

POKRYWA ŚNIEŻNA W ZACHODNIEJ CZĘŚCI BESKIDÓW ZACHODNICH

WIKTORIA DYSZY, 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: *Snow cover in the western part of the Western Beskids.* The work presents the occurrence of snow cover in the western part of the Western Beskids in the years 1991–2020. We have analysed data from climate research stations of the IMGW-PIB located in Brenna, Laliki, Zawoja, Radziechowy (1991–2007)/Nowy Dwór (2008–2020). We calculated the number of days with snow cover for each winter seasons, the number of days with permanent snow cover, the potential duration of snow cover and the sum of seasonal snow cover thicknesses. The snowiness classes of Chrzanowski winters and the snowiness index of Paczos were determined from the sums of the thickness of the snow cover. The snowiest season was the 2005/06 winter season, while the thinnest snow cover was observed in the 2013/14 season. There are clear relationships between the height above sea level and the time of snow cover occurrence, as well as its thickness.

Keywords: snow cover, snowiness of winters, number of days with snow cover, Western Beskids

WSTĘP

Pokrywa śnieżna jest ważnym elementem wpływającym na stosunki wodne, ochronę roślin w czasie ujemnej temperatury oraz ograniczenie wymiany ciepła pomiędzy powierzchnią gruntu a atmosferą. Opad śniegu zależy od warunków atmosferycznych, w szczególności od temperatury. Na występowanie i długość zalegania pokrywy śnieżnej ma wpływ wiele czynników. Jednym z nich jest wysokość nad poziomem morza. Wpływa ona zarówno na grubość, jak i na daty pojawienia się i zaniku pokrywy śnieżnej. Na każde 100 m wysokości pokrywa śnieżna pojawia się wcześniej o 4–5 dni, zanikając na wiosnę o 3–4 dni później (Trepieńska 2002 za: Kożuchowski 2012). Hess (1965 za: Kożuchowski 2012) wskazuje, że na każde 100 m wysokości liczba dni z pokrywą śnieżną zwiększa się o 9 dni. Wraz ze wzrostem wysokości przesuwają się również daty występowania najgrubszej pokrywy śnieżnej (Trepieńska 2002 za: Kożuchowski 2012). Na kształtowanie się pokrywy śnieżnej wpływa orografia, pokrycie terenu oraz ekspozycja wraz z nachyleniem stoków. Zwiększone opady występują na stronie dowietrznej. Zimy w Polsce charakteryzują się nieciągłością w występowaniu pokrywy śnieżnej. Z tego względu, aby móc rozpatrywać dane

dotyczące pokrywy śnieżnej, należy uwzględnić zarówno rzeczywisty, jak i potencjalny czas jej zalegania (Woś 1999).

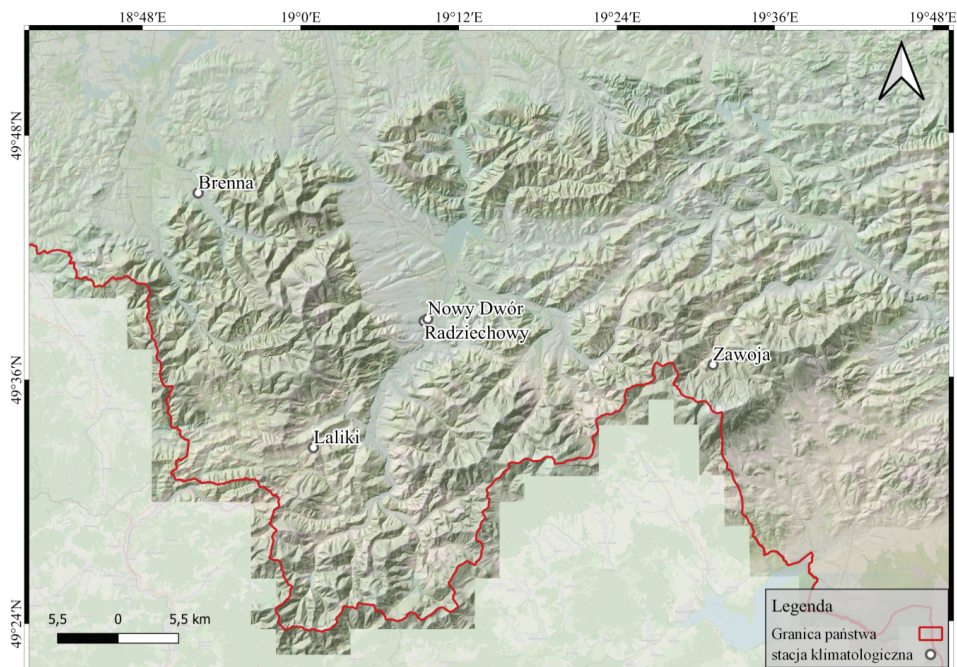
Szczegółowego przeglądu publikacji dotyczących pokrywy śnieżnej w Polsce w latach 1880–2017 dokonali Falarz i in. (2018). W Polsce występowanie i grubość pokrywy śnieżnej przeanalizowała Czarnecka (2012), wyłączając obszary górskie. Falarz (2007) dokonała analizy potencjalnego czasu występowania pokrywy śnieżnej na terenie całej Polski, biorąc po uwagę również obszary górskie. Franczak (2018) analizował dobowe pomiary grubości pokrywy śnieżnej ze stacji IMGW-PIB w Zawoi (masyw Babiej Góry) w latach 1960/1961–2014/2015. W Beskidzie Śląskim Kozak i Łepko (2015) badali pokrywę śnieżną w profilu Szczyrk–Hala Jaworzyna–Skrzyczne. Zakres danych obejmował sezony zimowe 1999–2009. Innymi obszarami górskim zajmowali się Falarz (2002), Urban (2015), Leszczak i in. (2011). Bednorz (2006) w swojej pracy analizowała korelację liczby dni z pokrywą śnieżną z indeksem Oscylacji Północnoatlantyckiej (North Atlantic Oscillation) oraz oddziaływanie cyrkulacji Wschodnioatlantyckiej (East Atlantic) i Wschodnioeuropejskiej (East Atlantic/Western Russia).

Celem niniejszej pracy jest porównanie parametrów związanych z grubością oraz rzeczywistym i potencjalnym okresem występowania pokrywy śnieżnej w latach 1991–2020 na czterech stacjach klimatologicznych należących do Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB): Brenna, Laliki, Zawoja, Radziechowy/Nowy Dwór, położonych w zachodniej części Beskidów Zachodnich.

OBSZAR, DANE ŹRÓDŁOWE I METODY BADAŃ

Obszar badań obejmuje zachodnią część Beskidów Zachodnich. Stacja Brenna należy do mezoregionu (wg Kondrackiego [1998]) – Beskid Śląski, Laliki to Międzygórze Jabłonkowsko-Koniakowskie, Zawoja to Beskid Żywiecko-Orawski, stacje Radziechowy i Nowy Dwór znajdują się w obrębie Kotliny Żywieckiej (ryc. 1).

