest z porami roku. Zimą tych godzin jest najmniej, wiosną ich liczba wzrasta, latem godzin ze słońcem jest najwięcej, po czym na jesień ich liczba się zmniejsza. Na Szrenicy miesiącem o najwyższych średnich sumach usłonecznienia nie był jednak miesiąc letni. W kwietniu tych godzin odnotowano 263 (ryc. 9). Następnymi miesiącami o wysokich sumach były już miesiące letnie, odpowiednio: lipiec (243 godziny), czerwiec (219 godzin) i sierpień (215 godzin). Średnia miesięcy wiosennych jest wysoka, dzięki dużej liczbie godzin ze słońcem w kwietniu, jednak w maju także było ich ponad 200. Natomiast w marcu było ich już zdecydowanie mniej (131 godzin). Jesienią średnia miesięczna odnotowana została między 101 a 180 godzin (najwięcej w październiku, najmniej w listopadzie). W styczniu i grudniu liczba godzin ze słońcem wyniosła odpowiednio 55 i 51 godzin, a w lutym 87 godzin.



Ryc. 9. Średnie miesięczne sumy usłonecznienia (h) na Szrenicy w latach 2018–2020

Fig. 9. Average monthly sum of sunshine (h) on the Szrenica mountain in years 2018–2020

Dzień, w którym godzin ze słońcem było najwięcej, przypadł na 29 czerwca 2019 roku (15 godzin). Najwięcej dni, podczas których usłonecznienie było zero-



we przez cały dzień, zanotowano w roku 2019 (79 dni). W latach 2018 i 2020 dni bez dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego było 71.

## DYSKUSJA WYNIKÓW I PODSUMOWANIE

W związku z postępującymi zmianami klimatu na obszarach górskich, szczególnie wrażliwych na te zmiany, obserwuje się również wahania poszczególnych elementów meteorologicznych. Dotyczy to głównie temperatury powietrza, gdyż w porównaniu do pozostałych elementów klimatu wyniki mogą być rozbieżne (Błażejczyk 2019).

Wartości średniej rocznej temperatury powietrza były w poszczególnych latach zbliżone, a jako że Szrenica jest szczytem górskim, temperatury minimalne na niej odnotowywane były bardzo niskie (rekordowa minimalna temperatura wyniosła poniżej  $-22^{\circ}\text{C}$ ). Najwięcej dni charakterystycznych to dni mroźne (średnio 88 dni w ciągu roku) oraz przymrozkowe (średnio 73 dni w ciągu roku). W latach 1961–1990 średnia roczna temperatura powietrza na Szrenicy wynosiła  $1,9^{\circ}\text{C}$ , a średnia roczna suma opadów 1421 mm (Gramsz i in. 2010). Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że w latach 2018–2020 średnia roczna temperatura powietrza wyniosła  $4,0^{\circ}\text{C}$ . Średnia suma opadów atmosferycznych była niższa w analizowanym okresie, w porównaniu do wspomnianego okresu 1961–1990, o ponad 170 mm (1245,8 mm). Sumy opadów były wyższe od średnich dla kraju, w związku z wysokością, na jakiej znajduje się omawiana stacja, jednak w przebiegu rocznym widać wyraźne wahania z miesiąca na miesiąc (od 37,1 mm w miesiącu o najmniejszej sumie opadu, czyli w lutym, do 163,9 mm w miesiącu o najwyższej sumie opadu, tj. w październiku). Im suma opadu była wyższa, tym opad o danej intensywności był rzadziej odnotowywany.

Na Szrenicy dni z prędkością wiatru  $>8$  m/s w latach 1971–2000 stanowiły 58% dni roku, najczęściej występując od października do marca z maksimum w styczniu (Szczepankiewicz-Szmyrka i Mielcarek 1997). Gorsze warunki wietrzne (większa liczba dni z podaną prędkością wiatru) występowały jedynie na Śnieżce, gdzie częstość dni z dużą prędkością wiatru wynosiła ponad 70%. W latach 2018–2020 dni o takiej prędkości wiatru stanowiły na Szrenicy średnio 15% dni w ciągu roku, więc nie były to lata bardzo wietrzne.

