

Stanisław PACZOS

Pokrywa śnieżna w Polsce

Snow Cover in Poland

Снежный покров в Польше

WSTĘP

Pokrywa śnieżna, która w warunkach klimatycznych Polski zalega na powierzchni ziemi w chłodnej porze roku, jest ważnym parametrem klimatycznym. Śnieg, będący pewnym rodzajem powierzchni czynnej, ze względu na swoje właściwości fizyczne (mały współczynnik przewodnictwa cieplnego), stanowi warstwę izolacyjną, chroniącą glebę przed znaczniejszą utratą ciepła. Ta termoizolacyjna rola pokrywy śnieżnej ma duże znaczenie dla przetrwania roślin ozimych. Zbyt duża wysokość pokrywy śnieżnej, przemieszczanie suchego śniegu z terenów otwartych i akumulacja w miejscach o mniejszej prędkości wiatru powoduje tworzenie się zasp śnieżnych, które mogą stanowić utrudnienie dla komunikacji i transportu. Duża miąższość śniegu i znaczna jego gęstość są zagrożeniem w budownictwie, zwłaszcza dla budynków mających płaskie dachy. Pokrywa śnieżna zalegająca obszary leśne, w których zanika znacznie wolniej niż na terenach otwartych, przyczynia się do łagodzenia spływu wód w okresie wiosennym, chroniąc tym samym przed powodzią.

Wiele aspektów praktycznego wykorzystania badań nad pokrywą śnieżną, z których niektóre wymieniono wyżej, a także jej duże przestrzenne i czasowe zróżnicowanie przyczyniły się do znacznego zainteresowania tym elementem meteorologicznym. Systematyczne pomiary wysokości pokrywy śnieżnej rozpoczęto stosunkowo późno, gdyż dopiero w drugiej połowie XIX wieku (Le w ińska 1963, Jackson 1977).

PRZEGLĄD LITERATURY

Pierwsze opracowania dotyczące pokrywy śnieżnej pochodzą z końca XIX stulecia (Ratzel 1889, Voelkov 1889, Birkner 1890). W polskiej literaturze klimatologicznej z tego okresu znajdujemy dwuczęściowe opracowanie

Wróblewskiego (1893a, 1893b), w którym autor zwrócił uwagę na znaczenie badań pokrywy śnieżnej i postulował konieczność wprowadzenia pomiarów tego elementu meteorologicznego. W tym samym roku, w którym ukazało się opracowanie Wróblewskiego (1893), pierwsze badania nad pokrywą śnieżną w Tarnopolu rozpoczął Satke (1900). W dwa lata później (1895) zapoczątkowano systematyczne pomiary wysokości pokrywy śnieżnej w dorzeczu Dniestru (Kosińska-Bartnicka 1924, Kosiba 1949, Milata 1950, Lewińska 1963). Satke (1900) przedstawił wyniki swoich badań nad pokrywą śnieżną w Tarnopolu w okresie 1893—1898. Kilkanaście lat później ukazało się stosunkowo obszerne opracowanie Kamińskiej (1912), w którym omówiono liczbę dni z pokrywą śnieżną na obszarze północnej strony Karpat. W pracy tej wykorzystano materiał źródłowy z 248 stacji meteorologicznych za okres 1900—1910.

Na początku XX wieku ukazało się w Europie wiele nowych publikacji omawiających zagadnienie pokrywy śnieżnej. Wśród nich można wymienić następujące opracowania: Hellmana (1921), Dieckmanna (1930), Conrada (1931), Peplera (1932), Rumopfa (1934), Milaty (1937), Eckela (1938) i Ekhearta (1940). W większości tych prac omówiono liczbę dni z pokrywą śnieżną oraz średnią jej wysokość, a niekiedy także daty pojawienia się i zaniku pokrywy śnieżnej.