Charakterystyka lokalizacji stacji została przedstawiona w tab. 1. Beskid Śląski (stacja Brenna) to obszar położony pomiędzy doliną Olzy na zachodzie, doliną Soły, Kotliną Żywiecką i Bramą Wilkowicką na wschodzie. Część północna składa się z dwóch południkowo rozciągniętych pasm. Beskid Śląski eksponowany jest na napływające od północnego zachodu powietrze polarno-morskie, z czym związane są duże sumy opadów atmosferycznych w miesiącach zimowych (Kondracki 1998).



Ryc. 1. Obszar badań, źródło: opracowane w programie QGIS na podstawie warstw Open Street Maps, Hipsometria dynamiczna (Geoportal), cieniowanie w siatce 1 x 1 m (Geoportal)

Fig. 1. Study area, source: developed in QGIS based on Open Street Maps layers, dynamic hypsometry (Geoportal), shading in 1 x 1 m grid (Geoportal)

Tabela 1. Położenie stacji
Table 1. Location of stations

Nazwa stacji	Wysokość w m n.p.m.	Współrzędne geograficzne	
		Szerokość	Długość
Brenna	350	49°45'12,6" N	18°52'14,7" E
Laliki	680	49°32'41,4" N	19°00'57,8" E
Zawoja	697	49°36'42,3" N	19°31'07,2" E
Radziechowy	395	49°38'54,6" N	19°09'19,7" E
Nowy Dwór	387	49°39'01,0" N	19°09'36,0" E

Źródło: wysokość stacji IMGW-PIB, współrzędne stacji paczka R Climate.

Kotlina Żywiecka (stacje: Radziechowy, Nowy Dwór) jest obniżeniem śródgórskim pomiędzy Beskidem Śląskim na zachodzie, Beskidem Małym na północy, Beskidem Makowskim na północnym wschodzie oraz Beskidem Żywieckim na południowym wschodzie. Ukształtowanie Kotliny Żywieckiej sprzyja powstawaniu zastoisk zimnego powietrza oraz długim okresom przymrozkowym

(Kondracki 1998). W Żywcu 11.02.1929 r. odnotowano jedną z najniższych wartości temperatury powietrza w Polsce $-40,6^{\circ}\text{C}$ (meteoamodel.pl). Stacja w Zawoi znajduje się u podnóża najwyższego szczytu Beskidów Zachodnich – Babiej Góry (1725 m). Według Kondrackiego (1998), ośnieżenie Babiej Góry jest silne i długotrwałe (5–6 miesięcy). Babia Góra stanowi barierę orograficzną od południa dla stacji w Zawoi. Stacja ta posiada północną ekspozycję, dzięki czemu, jak podaje Hess (1965 za: Woś 1999), suma opadów w ciągu roku wynosi 1100 mm (dane z okresu 1952–1961). Laliki to stacja znajdująca się na terenie Międzygórza Jabłonkowsko-Koniakowskiego, które od północy graniczy z Beskidem Śląskim, od wschodu z Beskidem Orawsko-Żywieckim, od południa z Beskidem Żywiecko-Kysuckim. Obszar, na którym znajduje się stacja w Lalikach, jest górzysty.

Do analizy pokrywy śnieżnej w niniejszej pracy wykorzystane zostały dane pochodzące z czterech stacji klimatologicznych IMGW-PIB: Brenna, Laliki, Zawoja, Radziechowy (1991–2007) / Nowy Dwór (2008–2020). Stacja Radziechowy została przeniesiona do Nowego Dworu. Zakres danych obejmuje pomiary dobowe z sezonów zimowych 1991/1992–2019/2020. W zbiorach danych występują braki w pomiarach. Stacja Brenna nie zawiera zapisu z listopada 1997 roku, stacja Laliki z 11–13 października 2004 r., na stacji w Zawoi brakuje danych od listopada 2019 roku do kwietnia 2020 r., stacja Radziechowy nie ma danych za listopad–grudzień 2007.

Według definicji pokrywy śnieżnej ze *Słownika tematycznych terminów meteorologicznych* (Zawiślak 2010), pokrywa śnieżna występuje wtedy, gdy śnieg zalegający na powierzchni ziemi ma co najmniej 0,5 cm grubości. Wysokość pokrywy śnieżnej podawana jest z dokładnością do jednego centymetra, pomiary wykonywane są raz na dobę o godzinie 06:00 GMT. Liczba dni z pokrywą śnieżną została obliczona na podstawie przyjętego założenia, że za dzień z pokrywą śnieżną uznaje się dzień, kiedy grubość pokrywy śnieżnej była większa od 0 cm. Dni z trwałą pokrywą śnieżną to te okresy, w których śnieg utrzymywał się co najmniej przez pięć dni bez przerw w jego ciągłości (Lorenc 1964). Okres występowania pokrywy śnieżnej wyznaczono poprzez znalezienie pierwszego i ostatniego dnia z pokrywą śnieżną w danym sezonie. Wyznaczanie tych dni pozwoliło na określenie średniej daty początku i końca okresu występowania pokrywy śnieżnej dla poszczególnych stacji oraz obliczenie potencjalnego czasu występowania pokrywy śnieżnej dla każdego z sezonów zimowych. Do potencjalnego okresu występowania pokrywy śnieżnej wliczają się zarówno dni z pokrywą śnieżną, jak i dni bezśnieżne. Dobowe dane dotyczące grubości pokrywy śnieżnej pozwoliły na obliczenie sum oraz średniej grubości pokrywy śnieżnej dla wszystkich sezonów zimowych badanego okresu. Sumy miąższości pokrywy śnieżnej wykorzystane zostały do sklasyfikowania sezonów zimowych według klasyfikacji Chrzanowskiego (1988), którą przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2. Klasyfikacja grubości pokrywy śnieżnej dla sezonu zimowego (Chrzanowski 1988)
 Table 2. Classification of snow depth for winter season (Chrzanowski 1988)

Klasa	Zima	Grubość pokrywy śnieżnej [cm]
1	bardzo mało śnieżna	mniejsza od 100
2	mało śnieżna	od 101 do 500
3	umiarkowanie śnieżna	od 501 do 1000
4	śnieżna	od 1001 do 1500
5	bardzo śnieżna	od 1501 do 2500
6	niezwykle śnieżna	powyżej 2500

Ponadto obliczono wskaźnik śnieżności zim (W_{sn}) Paczosa (1982) przedstawiony poniżej:

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

gdzie:

- W_{sn} – wskaźnik śnieżności zim przedstawiony za pomocą wartości od 0 do 10,
- d_{ps} – liczba dni z pokrywą śnieżną o grubości > 1 cm,
- d_{ps20} – liczba dni z pokrywą śnieżną o grubości > 20 cm,
- S_h – suma wysokości pokrywy śnieżnej w cm.