Prędkość wiatru na obszarach górzystych jest pod względem meteorologicznym wyjątkowo charakterystyczna. Wzrasta ona na wierzchołkach przez uwarunkowania orograficzne. Na Szrenicy te oddziaływania są wzmożone przez południowo-zachodni układ pasma Sudetów, co powodowało, że prędkości wiatru były tam bardzo wysokie, średnio 5,1 m/s. Przeważającym kierunkiem wiatru był więc kierunek południowo-zachodni. Na szczycie Śnieżki, znajdującej się, tak jak Szrenica, w najwyższym paśmie górskim Sudetów, średnia prędkość wiatru zano-

towana w latach 1951–2015 wynosiła aż 12,2 m/s (Błażejczyk 2019). Natomiast średnia roczna prędkość wiatru na Szrenicy w latach 1961–2011 wynosiła 9,5 m/s (Sobik i in. 2019). Podczas analizy warunków anemometrycznych w pozostałych górskich stacjach Europy ustalono, iż Karkonosze zaliczyć należy do najbardziej wietrznych gór w kontynentalnej części Europy. Spowodowane jest to ułożeniem grzbietu górskiego, który nie jest aż tak zwarty, przez co wiatr z większą łatwością opływa przeszkodę orograficzną (Błaś i Sobik 2005). Sudety leżą w pasie wiatrów zachodnich, więc kierunek ten i pokrewne będą występowały najczęściej. Jednak w analizowanym okresie 2018–2020 średnia roczna prędkość wiatru była znacznie mniejsza (5,1 m/s).

Pokrywa śnieżna na terenach górskich jest zjawiskiem powszechnym. Na Szrenicy podczas analizowanych trzech lat nie wystąpiła ona jedynie w miesiącach letnich, a w pozostałych osiągała niekiedy miąższość powyżej 1 metra. Pod względem śnieżności, zimy na Szrenicy z lat 2018–2020 zostały zaklasyfikowane jako śnieżna i umiarkowanie śnieżna. Dla porównania, wskaźniki śnieżności poszczególnych zim w Warszawie z lat 1978/79–2009/10 miały wartości poniżej 5,00 (Majewski i in. 2011), co oddaje charakter stacji położonej w pasie nizin. Natomiast na obszarze górskim znajduje się stacja w Lalikach w zachodniej części Beskidów Zachodnich, która charakteryzuje się wczesnym rozpoczęciem i późnym zakończeniem okresu występowania pokrywy śnieżnej (Dyszy i Szyga-Pluta 2020). Średni wskaźnik śnieżności zim w sezonach zimowych od 1991/1992 do 2019/2020 wyniósł tam 6,0, klasyfikując te zimy do śnieżnych, podobnie jak na Szrenicy.

Średnia roczna suma usłonecznienia na Szrenicy w latach 2018–2020 wyniosła 1881 godzin. W Polsce średnia roczna suma usłonecznienia w latach 1951–1975 wyniosła tylko 1526 godzin (Kuczmański 1990). Jednak w latach 2010–2018 średnia dla kraju wynosiła około 1900 godzin (Marsz i Styszyńska 2021). Miesiącem, w którym suma usłonecznienia była największa, okazał się w analizowanym okresie kwiecień, jednak nie stanowi to reguły dla obszarów górskich. Na Hali Gąsienicowej, w Tatrach, w latach 1980–1999 kwiecień był miesiącem, w którym liczba dni pochmurnych była średnio w roku najwyższa. Natomiast minimum dni z pełnym zachmurzeniem przypadał na lipiec (Błażejczyk i in. 2013). Na Szrenicy w latach 1961–1965 miesiącami o największym zachmurzeniu był listopad oraz miesiące od lutego do maja, co spowodowane było większą przewagą adwekcji mas powietrza polarnomorskiego z kierunków południowo-zachodniego i zachodniego (Sobik i in. 2019). Skoro w latach 2018–2020 kwiecień był miesiącem z najmniejszym zachmurzeniem, może to świadczyć o mniejszej adwekcji wspomnianych mas powietrza w tych latach.

Ciśnienie na Szrenicy było niższe niż ciśnienie normalne o prawie 150 hPa (ponownie powodem jest głównie wysokość stacji nad poziomem morza), jednak różnice w poszczególnych miesiącach nie były znaczące.

W związku z postępującymi zmianami klimatu, które obserwowane są obecnie, zauważalny jest także ich wpływ na poszczególne elementy meteorologiczne. Miejsca takie jak obszary górskie są na te zmiany szczególnie wrażliwe. Wyniki

uzyskane w analizach przebiegu temperatury, opadów, ciśnienia, prędkości wiatru, wysokości pokrywy śnieżnej czy usłonecznienia mogą być w kolejnych latach zupełnie inne, a tendencje, które przewiduje się w przyszłości, mogą się zmienić. Coraz częściej można będzie także spodziewać się zjawisk ekstremalnych czy anomalii pogodowych, dlatego tak ważne jest, aby owych zmian człowiek dodatkowo nie potęgował.

