

EWA BEDNORZ, MIROSLAW WIĘCŁAW

WYSTĘPOWANIE POKRYWY ŚNIEŻNEJ W RÓŻNYCH MASACH POWIETRZA NA PRZYKŁADZIE LEGNICY I ZAMOŚCIA

ZARYS TREŚCI

W opracowaniu podjęto próbę określenia zależności między występowaniem pokrywy śnieżnej a rodzajem zalegającej masy powietrza. Wykorzystano dane dla Legnicy i Zamościa za lata 1971–2000. W postępowaniu badawczym nie ograniczono się jedynie do obliczenia częstości występowania dni z pokrywą śnieżną w czasie adwekcji różnych mas powietrza, ale dokonano również podziału dni z pokrywą śnieżną na dni z: przyrostem, spadkiem lub bez zmian grubości pokrywy śnieżnej. Umożliwiło to wyróżnienie mas powietrza najbardziej sprzyjających formowaniu się pokrywy śnieżnej lub jej przetrwaniu, jak również takich, które często powodują jej zanik.

WSTĘP

Warunki meteorologiczne zim w Polsce kształtują się głównie pod wpływem Niżu Islandzkiego i Wyżu Syberyjskiego. Wynika stąd duża różnorodność stanów pogody sezonu zimowego oraz ich zmienność wewnątrzsezonowa i wieloletnia. Zmianom warunków meteorologicznych towarzyszy kilkakrotne w ciągu roku pojawianie się i zanik pokrywy śnieżnej; niekiedy zdarzają się dłuższe okresy jej trwałości. Występowanie pokrywy śnieżnej jest pochodną temperatury i opadu, a także innych elementów meteorologicznych, które z kolei kształtowane są przez masy powietrza napływające nad dany obszar (BEDNORZ, SZYGA-PLUTA 2004). Celem niniejszego opracowania jest przeanalizowanie pojawiania się i zaniku pokrywy śnieżnej w różnych masach powietrza zalegających w zimie nad obszarem Polski.

Występowanie pokrywy śnieżnej w Polsce było wielokrotnie analizowane w kontekście typów cyrkulacji panu-

jących nad obszarem naszego kraju. PA-CZOS (1982) określił częstość występowania różnych typów cyrkulacji w czasie zim śnieżnych, mało śnieżnych i normalnych. CHRZANOWSKI (1986) badał związek śnieżności miesięcy zimowych ze średnimi miesięcznymi typami cyrkulacji. W badaniach nad pokrywą śnieżną w Polsce uwzględniano też wpływ makroskalowych typów cyrkulacji, takich jak Oscylacja Północnego Atlantyku (BEDNORZ 2002; FALARZ 2002). NOWOSAD (1992) sprecyzował zależność między dynamiką grubości pokrywy śnieżnej a typem cyrkulacji atmosferycznej, porównując codzienne grubości pokrywy w Bieszczadach z występującym równocześnie typem cyrkulacji. Podobne badania wykonano dla Polski północno-zachodniej (BEDNORZ 2001).

Zagadnienie warunków meteorologicznych towarzyszących formowaniu się bądź zanikowi pokrywy śnieżnej nie było dotąd szczegółowo analizowane. Zainteresowanie budziły jedynie meteorologiczne przyczyny wiosennych odwilży, ze względu na ich znaczenie hyd-

rologiczne (PARCZEWSKI 1960; KUPCZYK 1968; DUBICKI 1973). MRUGAŁA (1987) posłużył się kryterium termicznym w celu wyznaczenia dni odwilżowych i określił najbardziej odwilżowe masy powietrza, którymi okazały się masy powietrza: zwrotnikowego, polarnego morskiego ciepłego i polarnego morskiego. Za najmniej odwilżowe autor ten uznał masy powietrza arktycznego i polarnego kontynentalnego. W niniejszym opracowaniu oprócz mas odwilżowych, tj. powodujących zanik pokrywy śnieżnej, wskazane zostaną masy powietrza najczęściej powodujące przyrost grubości pokrywy śnieżnej oraz masy powietrza sprzyjające przetrwaniu pokrywy śnieżnej bez zmian grubości.