WYNIKI

Okres występowania pokrywy śnieżnej

Sezon zimowy na obszarze badań w latach 1991–2020 trwał od października do kwietnia. Jedynie na stacji Laliki w sezonie 2017/2018 okres występowania pokrywy śnieżnej zakończył się 14 maja – jest to najpóźniejsza data zakończenia występowania pokrywy śnieżnej spośród wszystkich stacji w analizowanym wieloleciu (tab. 3). Najwcześniejsza data rozpoczęcia okresu występowania pokrywy śnieżnej przypadła na 1 października w 1995 r. również w Lalikach. Średnia data rozpoczęcia okresu występowania pokrywy śnieżnej dla wszystkich stacji to 13 listopada, koniec przypada na 1 kwietnia. Na stacji w Brennej najwcześniej zaobserwowana pokrywa śnieżna wystąpiła 15 października 2009 roku. Najpóźniej okres występowania pokrywy śnieżnej rozpoczął się 5 stycznia 2015 roku. Jest to najpóźniejsza odnotowana data spośród wszystkich stacji. Średnia data rozpoczęcia okresu z pokrywą śnieżną przypada na 7 listopada. Najwcześniejszą datę zakończenia okresu z pokrywą śnieżną odnotowano 8 lutego 2019 roku. Najpóźniej okres ten zakończył się 21 kwietnia w 2017 roku. Średnia data zaniku pokrywy śnieżnej w Brennej przypada na 28 marca.

Tabela 3. Daty początku i końca występowania pokrywy śnieżnej (1991/1992–2019/2020)
Table 3. Start and end dates of snow cover (1991/1992–2019/2020)

Sezon zimowy	Brenna		Laliki		Zawoja		Radziechowy/ Nowy Dwór	
	początek	koniec	początek	koniec	początek	koniec	początek	koniec
1991/1992	18 lis	06 kwi	23 paź	07 kwi	23 paź	21 kwi	04 gru	30 mar
1992/1993	19 paź	05 kwi	19 paź	05 kwi	14 lis	08 kwi	06 gru	01 kwi
1993/1994	17 lis	08 kwi	17 lis	10 kwi	17 lis	10 kwi	21 lis	07 kwi
1994/1995	10 paź	14 kwi	19 lis	14 kwi	08 paź	18 kwi	15 gru	14 kwi
1995/1996	04 lis	16 kwi	01 paź	17 kwi	03 lis	17 kwi	05 lis	17 kwi
1996/1997	25 lis	21 kwi	27 lis	24 kwi	28 lis	24 kwi	20 gru	17 kwi
1997/1998	27 paź	13 kwi	16 paź	15 kwi	27 paź	30 mar	27 paź	23 mar
1998/1999	18 lis	17 mar	17 lis	25 mar	16 lis	18 mar	18 lis	01 mar
1999/2000	18 lis	22 mar	15 lis	09 kwi	17 lis	09 kwi	18 lis	22 mar
2000/2001	27 gru	04 mar	16 gru	17 kwi	17 gru	16 kwi	17 gru	15 kwi
2001/2002	23 lis	07 kwi	21 lis	08 kwi	21 lis	08 kwi	23 lis	07 kwi
2002/2003	18 gru	10 kwi	10 lis	14 kwi	10 lis	12 kwi	19 gru	10 kwi
2003/2004	16 gru	30 mar	27 paź	30 mar	07 gru	08 kwi	07 gru	28 mar
2004/2005	21 lis	18 mar	20 lis	10 kwi	14 lis	30 mar	21 lis	18 mar
2005/2006	19 lis	06 kwi	18 lis	12 kwi	19 lis	07 kwi	20 lis	06 kwi
2006/2007	02 lis	22 mar	02 lis	24 mar	02 lis	22 mar	02 lis	22 mar
2007/2008	20 paź	26 mar	20 paź	28 mar	20 paź	28 mar	b.d.	27 mar
2008/2009	23 lis	22 mar	19 lis	04 kwi	19 lis	29 mar	19 lis	27 mar
2009/2010	15 paź	18 mar	14 paź	21 mar	15 paź	22 kwi	15 paź	18 mar
2010/2011	25 lis	14 kwi	26 paź	15 kwi	26 paź	27 mar	28 lis	20 mar
2011/2012	22 gru	01 kwi	07 gru	09 kwi	07 gru	17 kwi	18 gru	01 kwi
2012/2013	28 paź	10 kwi	28 paź	12 kwi	28 paź	11 kwi	28 paź	09 kwi
2013/2014	25 lis	13 lut	25 lis	16 mar	25 lis	16 mar	25 lis	13 lut
2014/2015	27 gru	04 kwi	25 lis	19 kwi	25 lis	09 kwi	27 gru	04 kwi
2015/2016	05 sty	15 mar	21 lis	27 kwi	21 lis	16 mar	24 lis	26 mar
2016/2017	13 lis	21 kwi	06 paź	24 kwi	06 paź	24 kwi	13 lis	17 lut
2017/2018	20 lis	21 mar	31 paź	14 maj	31 paź	02 kwi	20 lis	12 mar
2018/2019	11 gru	08 lut	21 lis	13 kwi	11 gru	28 mar	11 gru	12 mar
2019/2020	03 gru	01 kwi	11 lis	25 mar	b.d.	b.d.	29 gru	01 kwi
średnia	07 lis	28 mar	07 lis	09 kwi	10 lis	05 kwi	25 lis	26 mar

Legenda

Najwcześniejsza data początku występowania pokrywy śnieżnej	Najpóźniejsza data początku występowania pokrywy śnieżnej	Najwcześniejsza data zakończenia występowania pokrywy śnieżnej	Najpóźniejsza data zakończenia występowania pokrywy śnieżnej
---	---	--	--

Stacja Laliki charakteryzuje się bardzo wczesnym rozpoczęciem i późnym zakończeniem okresu występowania pokrywy śnieżnej. Najwcześniejszej pokrywa śnieżna wystąpiła 1 października 1995 r., natomiast najpóźniej 16 grudnia 2000 roku. Średnia data pojawienia się pokrywy śnieżnej w Lalikach i w Brennej przypadła na 7 listopada, jest to najwcześniejsza średnia data rozpoczęcia okresu z pokrywą śnieżną spośród wszystkich stacji. Okres ten w Lalikach kończy się średnio 9 kwietnia, co jest najpóźniejszą datą zniknięcia pokrywy spośród wszystkich stacji. Najwcześniejszą datą zaniku pokrywy śnieżnej był 16 marca 2014 r., natomiast najpóźniejszą 14 maja 2018 roku. W Zawoi pokrywa

śnieżna średnio występuje od 10 listopada do 5 kwietnia. Najwcześniej pokrywa śnieżna pojawiła się 8 października w 1994 r., a najpóźniej 17 grudnia 2000 roku. Zakończenie okresu z pokrywą śnieżną najwcześniej wystąpiło w 2014 i 2016 r., przypadając na 16 marca, natomiast najpóźniej pokrywa zanikła 24 kwietnia 1997 i 2017 roku. Stacja Radziechowy/Nowy Dwór charakteryzuje się najpóźniejszą średnią datą pojawiania się pokrywy śnieżnej – 25 listopada oraz najwcześniejszym zakończeniem jej występowania – 26 marca. Najwcześniejszą datą rozpoczęcia okresu występowania pokrywy śnieżnej był 15 października 2009, najpóźniejszą natomiast 29 grudnia 2019 roku. Pokrywa śnieżna najwcześniej zanikła 13 lutego 2014 r., najpóźniej 17 kwietnia w latach 1997 i 1998.