## LITERATURA

- Błaś M., Migąła K., 2011: *Karkonoska Stacja Meteorologiczna Uniwersytetu Wrocławskiego na Szrenicy*, [w:] M. Klimek, K. Krzemiń (red.), *Polskie Terenowe Stacje Geograficzne*. IGiGP UJ, Kraków, ISBN 978-83-88424-70-0, 111–112.
- Błaś M., Sobik M., 2005: *Osobliwości klimatu Karkonoszy i Gór Izerskich*, [w:] K. Krzemiń, J. Trepińska, A. Bokwa (red.), *Rola stacji terenowych w badaniach geograficznych*. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 109–121.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Błażejczyk A., Szmyd J., 2013: *Klimat i bioklimat Hali Gąsienicowej*, [w:] Z. Rączkowska, A. Kotarba (red.), *Dolina Suchej Wody w Tatrach*. Środowisko i jego współczesne przemiany, Prace Geograficzne, 239, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa, 67–95.
- Błażejczyk K., 2019: *Sezonowa i wieloletnia zmienność niektórych elementów klimatu w Tatrach i Karkonoszach w latach 1951–2015*. *Prz. Geogr.*, 91, 1, 41–62.
- Dygulska A., Perlińska E., 2015: *Mapa wietrzności Polski*. Akademickie Centrum Czystej Energii, Projekt Czysta Energia POKL.04.01.02-00-046/11-00, Słupsk.
- Dyszy W., Szyga-Pluta K., 2020: *Pokrywa śnieżna w zachodniej części Beskidów Zachodnich*. *Bad. Fizj., Geografia Fizyczna* 71, 7–23.
- Głowicki B., 2001: *Zmienność rocznego cyklu termicznego na Śnieżce w XX wieku*. *Pr. i Studia Geogr.*, 29, 121–125.
- Gramsz R., Potocka J., Kociánová M., 2010: *Istotne cechy klimatu Karkonoszy w porównaniu z północną Skandynawią wzdłuż profilu Andøya – Kiruna*. *Opera Corcontica*, 47, 29–54.
- Kondracki J., 2000: *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kossowska-Cezak U., 2014: *Zmiany wieloletnie liczby termicznych dni charakterystycznych w Warszawie (1951–2010)*. *Pr. Geogr.*, 136, 9–30.
- Kuczmański M., 1990: *Usłonecznienie Polski i jego przydatność dla helioterapii*. *Dok. Geogr.*, 4.
- Łoboda J., Migoń P., 2005: *Główne kierunki badań geograficznych ośrodka wrocławskiego*. Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Uniwersytet Wrocławski, Wydawnictwo GAJT, 5–6.
- Majewski G., Gołaszewski D., Przewoźniczuk W., Rozbicki T., 2011: *Warunki termiczne i śnieżne zim w Warszawie w latach 1978/79–2009/10*. *Prace i Studia Geograficzne*, 47, 147–155.
- Marsz A., Styszyńska A., 2021: *Zmiany usłonecznienia rzeczywistego w Polsce i ich przyczyny (1966–2018)*. *Pr. Geogr.*, 165, 23–52.
- Paczos S., 1982: *Stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce*. Rozprawa habilitacyjna, UMCS, Lublin.
- Sobik M., Błaś M., Migąła K., Godek M., Nasiółkowski T., 2019: *Klimat*, [w:] R. Knapik, P. Migoń, A. Raja (red.), *Przyroda Karkonoskiego Parku Narodowego, Karkonoski Park Narodowy*, Jelenia Góra, 147–186.

- Szczepankiewicz-Szmyrka A., Mielcarek A., 1997: *Bioclimatic conditions in subalpine zone of Karkonosze Mts.* Acta Universitatis Wratislaviensis, 1950, Prace Instytutu Geograficznego, Seria C, Meteorologia i Klimatologia, 4, Wrocław, 95–101.
- Trepińska J., 2002: *Górskie klimaty.* Wydawnictwo Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Woś A., 1993: *Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody.* Zeszyty Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, 20.
- Wójcik R., Miętus M., 2014: *Niektóre cechy wieloletniej zmienności temperatury powietrza w Polsce (1951–2010).* Prz. Geogr. 86, 3, 339–364.
- Wyszkowski A., 2010: *Przewodnik do ćwiczeń terenowych z meteorologii i klimatologii.* Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.