Po II wojnie światowej pojawiły się w literaturze krajowej i zagranicznej prace zawierające charakterystyki pokrywy śnieżnej, z których jako ważniejsze można wymienić opracowania: Kosiby (1949, 1950), Milaty (1950), Brose (1952), Chomicza (1953, 1975), Kühle-Scheidemantela (1956), Glebowej (1958), Schulza (1965), Obrębskiej-Starkłowej (1968), Pershagena (1969), Marxa (1969), Balakiriewa (1972), Jacksona (1977), Michny i Paczosa (1976), Steinhausera (1979), Paczosa (1982). Tylko w kilku z nich omówiono pokrywę śnieżną na obszarze całej Polski. Wymienić tu należy opracowania: Kühle-Scheidemantela (1956) i Glebowej (1958), w których przedstawiono rozkład przestrzenny liczby dni z pokrywą śnieżną na obszarze Europy, a w tym także i Polski, oraz prace Milaty (1950), a także dwie nowsze Chomicza (1975) i Paczosa (1982), zawierające charakterystykę pokrywy śnieżnej dla obszaru Polski.

Milata (1950) przedstawił trwałość pokrywy śnieżnej w Polsce, wykorzystując dane z 217 stacji meteorologicznych w okresie 1900—1914. Zwrócił on między innymi uwagę na wiele czynników lokalnych i regionalnych, które mają duży wpływ na pokrywę śnieżną. Z zamieszczonej mapy obrazującej trwałość pokrywy śnieżnej wynika, że liczba dni z pokrywą śnieżną na obszarze Polski zmieniała się od około 40 dni na Nizinie Śląskiej do około 90 dni w północno-wschodniej części kraju i do ponad 200 dni w najwyższych partiach Karpat i Sudetów. Chomicz (1975) opracował statystyczne charakterystyki pokrywy śnieżnej dla wybranych stacji meteorologicznych z obszaru Polski w okresie 1950—1970. Paczos (1982), analizując stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce dla okresu 1950/51—1974/75, przedstawił przestrzenny rozkład liczby dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm i > 20 cm oraz sumy wysokości pokrywy śnieżnej w sezonie zimowym (od grudnia do marca). W *Atlasie klimatycznym Polski* (1975) oprócz wielu innych elementów meteorologicznych przedstawiono również rozkład liczby dni z pokrywą śnieżną, średnią

jej grubość oraz średnie daty pierwszej i ostatniej pokrywy śnieżnej dla okresu 1950/51—1959/60.

Brak w polskiej literaturze klimatologicznej opracowania omawiającego pokrywę śnieżną na obszarze całego kraju i uwzględniającego jednocześnie wieloletnią, tzw. „normalną”, serię pomiarową uzasadnia celowość podjęcia niniejszej pracy.

MATERIAŁ I METODA OPRACOWANIA

Podstawowym materiałem źródłowym były dobowe wysokości pokrywy śnieżnej dla 57 stacji meteorologicznych w okresie 1950/51—1979/80 (tab. 1, ryc. 1).



Ryc. 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych
Location of meteorological stations

Po zestawieniu dobowych wysokości pokrywy śnieżnej dla poszczególnych stacji meteorologicznych obliczono liczbę dni z pokrywą śnieżną, wyznaczono skrajne i średnie daty pierwszej i ostatniej pokrywy śnieżnej oraz określono jej maksymalną wysokość. Średnią wysokość pokrywy śnieżnej obliczono

Tab. 1. Wykaz stacji meteorologicznych uwzględnionych w opracowaniu
List of meteorological stations considered in the paper