Liczba dni z pokrywą śnieżną i z trwałą pokrywą śnieżną oraz potencjalny czas jej występowania

Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną dla poszczególnych stacji w analizowanym wieloleciu to: 63 dni – Brenna, 107 – Laliki, 92 dni – Zawoja oraz 58 dni – Radziechowy/Nowy Dwór (tab. 4). W czasie sezonu 1995/1996 pokrywa śnieżna utrzymywała się najdłużej na trzech stacjach, w Brennej było to 130 dni, Lalikach 157 dni, Zawoi 137 dni. Trwała pokrywa śnieżna występuje najczęściej w Lalikach. Średnio trwała pokrywa śnieżna utrzymuje się tam przez 100 dni, w Zawoi 84 dni, Brennej 54 dni i na stacji Radziechowy/Nowy Dwór 51 dni. Stacja Laliki odznacza się również najdłuższym średnim potencjalnym czasem występowania pokrywy śnieżnej – 153 dni, następnie w Zawoi – 147 dni, Brennej – 129 dni i na stacji Radziechowy/Nowy Dwór – 121 dni.

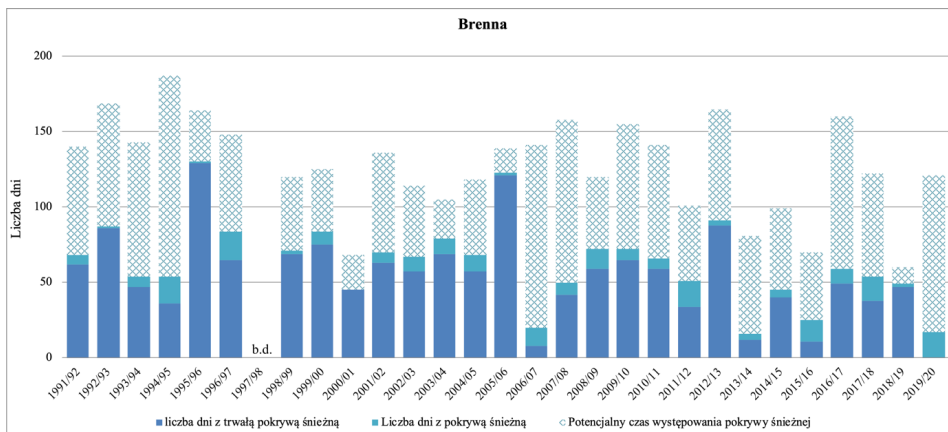
Tabela 4. Średnie dla liczby dni z pokrywą śnieżną i z trwałą pokrywą śnieżną oraz potencjalnego czasu jej występowania (1990/1991–2019/2020)

Table 4. Averages for number of days with snow cover and persistent snow cover and potential duration of snow cover (1990/1991–2019/2020)

Liczba dni	Brenna	Laliki	Zawoja	Radziechowy/ Nowy Dwór
Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną	64	108	92	62
Średnia liczba dni z trwałą pokrywą śnieżną	54	100	84	52
Średni potencjalny czas występowania pokrywy śnieżnej	129	153	147	121

Najdłuższy potencjalny okres trwania pokrywy śnieżnej przypadł na sezon 1994/1995 i obejmował 187 dni, z czego dni z pokrywą śnieżną było zaledwie 54 (ryc. 2). Sezon 2018/2019 charakteryzował się najkrótszym potencjalnym czasem występowania pokrywy śnieżnej (60 dni), z czego 49 dni było z pokrywą śnieżną. Na stacji w Brennej najwięcej dni z trwałą pokrywą śnieżną wystąpiło w sezonie zimowym 1995/1996 (129 dni) – pokrywa śnieżna występowała wtedy przez

130 dni. W sezonie 2019/2020 nie odnotowano ani jednego dnia z trwałą pokrywą śnieżną. W czasie tego sezonu liczba dni z pokrywą śnieżną wynosiła zaledwie 17 dni, pomimo że długość potencjalnego okresu występowania pokrywy śnieżnej wynosiła 121 dni.

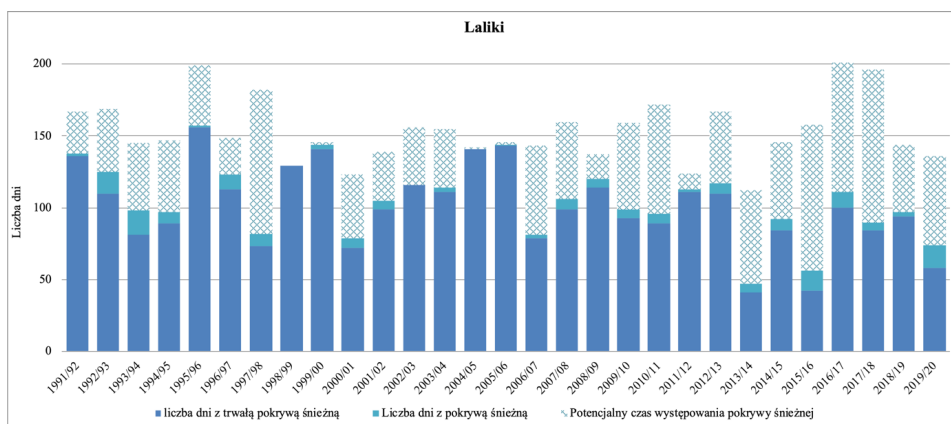


Ryc. 2. Liczba dni z pokrywą śnieżną i trwałą pokrywą śnieżną oraz potencjalny czas jej występowania w Brennej (1991/1992–2019/2020)

Fig. 2. Number of days with snow cover and permanent snow cover and potential duration of snow cover in Brenna (1991/1992–2019/2020)