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODY ICH OPRACOWANIA

Podstawowe charakterystyki występowania pokrywy śnieżnej, takie jak liczba dni z pokrywą i średnia grubość tej pokrywy, wzrastają w Polsce z zachodu na wschód (PACZOS 1982, 1985; CHRZANOWSKI 1986). Częstość występowania podstawowych mas powietrza: polarnego morskiego i polarnego kontynentalnego również zmienia się równoleżnikowo (WIĘCŁAW 2004). Do analizy wybrano więc dwie stacje: Legnicę (122 m n.p.m.), reprezentującą południowo-zachodni region Polski, i Zamość (212 m n.p.m.), położony na południowym wschodzie.

Wykorzystane w opracowaniu codzienne dane o grubości pokrywy śnieżnej w latach 1971–2000 pochodzą z archiwum Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) w Warszawie. Kalendarz mas powietrza zalegających nad wybranymi miejscowościami sporządzono na podstawie dolnych map synoptycznych Europy z godziny 00 UTC, zamieszczanych w „Biuletynie Synop-

tycznym” i „Codziennym Biuletynie Meteorologicznym”, publikowanych przez IMGW. Przyjęto tym samym geograficzną klasyfikację mas powietrza, ograniczając się jednocześnie do ich podziału na powietrze: arktyczne (PA), polarne morskie (PPm), polarne kontynentalne (PPk) i zwrotnikowe (PZ).

Najpierw obliczono częstość występowania dni z pokrywą śnieżną w czasie zalegania różnych mas powietrza, oddzielnie dla poszczególnych miesięcy – od października do maja. Następnie, aby uzyskać obraz dobowych zmian grubości pokrywy śnieżnej, obliczono dla każdego dnia różnicę w grubości pokrywy śnieżnej, odejmując wysokość pokrywy danego dnia od wysokości pokrywy dnia następnego (pomiar wysokości pokrywy śnieżnej odbywa się raz na dobę o godzinie 6.00 UTC). Wartości dodatnie oznaczały przyrost pokrywy śnieżnej w ciągu doby, zero interpretowano jako trwałość pokrywy, a wartości ujemne oznaczały spadek grubości pokrywy śnieżnej w ciągu doby. Nie brano pod uwagę sytuacji, gdy pokrywy śnieżnej nie było w danym dniu oraz w dniu następnym.

Kolejną czynnością było wychwylenie przypadków współwystępowania sytuacji wzrostu/spadku grubości pokrywy śnieżnej lub jej trwania bez zmian z poszczególnymi masami powietrza. Ponieważ dobowy okres pomiaru zmian grubości pokrywy śnieżnej trwa od godziny 6.00 UTC do 6.00 UTC dnia następnego, a rodzaj mas powietrza określano na podstawie map synoptycznych z godziny 00 UTC, w analizie uwzględniono okresy zalegania danej masy powietrza o przynajmniej dwudniowej długości, eliminując jednocześnie ostatni dzień takiego okresu.

Częstość występowania dni ze wzrostem/spadkiem grubości pokrywy śnieżnej w czasie zalegania danej masy

powietrza liczone dla każdego miesiąca oddzielnie, jako iloraz liczby dni ze wzrostem/spadkiem grubości w czasie zalegania danej masy powietrza przez liczbę wszystkich dni z pokrywą śnieżną w danej masie powietrza. Analogiczne obliczenia wykonano dla dni, w czasie których grubość pokrywy śnieżnej nie uległa zmianie. Otrzymane wyniki podano w tabelach i przedstawiono na rysunkach.