Lp.	Nazwa stacji	Szerokość geogr.	Długość geogr.	Wysokość n.p.m.
1.	Aleksandrowice	49°48'	19°00'	398
2.	Barwinek	49°26'	21°41'	420
3.	Białystok	53°06'	23°10'	148
4.	Bydgoszcz	53°06'	17°58'	72
5.	Chojnice	53°42'	17°33'	172
6.	Częstochowa	50°49'	19°06'	295
7.	Elbląg	54°10'	19°26'	38
8.	Gdańsk	54°23'	18°36'	13
9.	Gorzów Wlkp.	52°44'	15°15'	65
10.	Hel	54°36'	18°49'	1
11.	Jelenia Góra	50°54'	15°48'	342
12.	Kalisz	51°44'	18°05'	140
13.	Kasprowy Wierch	49°44'	19°59'	1991
14.	Katowice	50°29'	19°05'	317
15.	Kętrzyn	54°05'	21°22'	108
16.	Kielce	50°51'	20°37'	268
17.	Kłodzko	50°26'	16°39'	316
18.	Koło	52°12'	18°40'	116
19.	Kolobrzeg	54°11'	15°35'	3
20.	Kraków	50°05'	19°48'	237
21.	Legnica	51°13'	16°10'	122
22.	Lębork	54°33'	17°45'	17
23.	Lublin	51°14'	22°34'	171
24.	Łódź	51°44'	19°24'	187
25.	Mława	53°06'	20°21'	147
26.	Nowy Sącz	49°37'	20°42'	292
27.	Olsztyn	53°46'	20°25'	133
28.	Opole	50°40'	17°58'	176
29.	Ostrołęka	53°05'	21°34'	95
30.	Płock	52°32'	19°40'	63
31.	Poznań	52°25'	16°50'	86
32.	Przemyśl	49°48'	22°46'	279
33.	Rabka	49°37'	19°57'	510
34.	Racibórz	50°05'	18°13'	190
35.	Radom	51°25'	21°07'	178
36.	Resko	53°46'	15°25'	51
37.	Rzeszów	50°06'	22°03'	200
38.	Sandomierz	50°42'	21°43'	217
39.	Siedlce	52°11'	22°16'	146
40.	Słubice	52°21'	14°36'	21
41.	Suwałki	54°08'	22°57'	184
42.	Szczecin	53°24'	14°37'	1
43.	Szczecinek	53°43'	16°41'	137
44.	Snieżka	50°44'	15°44'	1603
45.	Świnoujście	53°55'	14°14'	1
46.	Tarnów	50°02'	20°59'	209
47.	Toruń	53°03'	18°35'	69
48.	Ustka	54°35'	16°52'	6
49.	Wałcz	53°17'	16°28'	111
50.	Warszawa	52°09'	20°59'	106
51.	Wieluń	51°13'	18°35'	195
52.	Włodawa	51°33'	23°33'	175
53.	Wrocław	51°06'	16°53'	120
54.	Zakopane	49°18'	19°57'	857
55.	Zamość	50°42'	23°15'	212
56.	Zgorzelec	51°08'	15°02'	203
57.	Zielona Góra	51°56'	15°30'	180

dwoma sposobami: dzieląc sumę wysokości śniegu przez liczbę dni z pokrywą śnieżną oraz dzieląc sumę wysokości śniegu przez liczbę wszystkich dni w przyjętym okresie opracowania.

Wybrane charakterystyki pokrywy śnieżnej obliczono dla poszczególnych sezonów zimowych. Za sezon zimowy przyjęto okres z przełomu dwu lat kalendarzowych, wyznaczony przez datę pojawienia się pierwszego dnia z pokrywą śnieżną na jesieni oraz datę ostatniego dnia na wiosnę. Wyznaczony tym sposobem sezon zimowy objął na Kasprowym Wierchu 12 miesięcy: od sierpnia do lipca, na Śnieżce — 10 miesięcy: od września do czerwca, natomiast na pozostałych 55 stacjach meteorologicznych — 8 miesięcy: od października do maja.

Ponadto w niniejszym opracowaniu obliczono zależności korelacyjne i równania regresji, podobnie jak czynili to wcześniej: Chomicz (1953), Hess (1967), Stopa-Boryczka i Boryczka (1974) oraz Michna i Paczos (1976). Zależności te obliczono między poszczególnymi charakterystykami pokrywy śnieżnej a wysokością nad poziomem morza oraz szerokością i długością geograficzną. Istotność statystyczną obliczonych współczynników korelacji „ r_{xy} ” sprawdzono wykorzystując wzór Fischera:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