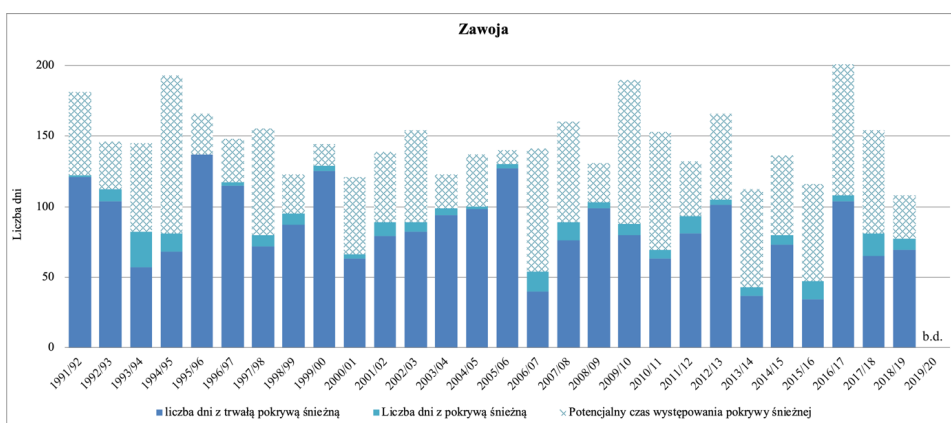
Najdłuższy potencjalny okres występowania pokrywy śnieżnej w Lalikach wyniósł 201 dni (2016/2017) i obejmował 111 dni z pokrywą śnieżną (ryc. 3). Najkrótszy potencjalny czas występowania pokrywy śnieżnej w Lalikach trwał 112 dni. Liczba ta dotyczy sezonu 2013/2014 – w tym czasie pokrywa śnieżna utrzymywała się przez 47 dni. Laliki charakteryzują się bardzo dużym udziałem trwałej pokrywy śnieżnej, co widoczne było szczególnie w czasie sezonów 1998/1999, 2002/2003 i 2004/2005. W sezonie 1998/1999 trwała pokrywa utrzymywała się przez 129 dni, w sezonie 2002/2003 przez 111 dni, a w sezonie zimowym 2004/2005 przez 140 dni. Najwięcej dni z trwałą pokrywą śnieżną wystąpiło w sezonie 1995/1996 – było to 156 dni. Najmniej dni z trwałą pokrywą śnieżną odnotowano w sezonie 2013/2014 – to 41 dni.

Zawoja, zaraz po stacji Laliki, charakteryzuje się najdłuższym średnim czasem potencjalnego występowania pokrywy śnieżnej. Sezon zimowy 2016/2017 odznaczał się najdłuższym potencjalnym czasem występowania pokrywy śnieżnej, który wyniósł 201 dni (108 dni z pokrywą śnieżną) (ryc. 4). Najkrótszy potencjalny okres trwał 108 dni i było to w czasie sezonu 2018/2019 – pokrywa śnieżna zalegała przez 77 dni. Trwała pokrywa śnieżna najdłużej utrzymywała się w Zawoi przez 137 dni w sezonie 1995/1996, który w całości charakteryzował się występowaniem trwałej pokrywy śnieżnej. Najmniejsza liczba dni z trwałą pokrywą śnieżną wystąpiła w sezonie 2015/2016 (34 dni).



Ryc. 3. Liczba dni z pokrywą śnieżną i trwałą pokrywą śnieżną oraz potencjalny czas jej występowania w Lalikach (1991/1992–2019/2020)

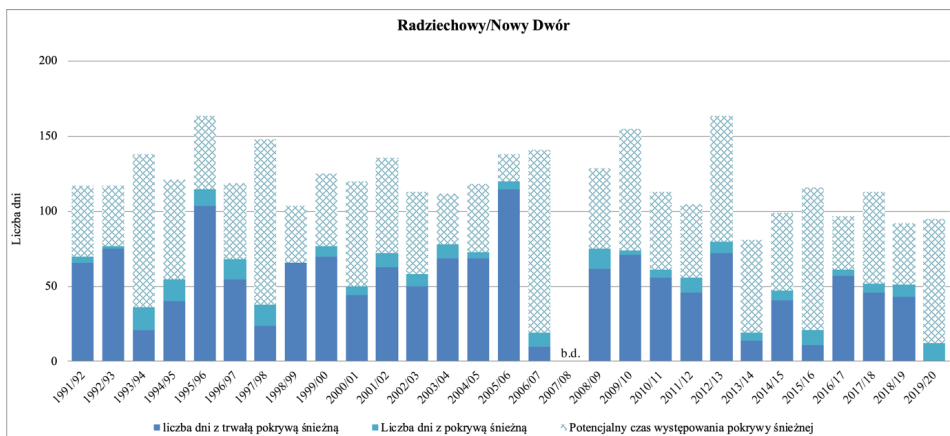
Fig. 3. Number of days with snow cover and permanent snow cover and potential duration of snow cover in Laliki (1991/1992–2019/2020)



Ryc. 4. Liczba dni z pokrywą śnieżną i trwałą pokrywą śnieżną oraz potencjalny czas jej występowania w Zawoi (1991/1992–2019/2020)

Fig. 4. Number of days with snow cover and permanent snow cover and potential duration of snow cover in Zawoja (1991/1992–2019/2020)

Śśród analizowanych stacji stacja Radziechowy/Nowy Dwór charakteryzuje się najkrótszym średnim potencjalnym czasem występowania pokrywy śnieżnej – 121 dni (tab. 5). Najdłuższy odnotowany potencjalny okres występowania pokrywy śnieżnej wystąpił w sezonie 1995/1996. Trwał on 164 dni, w tym przez 115 dni wystąpiła pokrywa śnieżna. Najkrótszy potencjalny okres występowania pokrywy śnieżnej wynosił 81 (2013/2014), pokrywa śnieżna występowała przez 19 dni. Stacja Radziechowy/Nowy Dwór charakteryzuje się najmniejszą średnią liczbą dni z trwałą pokrywą śnieżną. W sezonie 2019/2020 trwała pokrywa śnieżna nie wystąpiła. Najwięcej dni z trwałą pokrywą śnieżną (115 dni) odnotowano w sezonie 2005/2006.



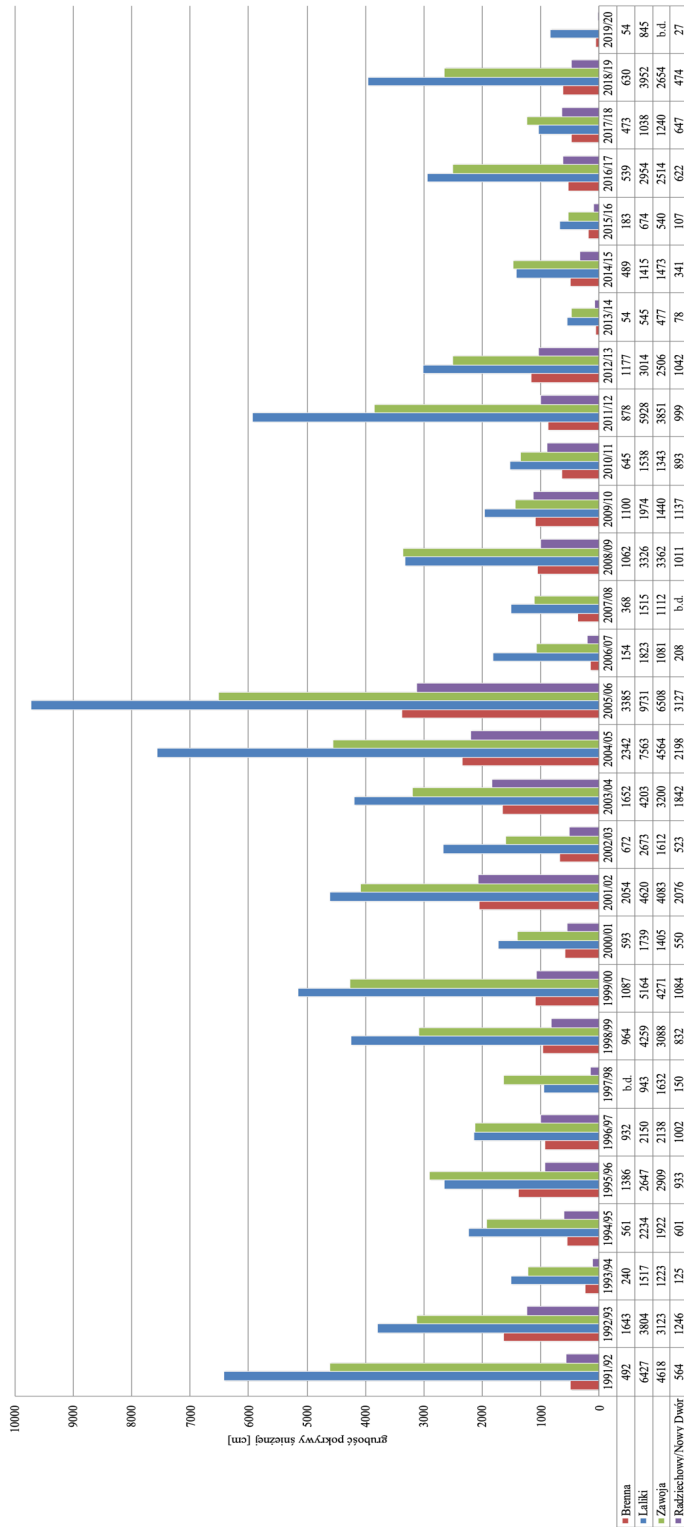
Ryc. 5. Liczba dni z pokrywą śnieżną i trwałą pokrywą śnieżną oraz potencjalny czas jej występowania na stacjach Radziechowy i Nowy Dwór (1991/1992–2019/2020)
 Fig. 5. Number of days with snow cover and permanent snow cover and potential duration of its occurrence at Radziechowy and Nowy Dwór stations (1991/1992–2019/2020)