WYNIKI

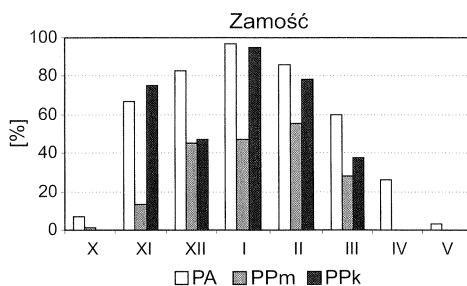
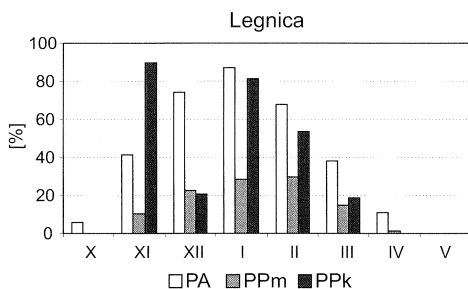
W całym badanym okresie od października do maja najsilniej związane z obecnością śniegu okazały się masy PA. W czasie meteorologicznej zimy (grudzień, styczeń, luty) częstość występowania pokrywy śnieżnej przy obecności PA wynosi ok. 70–80%, a na wschodzie Polski (Zamość) w styczniu osiąga nawet 96,7%. W mniej śnieżnych miesiącach (listopad, marzec) częstość pojawiania się pokrywy śnieżnej w czasie zalegania mas PA wynosi ok. 40% na zachodzie i 60–70% na wschodzie kraju. Także wczesnojesienne (październik) i późnowiosenne (kwiecień, maj) pojawianie się śniegu wywołane jest naj-

Tabela 1. Częstość występowania dni z pokrywą śnieżną w okresach zalegania różnych mas powietrza. Wartości średnie za lata 1971–2000 w procentach

Table 1. Frequencies of days with snow cover during the periods with different air masses. Mean values for the years 1971–2000 in per cent

Miesiące Months	PA	PPm	PPk	PZ
Legnica				
X	5,6	–	–	–
XI	41,3	10,1	89,5	–
XII	74,2	22,6	20,7	–
I	87,3	28,5	81,5	–
II	67,9	29,6	53,6	–
III	37,9	15,1	18,5	–
IV	11,0	1,3	–	–
V	–	–	–	–
Zamość				
X	6,8	1,4	–	–
XI	66,7	13,3	75,0	–
XII	83,1	45,5	47,4	–
I	96,7	47,0	95,2	–
II	86,0	55,5	78,2	–
III	60,0	27,9	37,9	–
IV	26,3	–	–	–
V	2,9	–	–	–

Rodzaje mas powietrza (Kinds of air masses): PA – arktyczne (arctic); PPm – polarne morskie (polar-maritime); PPk – polarne kontynentalne (polar-continental); PZ – zwrotnikowe (tropical)



Rys. 1. Częstość występowania dni z pokrywą śnieżną w okresach zalegania różnych mas powietrza
Wartości średnie za lata 1971–2000

Fig. 1. Frequency of occurrence of days with snow cover during the periods with different air masses
Mean values for the years 1971–2000

Tabela 2. Częstość występowania dni ze wzrostem, spadkiem oraz dni bez zmian grubości pokrywy śnieżnej w okresach zalegania różnych mas powietrza w Legnicy. Wartości średnie za lata 1971–2000 w procentach

Table 2. Frequencies of days with the increase or decrease in snow cover depth, and days without any change in depth during the periods with different air masses in Legnica. Mean values for the years 1971–2000 in per cent

Miesiące Months	Wzrost Increase	Spadek Decrease	Bez zmian Without changes	Suma Total
	PA			
X	m*	m	m	m
XI	57,7	34,6	7,7	100,0
XII	34,8	23,9	41,3	100,0
I	43,8	27,1	29,2	100,0
II	33,3	33,3	33,3	100,0
III	45,5	45,5	9,1	100,0
IV	50,0	50,0	0,0	100,0
V	–	–	–	–
	PPm			
X	–	–	–	–
XI	23,5	52,9	23,5	100,0
XII	41,9	29,0	29,0	100,0
I	34,3	40,0	25,7	100,0
II	38,1	35,7	26,2	100,0
III	42,1	52,6	5,3	100,0
IV	m	m	m	m
V	–	–	–	–
	PPk			
X	–	–	–	–
XI	23,5	23,5	52,9	100,0
XII	33,3	16,7	50,0	100,0
I	15,2	16,7	68,2	100,0
II	16,2	35,1	48,6	100,0
III	20,0	53,3	26,7	100,0
IV	–	–	–	–
V	–	–	–	–

* m – mała liczba danych (small number of data)

częściej przez adwekcje chłodnych mas PA (tab. 1, rys. 1).