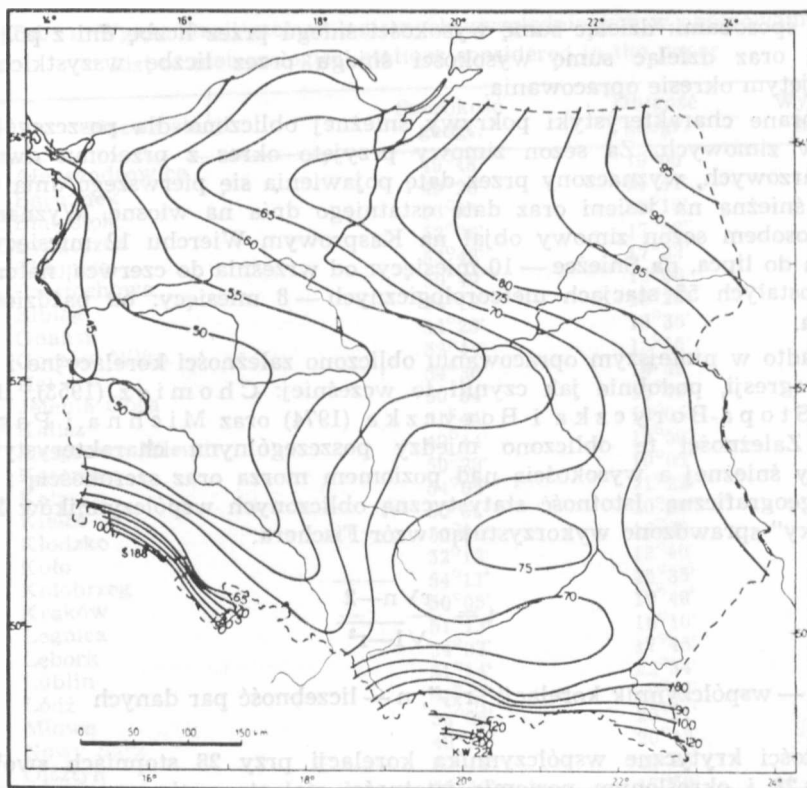
gdzie: r — współczynnik korelacji „ r_{xy} ”, n — liczebność par danych

Wartości krytyczne współczynnika korelacji przy 28 stopniach swobody ($n-2$) = 28 i określonym poziomie istotności statystycznej wynoszą: poziom istotności 0,10, 0,05, 0,01, 0,001; r_{xy} = 0,311, 0,361, 0,463, 0,571. Przy ustalaniu zależności korelacyjnych dla 57 stacji meteorologicznych liczba stopni swobody ($n-2$) wynosi 55. Wartości krytyczne współczynnika korelacji przy tej liczbie stopni swobody są następujące: poziom istotności 0,10, 0,05, 0,01, 0,001 i odpowiednio r_{xy} = 0,221, 0,261, 0,339, 0,425. Dla zależności, które charakteryzowały współczynniki korelacji wyższe niż wartości krytyczne na poziomie 0,05, 0,01 i 0,001, obliczono równania regresji liniowej.

Zmienność czasową i przestrzenną poszczególnych charakterystyk pokrywy śnieżnej wyrażono: zakresem wahań, odchyleniem standardowym i współczynnikiem zmienności. Zróznicowanie przestrzenne analizowanych charakterystyk pokrywy śnieżnej na obszarze Polski zobrazowano kartograficznie za pomocą metody izolinii.

LICZBA DNI Z POKRYWĄ ŚNIEŻNĄ

Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną w sezonie zimowym, obliczona jako średnia arytmetyczna z 57 stacji meteorologicznych, wyniosła dla Polski 72 dni. W poszczególnych stacjach meteorologicznych zmieniała się ona od 42 dni w Słubicach i 43 dni w Szczecinie do 188 dni na Śnieżce i 224 dni na Kasprowym Wierchu. W rozkładzie przestrzennym (ryc. 2) wyraźnie zaznaczają