Suma grubości pokrywy śnieżnej

Największe sumy grubości pokrywy śnieżnej wystąpiły w sezonie 2005/2006 (ryc. 6). Wszystkie stacje w tym czasie odnotowały najwyższe sumy grubości pokrywy śnieżnej. W Lalikach suma ta była najwyższa, wynosiła 9731 cm, w Zawoi 6508 cm, w Brennej 3385 cm, a na stacji Radziechowy/Nowy Dwór 3157 cm. Najmniej śnieżny był sezon zimowy 2013/2014. W tym czasie stacje Brenna (54 cm), Laliki (545 cm), Zawoja (477 cm) odnotowały najniższe sumy pokrywy śnieżnej z wielolecia. W przypadku stacji Radziechowy/Nowy Dwór najmniejsza suma pokrywy śnieżnej (27 cm) wystąpiła w sezonie zimowym 2019/2020.

Klasyfikacja grubości pokrywy śnieżnej dla sezonów zimowych według Chrzanowskiego

Sezony zimowe, w czasie których na wszystkich stacjach wystąpiła zima bardzo śnieżna lub niezwykle śnieżna, to 2001/2002, 2003/2004 i 2004/2005 (tab. 5). Jedynie w czasie sezonu 2005/2006 na wszystkich stacjach zima była niezwykle śnieżna. Sezony charakteryzujące się mało śnieżnymi zimami to 2013/2014 oraz 2019/2020, przy czym na stacjach Brenna i Radziechowy/Nowy Dwór to zimy bardzo mało śnieżne (1), w Lalikach umiarkowanie śnieżne (3), w Zawoi mało śnieżne w sezonie 2013/2014. Wystąpiły też sezony zimowe, kiedy poszczególne



Ryc. 6. Sumy grubości pokrywy śnieżnej [cm] (1991/1992–2019/2020)
 Fig. 6. Sums of snow depths [cm] (1991/1992–2019/2020)

stacje znacznie się różniły klasami zim. Zimą 2006/2007 Laliki i Zawoja miały większą pokrywą śnieżną w stosunku do stacji Brenna i Radziechowy/Nowy Dwór. W sezonie tym zima w Brennej i na stacji Radziechowy/Nowy Dwór była mało śnieżna (2), w Lalikach bardzo śnieżna (5), a Zawoi śnieżna (4). Taki rozkład klasyfikacji zim ukazuje zależność sum grubości pokrywy śnieżnej od wysokości oraz barier orograficznych oddziałujących na poszczególne stacje – wyższe położenie skutkuje występowaniem bardziej śnieżnych zim.

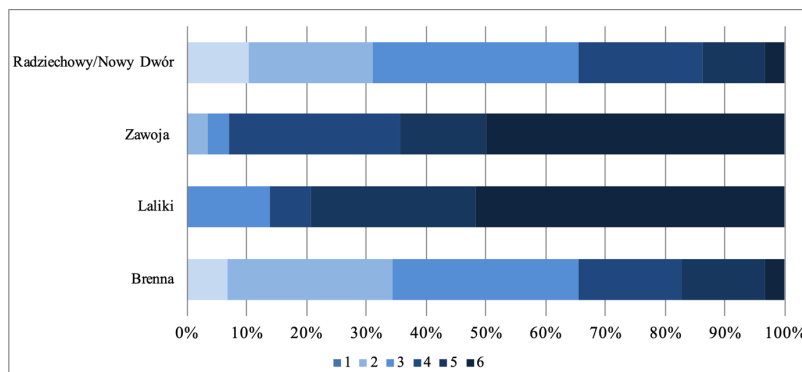
Tabela 5. Klasyfikacja grubości pokrywy śnieżnej dla sezonów zimowych według Chrzanowskiego (1988) (1991/1992–2019/2020)

Table 5. Snow cover thickness classification for winter seasons according to Chrzanowski (1988) (1991/1992–2019/2020)

Sezon zimowy	Brenna	Laliki	Zawoja	Radziechowy/ Nowy Dwór
1991/1992	2	6	6	3
1992/1993	5	6	6	4
1993/1994	2	5	4	2
1994/1995	3	5	5	3
1995/1996	4	6	6	3
1996/1997	3	5	5	4
1997/1998	b.d.	3	5	2
1998/1999	3	6	6	3
1999/2000	4	6	6	4
2000/2001	3	5	4	3
2001/2002	5	6	6	5
2002/2003	3	6	5	3
2003/2004	5	6	6	5
2004/2005	5	6	6	5
2005/2006	6	6	6	6
2006/2007	2	5	4	2
2007/2008	2	5	4	b.d.
2008/2009	4	6	6	4
2009/2010	4	5	4	4
2010/2011	3	5	4	3
2011/2012	3	6	6	3
2012/2013	4	6	6	4
2013/2014	1	3	2	1
2014/2015	2	4	4	2
2015/2016	2	3	3	2
2016/2017	3	6	6	3
2017/2018	2	4	4	3
2018/2019	3	6	6	2
2019/2020	1	3	b.d.	1
średnia	3	5	5	3

Objaśnienia klas zim: tabela 1.