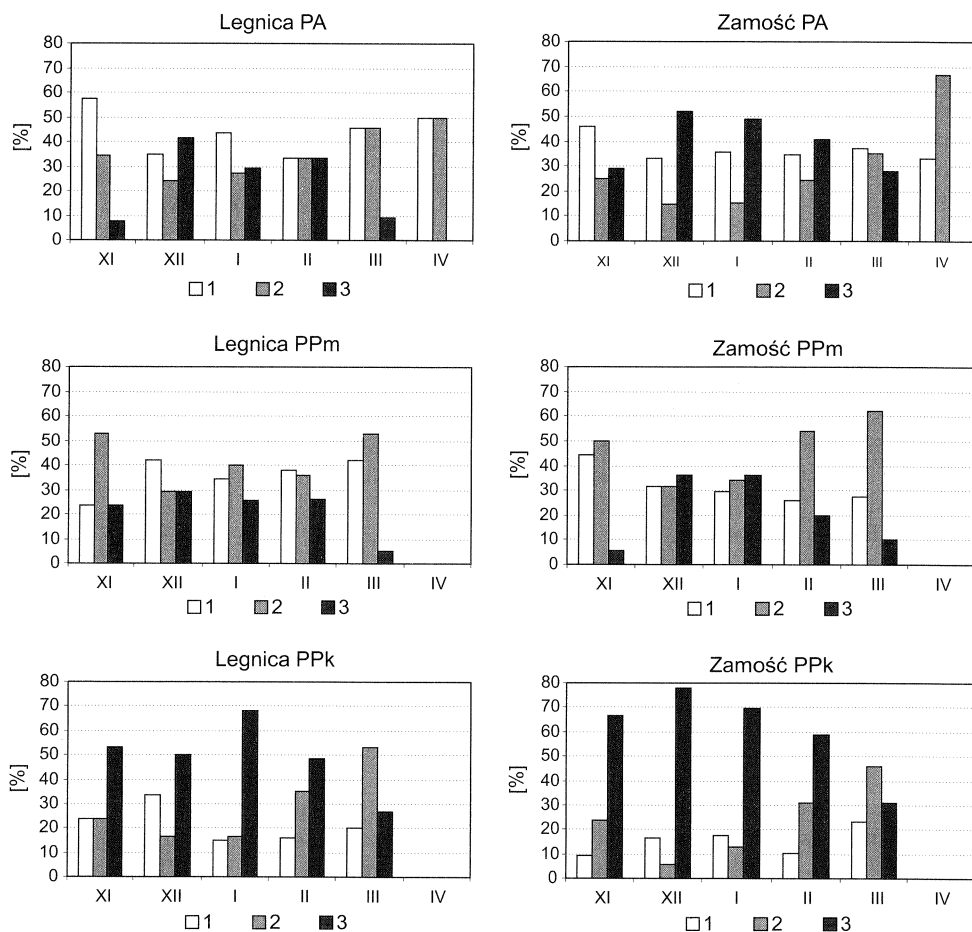
Na wschodzie Polski od listopada do marca masy PA sprzyjają formowaniu

się lub przetrwaniu pokrywy śnieżnej, natomiast rzadko towarzyszą jej zaniżeni. Udział dni ze wzrostem grubości pokrywy oraz dni bez zmian jej grubości wynosi ok. 30–50%, podczas gdy dni ze

Tabela 3. Częstość występowania dni ze wzrostem, spadkiem oraz bez zmian grubości pokrywy śnieżnej w okresach zalegania różnych mas powietrza w Zamościu. Wartości średnie za lata 1971–2000 w procentach

Table 3. Frequencies of days with the increase or decrease in snow cover depth, and days without any change in depth during the periods with different air masses in Zamość. Mean values for the years 1971–2000 in per cent