Udział poszczególnych klas grubości pokrywy śnieżnej w przypadku stacji Radziechowy/Nowy Dwór i Brennej jest podobny. Najczęściej występują zimy umiarkowanie śnieżne, najrzadziej zimy niezwykle śnieżne (ryc. 7). Stacje położone wyżej: Zawoja i Laliki charakteryzują się większym zróżnicowaniem klas grubości pokrywy śnieżnej pod względem udziału zim śnieżnych i bardzo śnieżnych. W Lalikach nie występują zimy mało śnieżne, natomiast zimy bardzo mało śnieżne nie występują w przypadku obu stacji. Największy udział przypada na zimy niezwykle śnieżne zarówno w Zawoi, jak i Lalikach.



Ryc. 7. Udział klas grubości pokrywy śnieżnej dla sezonów zimowych 1991/1992–2019/2020
Objaśnienia klas – p. tab. 1.

Fig. 7. Share of snow cover thickness classes for the 1991/1992–2019/2020 winter seasons
Explanation of classes – see Tab. 1.

Wskaźnik śnieżności zim według Paczosa

Wskaźnik śnieżności zim obliczony na podstawie sezonowych sum grubości pokrywy śnieżnej przyjmuje wartości od 0 do 10. Średnie wieloletnie wskaźnika śnieżności zim dla poszczególnych stacji wynoszą: 3,0 dla stacji Brenna, 6,0 dla stacji Laliki, 5,2 dla stacji w Zawoi oraz 2,9 dla stacji Radziechowy/Nowy Dwór. Sezon 2005/2006 charakteryzował się najwyższymi wartościami wskaźnika śnieżności zim na każdej ze stacji w badanym wieloleciu (Brenna 7,4; Laliki 9,8; Zawoja 8,5; Radziechowy/Nowy Dwór 7,2). Wskaźnik śnieżności zim w sezonie 2013/2014 był minimalny w Lalikach (2,1) i Zawoi (1,9), a w sezonie 2019/2020 w Brennej (0,7) i na stacji Radziechowy/Nowy Dwór (0,5).

Tabela 6. Wskaźnik śnieżności zim (1991/1992–2019/2020)
 Table 6. Snowiness index of winters (1991/1992–2019/2020)

Sezon zimowy	Brenna	Laliki	Zawoja	Radziechowy /Nowy Dwór
1991/1992	2,8	9,0	8,0	3,0
1992/1993	4,5	7,4	6,7	3,9
1993/1994	2,2	5,0	4,1	1,5
1994/1995	2,5	5,4	4,5	2,6
1995/1996	5,9	8,0	7,5	5,0
1996/1997	3,7	6,8	6,7	3,1
1997/1998	b.d.	3,6	4,5	1,6
1998/1999	3,6	8,1	5,7	3,2
1999/2000	3,9	9,0	8,2	3,7
2000/2001	2,0	4,4	3,6	2,3
2001/2002	4,0	6,6	5,8	4,0
2002/2003	3,0	6,5	4,6	2,5
2003/2004	4,4	7,2	5,9	4,5
2004/2005	4,2	9,0	6,2	4,5
2005/2006	7,4	9,8	8,5	7,2
2006/2007	0,9	4,4	2,9	0,9
2007/2008	2,1	5,1	4,2	b.d.
2008/2009	3,4	7,0	6,2	3,5
2009/2010	3,6	5,1	4,2	3,8
2010/2011	2,9	4,6	3,5	3,0
2011/2012	2,5	7,0	5,9	2,9
2012/2013	4,2	6,7	6,1	3,7
2013/2014	0,7	2,1	1,9	0,8
2014/2015	2,0	4,7	4,2	2,0
2015/2016	1,0	2,7	2,3	0,9
2016/2017	2,5	6,4	6,3	2,8
2017/2018	2,2	4,0	4,0	2,7
2018/2019	2,2	5,8	4,6	2,3
2019/2020	0,7	3,3	b.d.	0,5
Średnia	3,0	6,0	5,2	2,9

PODSUMOWANIE I DYSKUSJA WYNIKÓW

Analiza danych pozwoliła na stwierdzenie zależności dotyczących wpływu wysokości oraz ukształtowania terenu na różne parametry związane z pokrywą śnieżną. Stacje Radziechowy/Nowy Dwór i Brenna położone są na podobnej

wysokości nad poziomem morza. Ich otoczenie różni się ze względu na to, że stacja Radziechowy/Nowy Dwór znajduje się w kotlinie śródgórskiej, natomiast stacja w Brennej znajduje się w północnej części Beskidu Śląskiego, gdzie ułatwiony jest napływ mas powietrza z północnego wschodu. Stacje Laliki i Zawoja również znajdują się na podobnej wysokości nad poziomem morza względem siebie. Różnica średniej grubości pokrywy śnieżnej dla badanego wielolecia pomiędzy tymi stacjami wynosi 615 cm. Średnia wieloletnia liczba dni z pokrywą śnieżną w Lalikach wynosi 108 dni, natomiast w Zawoi 92 dni. Główną przyczyną różnic może być występowanie bariery orograficznej, jaką jest Babia Góra (1725 m) oraz otaczające dolinę Skawicy wzniesienia w Zawoi. Laliki natomiast leżą w otoczeniu wzniesień o podobnej wysokości, co sprawia, że dopływające masy powietrza nie napotykać na tak znaczne bariery orograficzne jak w przypadku Zawoi. Analizując dane, zauważyć można również, że w niewielu przypadkach to stacja w Zawoi charakteryzuje się wyższymi parametrami związanymi z pokrywą śnieżną. Takimi sezonami są na przykład 1995/1996 i 1997/1998, natomiast w sezonach 2014/2015 i 2017/2018 różnica w sumie sezonowej grubości pokrywy śnieżnej wynosiła zaledwie kilka centymetrów.

Potencjalny czas zalegania pokrywy śnieżnej w przypadku Brennej to 128 dni, w Lalikach 153 dni, w Zawoi 147 dni, a na stacji Radziechowy/Nowy Dwór 121 dni. Jak podaje Falarz (2007), potencjalny czas zalegania pokrywy śnieżnej dla Beskidów to 150 dni, co potwierdzają wyniki otrzymane dla stacji znajdujących się powyżej 600 m n.p.m. (Laliki i Zawoja).

Urban (2015) na przykładzie stacji w Sudetach stwierdza, że rzeczywisty czas zalegania pokrywy śnieżnej jest wyraźnie krótszy od potencjalnego czasu jej zalegania, a różnica jest tym większa, im niższa jest wysokość stacji. Również w przypadku analizowanych w pracy stacji widoczna jest ta zależność. Stacje położone niżej (Brenna i Radziechowy/Nowy Dwór) mają mniejszy udział dni z pokrywą śnieżną w stosunku do stacji położonych wyżej (Laliki i Zawoja). Pomiedzy stacjami Brenna i Radziechowy/Nowy Dwór również występują różnice w udziale rzeczywistego czasu zalegania do czasu potencjalnego, pomimo że stacji nie różni znaczna wysokość. Podobna zależność uwidacznia się w Lalikach i Zawoi. Z tego wynika, że jeżeli różnica w wysokości nie jest znaczna, wpływ na kształtowanie pokrywy śnieżnej będą wywierać inne lokalne uwarunkowania.