Miesiące Months	Wzrost Increase	Spadek Decrease	Bez zmian Without changes	Suma Total
	PA			
X	m	m	m	m
XI	45,8	25,0	29,2	100,0
XII	33,3	14,8	51,9	100,0
I	35,6	15,3	49,2	100,0
II	34,7	24,5	40,8	100,0
III	37,0	35,2	27,8	100,0
IV	33,3	66,7	0,0	100,0
V	m	m	m	m
	PPm			
X	m	m	m	m
XI	44,4	50,0	5,6	100,0
XII	31,8	31,8	36,4	100,0
I	29,8	34,0	36,2	100,0
II	26,2	54,1	19,7	100,0
III	27,6	62,1	10,3	100,0
IV	–	–	–	–
V	–	–	–	–
	PPk			
X	–	–	–	–
XI	9,5	23,8	66,7	100,0
XII	16,7	5,6	77,8	100,0
I	17,8	12,7	69,5	100,0
II	10,3	30,9	58,8	100,0
III	23,1	46,2	30,8	100,0
IV	–	–	–	–
V	–	–	–	–



Rys. 2. Częstość występowania dni ze wzrostem (1), spadkiem (2) oraz bez zmian (3) grubości pokrywy śnieżnej w okresach zalegania różnych mas powietrza

Wartości średnie za lata 1971–2000

Fig. 2. Frequency of occurrence of days with the increase (1) or decrease (2) in snow cover depth, and days without any change in depth during the periods with different air masses

Mean values for the years 1971–2000

spadkiem grubości pokrywy wśród wszystkich dni ze śniegiem podczas zalegania mas PA jest ok. 20% (z wyjątkiem marca). Na zachodzie kraju udział dni ze spadkiem grubości pokrywy podczas obecności mas PA jest większy (do 45,5% w marcu), a udział dni ze wzrostem oraz dni bez zmian grubości pokrywy waha się od ok. 10 do 50%.

W mało śnieżnych miesiącach (np. w kwietniu), kiedy trwałość pokrywy śnieżnej jest znikoma, przy obecności mas PA następuje zarówno opad śniegu, jak i jego wytopienie (tab. 2 i 3, rys. 2).

Częstość występowania dni z pokrywą śnieżną jest najmniejsza w masach PPM. Na zachodzie nawet w najbardziej

śnieżnych miesiącach (styczniu i lutym) nie przekracza 30%, a na wschodzie osiąga 55,5% (luty). Wartości te spadają do zera w mniej śnieżnych miesiącach: październiku (Legnica), kwietniu (Zamość) i maju (obie miejscowości) (tab. 1, rys. 1).

PPm wiąże się z dużą dynamiką grubości pokrywy śnieżnej – w masach powietrza tego typu najrzadziej obserwuje się trwanie pokrywy bez zmian. PPM często przynosi odwilże, szczególnie pod koniec sezonu śnieżnego. Udział dni ze spadkiem grubości pokrywy śnieżnej wśród wszystkich dni z pokrywą przy zaleganiu mas PPM wynosi ponad 50% w listopadzie, lutym (tylko w Zamościu) i w marcu. W Legnicy masy powietrza z zachodu dość często przynoszą także wzrost grubości pokrywy – ok. 35–40% w okresie od grudnia do marca. Mniejszy udział dni ze wzrostem grubości pokrywy obserwuje się w masach PPM na wschodzie Polski (25–32%, z wyjątkiem listopada) (tab. 2 i 3, rys. 2).

W masach PPK bardzo często notuje się obecność pokrywy śnieżnej. W Zamościu w styczniu częstość jej występowania wynosi 95,2%, a w Legnicy w listopadzie i styczniu przekracza 80%. Zaskakująco małą częstość dni z pokrywą śnieżną w masach PPK otrzymano dla grudnia w obu miejscowościach (tab. 1, rys. 1).

Chłodne i suche powietrze kontynentalne ze wschodu sprzyja przetrwaniu pokrywy śnieżnej. Świadczy o tym zdecydowana przewaga liczby dni z pokrywą śnieżną o stałej grubości nad liczbą dni ze zmianami grubości pokrywy. Szczególnie wyraźnie widać to w Zamościu, gdzie częstość dni bez zmian grubości pokrywy przy obecności PPK w okresie od listopada do stycznia wynosi ok. 70%, podczas gdy częstość dni ze wzrostem/spadkiem grubości

pokrywy nie przekracza 25 lub nawet 10%. W marcu na wschodzie kraju wzrasta dynamika grubości pokrywy śnieżnej w masach PPK; częstość dni ze wzrostem grubości osiąga ponad 20%, a częstość dni ze spadkiem przekracza 45%. Na zachodzie wartości te są o 10% większe (tab. 2 i 3, rys. 2).

Uwzględnione w opracowaniu PZ pojawia się bardzo rzadko w zimie nad obszarem Polski, zwłaszcza w okresach dłuższych niż jednodniowe. Przy przyjętych założeniach (por. rozdz. 2) nie odnotowano przypadków jego współwystępowania z pokrywą śnieżną w Legnicy lub w Zamościu.

DYSKUSJA WYNIKÓW I WNIOSKI

Analiza częstości dni z pokrywą śnieżną w czasie zalegania poszczególnych mas powietrza wskazuje na dwie z nich jako sprzyjające obecności śniegu: PA i PPK. Częstość pojawiania się dni z pokrywą śnieżną podczas adwekcji mas powietrza z północy (PA) lub ze wschodu (PPK) przekracza w niektórych miesiącach 80%. Jednak występowanie pokrywy śnieżnej w wymienionych masach powietrza cechuje różna dynamika. Bardziej wilgotne PA często powoduje opady śniegu i wzrost grubości pokrywy, natomiast suche i mroźne masy PPK gwarantują przetrwanie wcześniej uformowanej pokrywy śnieżnej. PPK najczęściej przybywa do Polski w układach wyżowych, które wiążą się z występowaniem w zimie typów pogody mroźnej i słonecznej lub mroźnej i pochmurnej bez opadu. Masy PA także przynoszą pogodę mroźną, ale może to być pogoda pochmurna z opadami atmosferycznymi (WIĘCŁAW 2004).

Obecność wymienionych powyżej mas powietrza istotnie wpływa na obec-

ność śniegu, ale częstość ich występowania jest znacznie mniejsza niż frekwencja PPM. Jak pokazują najnowsze badania, częstość PA nad południową Polską w chłodnej połowie roku waha się od 17,5% w styczniu do 26,0% w kwietniu (WIECŁAW 2004). Zwiększenie częstości występowania PA na wiosnę ma duże znaczenie dla krótkotrwałych i epizodycznych opadów śniegu, który pozostaje na powierzchni gruntu nie dłużej niż jeden dzień.

PPm jest masą powietrza najczęściej zalegającą nad obszarem Polski. Na zachodzie częstość jej występowania w chłodnej porze roku wynosi od 60,6% w kwietniu do 73,6% w grudniu. Na wschód dociera rzadziej: od 54% częstości w kwietniu do 69,3% w grudniu (WIECŁAW 2004). Ta masa powietrza najczęściej ze wszystkich powoduje zanik pokrywy śnieżnej. Również MRUGAŁA (1987) zaliczył masy PPM i PPMc (ciepłe), obok mas PZ, do najbardziej odwilżowych; za kryterium wydzielenia dni odwilżowych przyjął temperaturę maksymalną $\geq 0^{\circ}\text{C}$. Masy PPM mogą powodować także wzrost grubości pokrywy śnieżnej. Opady śniegu notuje się przy adwekcjach PPM z północnego zachodu lub przy napływie wychłodzonych mas PPM starego nad obszar zajmowany dotąd przez PA (BEDNORZ 2003). PPM najrzadziej stwarza warunki do przetrwania pokrywy bez zmian grubości.