Widoczne są również różnice w występowaniu trwałej pokrywy śnieżnej pomiędzy stacjami. Dla przykładu w sezonie 2006/2007, który nastąpił po najbardziej śnieżnej zimie badanego wielolecia, trwała pokrywa śnieżna w Brennej utrzymywała się przez 8 dni, na stacji Radziechowy/Nowy Dwór przez 10 dni, w Zawoi 40, a w Lalikach przez 79 dni. Różnice w udziale dni z trwałą pokrywą śnieżną pomiędzy stacjami wytłumaczyć można ich wysokością nad poziomem morza. Stacje wyżej położone (Laliki i Zawoja) mają korzystniejsze warunki utrzymywania się pokrywy śnieżnej ze względu na spadek temperatury powietrza wraz z wysokością.

Z analizy średnich dat pojawiania się i zaniku pokrywy śnieżnej wynika, że w Brennej pokrywa śnieżna średnio pojawia się 7 listopada, zanika 28 marca. W Lalikach pokrywa śnieżna pojawia się średnio 7 listopada, zanika 9 kwietnia. W Zawoi średnia data pierwszego wystąpienia pokrywy śnieżnej to 10 listopada, natomiast zaniku 5 kwietnia. Na stacji Radziechowy/Nowy Dwór pierwszy dzień z pokrywą śnieżną średnio przypada na 25 listopada, ostatni na 26 marca. Czarnecka (2012) podaje, że pokrywa śnieżna przeciętnie na obszarze Polski pojawia się 27 listopada, a zanika 16 marca. Terminy te najbardziej zbliżone są do tych występujących na stacji Radziechowy/Nowy Dwór.

Według uzyskanych danych dotyczących pokrywy śnieżnej w Zawoi, najkrótszy i najmniej śnieżny był sezon 2013/2014. Potwierdzają to badania Franczaka (2010), który w swojej pracy również wskazuje, że sezon 2013/2014 był zarówno najkrótszy pod względem liczby dni, jak i najmniej śnieżny pod względem grubości pokrywy śnieżnej. Na badanym obszarze z największą liczbą dni z pokrywą śnieżną był sezon zimowy 1993/1994. Według Franczaka (2010), sezon ten jest jednym z najdłuższych pod względem liczby dni z pokrywą śnieżną w wieloletnim okresie 1961/1962–2014/2015. Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną w badanym okresie 1991/1992–2019/2020 to 92 dni. Natomiast średnia liczba dni z pokrywą śnieżną dla okresu 1961/1962–2014/2015 wyliczona przez Franczaka (2010) wynosi 104 dni. Największa sezonowa suma grubości pokrywy śnieżnej na wszystkich analizowanych stacjach wystąpiła w sezonie zimowym 2005/2006. Ten sezon również jest wskazany przez Franczaka (2010) jako jeden z najbardziej śnieżnych. W analizowanym przez Franczaka (2010) okresie 1961/1962–2014/2015 największa sezonowa suma grubości pokrywy śnieżnej wystąpiła na przełomie 1975/1976 roku. Badania nad pokrywą śnieżną w Beskidzie Śląskim przeprowadzone przez Kozaka i Łepko (2015) wskazują, że średnia liczba dni z pokrywą śnieżną dla sezonu zimowego w Szczyrku to 94 dni, a na najwyższym szczycie Beskidu Śląskiego (Skrzyczne 1257 m) liczba ta wynosi 106 dni.

Podczas porównywania stacji Radziechowy/Nowy Dwór znajdującej się w Kotlinie Żywieckiej ze stacją w Brennej (Beskid Śląski) zasadne byłoby przeanalizowanie temperatury powietrza w czasie sezonów zimowych ze względu na specyficzne warunki panujące w kotlinach śródgórskich, jakimi jest tworzenie się zastoisk zimnego powietrza – może to bowiem sprzyjać dłuższemu utrzymywaniu się pokrywy śnieżnej. Również warto byłoby przeanalizować kierunki napływu wilgotnych mas powietrza niosących opady.

LITERATURA

- Bednorz E., 2006: *Wpływ makroskalowych typów cyrkulacji na występowanie pokrywy śnieżnej w Polsce Północno-Zachodniej*. Bad. Fizjograf. nad Pol. Zach. Ser. A – Geogr. Fiz., 57, 7–13.
- Chrzanowski J., 1988: *Pokrywa śnieżna w Polsce, klasyfikacja jej grubości i regionalizacja*. Mater. Bad. IMGW, ser. Meteorologia, 15, 1–43.

- Czarnecka M., 2012: *Częstość występowania i grubość pokrywy śnieżnej w Polsce*. Acta Agrophys., 19 (3), 501–514.
- Falarz M., 2002: *Klimatyczne przyczyny zmian i wieloletniej zmienności występowania pokrywy śnieżnej w polskich Tatrach*. Prz. Geogr., 74 (1), 83–107.
- Falarz M., 2007: *Potencjalny okres występowania pokrywy śnieżnej w Polsce i jego zmiany w XX wieku*, [w:] K. Piotrowicz, R. Twardosz (red.), *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych*. IGiGP UJ w Krakowie, 205–213.
- Falarz M., Nowosad M., Bednorz E., Rasmus S., 2018: *Review of Polish contribution to snow cover research (1880–2017)*. Quaest. geogr., 37 (1), 7–22.
- Franczak P., 2018: *Częstość występowania i grubość pokrywy śnieżnej u podnóża masywu Babiej Góry w sezonach zimowych 1960/61–2014/15*. Leśne Prace Badawcze, 79 (2), 125–138.
- Kondracki J., 1998, *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kozak J., Łepko M., 2015: *Wieloletnia zmienność grubości pokrywy śnieżnej w okolicy Szczyrku*. Inż. Ekol., 41, 153–159.
- Kożuchowski K., 2012: *Meteorologia i klimatologia*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Laszczak E., Ziółkowski L., Siwek J., 2011: *Opady i pokrywa śnieżna*, [w:] B. Rzonca, B. Siwek (red.), *Hydrologia Bieszczadów. Zlewnie Sanu i Solinki powyżej Jeziora Solińskiego*. IGiGP UJ w Krakowie, 21–29.
- Lorenc H., 1964: *Zaśnieżenie Wielkopolski*. Gaz. Obs. PHIM., 17, nr 4, 196.
- Paczos S., 1982: *Stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce*. Rozprawy Habilitacyjne UMCS, 20.
- Trepińska J., 2002: *Górskie klimaty*. IGiGP UJ, Kraków.
- Urban G., 2015: *Zaleganie pokrywy śnieżnej i jego zmienność w polskiej części Sudetów i na ich przedpolu*. Prz. Geogr., 87 (3), 497–516.
- Woś A., 1999: *Klimat Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Zawiślak J., 2010: *Słownik tematyczny terminów, wyrażeń i zwrotów stosowanych w prognozach meteorologicznych*. IMGW, Warszawa.

Źródła internetowe

<https://meteomodel.pl/rekordy-temperatury/> [dostęp: 12.11.2021].