W niniejszym opracowaniu wskazano masy powietrza sprzyjające formowaniu, przetrwaniu i zanikowi pokrywy śnieżnej. Jednak dla lepszego zrozumienia procesów rozwoju pokrywy śnieżnej potrzebne jest rozpoznanie warunków synoptycznych i układów barycznych, w jakich pojawiają się omawiane masy powietrza, powodując zmiany grubości warstwy śniegu.

LITERATURA

- BEDNORZ E., 2001: Pokrywa śnieżna a kierunki napływu mas powietrza w Polsce Północno-Zachodniej. Wyd. Naukowe UAM, Poznań, 131.
- BEDNORZ E., 2002: Snow cover in western Poland and macro scale circulation conditions. Int. J. Climatol., 22, 533–541.
- BEDNORZ E., 2003: Snow cover in Poznań in the winters of 1990–1999. Studia Geograficzne, 75, Acta Universitatis Wratislaviensis No 2542. Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, 310–320.
- BEDNORZ E., SZYGA-PLUTA K., 2004: Przyrosty grubości pokrywy śnieżnej a występowanie wybranych rodzajów chmur. Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. A – Geografia Fizyczna, 55, 29–34.
- Biuletyn Synoptyczny 1971–1972. Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny, Warszawa.
- Biuletyn Synoptyczny 1973–1979. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- CHRZANOWSKI J. 1986. Pokrywa śnieżna w Polsce, klasyfikacja jej grubości i regionalizacja. Wiadomości Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, 2, 45.
- Codzienny Biuletyn Meteorologiczny. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- DUBICKI A., 1973: Przyczyny oraz możliwości przewidywania wezbrań roztopowych w dorzeczu Odry. Dokumentacja Geograficzna, 6, 67–71.
- FALARZ M., 2002: Wieloletnia zmienność pokrywy śnieżnej w Polsce na tle zmian cyrkulacyjnych, termicznych i opadowych. Praca doktorska. Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- KUPCZYK E., 1968: Warunki synoptyczne występowania wezbrań roztopowych w Polsce południowej (na przykładzie zlewni górnego Dunajca). Przegląd Geofizyczny, 13(21), 2, 31–37.
- MRUGAŁA S., 1987: Typy cyrkulacji i masy powietrza a występowanie odwilży atmosferycznych w Polsce. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 42/43, 10, B, 173–187.
- NOWOSAD M., 1992: The dynamics of snow depth depending on the types of atmospheric circulation on the example of the

- Bieszczady Mountains. Wyd. UMCS, Lublin, 32.
- PACZOS S., 1982: Stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce. Wyd. UMCS, Lublin, 180.
- PACZOS S., 1985: Pokrywa śnieżna w Polsce. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, B, 40, 5, 78–104.
- PARCZEWSKI W., 1960: Warunki występowania nagłych wezbrań na małych ciekach. *Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej*, 8, 3, ss. 79.
- WIĘCŁAW M., 2004: Masy powietrza nad Polską i ich wpływ na typy pogody. Wyd. Nauk. Akademii Bydgoskiej, Bydgoszcz, 153.

Recenzent: prof. UAM dr hab. Jan Tamulewicz

*Ewa Bednorz
Zakład Klimatologii
Instytut Geografii Fizycznej
i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*

*Mirosław Więclaw
Zakład Geografii Fizycznej i Ochrony Krajobrazu
Instytut Geografii
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy*

SNOW COVER OCCURRENCE IN DIFFERENT AIR MASSES IN THE INSTANCE OF LEGNICA AND ZAMOŚĆ

Summary

The relationships between the kind of air masses and snow cover occurrence in two stations: Legnica and Zamość were investigated, using daily snow cover depths and daily calendar of air masses for the years 1971–2000. The frequency of the days with snow cover in the different air masses was counted and furthermore, air masses favourable to increases and decreases in snow cover depth were singled out. Snow cover appears most often in arctic

and polar-continental air masses. Arctic air is favourable to snowfalls, which lead to increases in the snow cover depth, while polar-continental air guarantees snow sustainment. Polar-maritime air which is the most frequent in Poland during the wintertime can also bring snowfalls, but in this air masses snow does not last long, because polar-maritime air is the most favourable to decreases in snow cover depth.