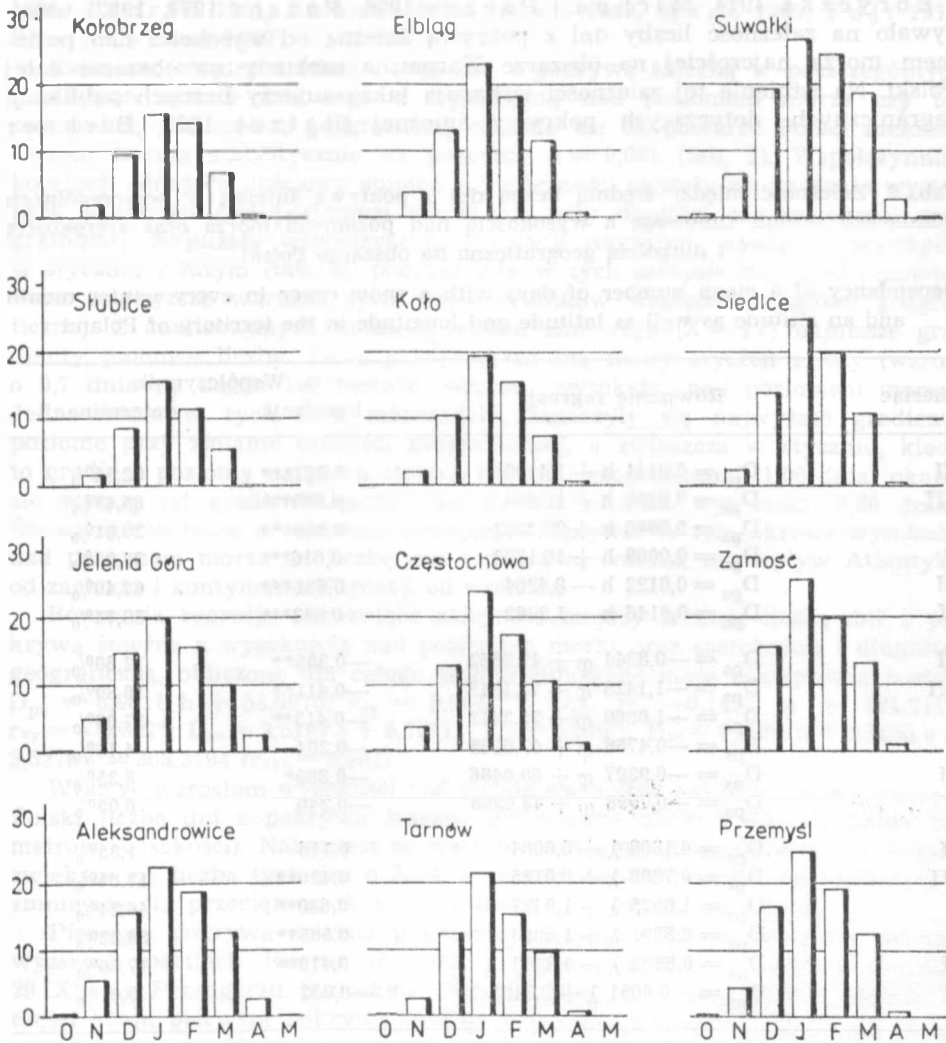


Ryc. 2. Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną w okresie 1950/51—1979/80
Mean number of days with a snow cover during the period 1950/51—1979/80

się obszary górskie Karpat i Sudetów oraz północno-wschodnia część Polski (Suwałki 99 dni, Białystok 89 dni). Przy przesuwaniu się z zachodu na wschód wzrasta średnia liczba dni z pokrywą śnieżną (np. Słubice 42 dni, Poznań 50 dni, Koło 55 dni, Płock 59 dni, Warszawa 63 dni i Siedlce 73 dni). Po wyłączeniu obszarów górskich Karpat i Sudetów obserwuje się także wzrost liczby dni z pokrywą śnieżną w miarę przesuwania się od południa ku północy (np. Wrocław 47 dni, Poznań 50 dni, Ustka 58 dni oraz Zamość 79 dni, Włodawa 81 dni, Białystok 89 dni i Suwałki 99 dni).

Zakres zmienności średniej liczby dni z pokrywą śnieżną wyniósł na obszarze Polski 182 dni (Kasprowy Wierch 224 dni — Słubice 42 dni). Z innych miar zmienności: odchylenie standardowe wyniosło 29,9 dnia, a współczynnik zmienności 41,4%.

Największa liczba dni z pokrywą śnieżną przypadła na styczeń (przeciętnie od 15 dni w Słubicach do 31 dni na Kasprowym Wierchu), a następnie na luty (od 11 dni w Słubicach do 28 dni na Kasprowym Wierchu) i grudzień (od 8 dni w Szczecinie do 31 dni na Kasprowym Wierchu). W marcu średnia liczba dni z pokrywą śnieżną zmieniała się na obszarze Polski od 5 dni w Słubicach do 31 dni na Kasprowym Wierchu. Przedstawiono przebieg średniej liczby



Ryc. 3. Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną w poszczególnych miesiącach okresu zimowego dla wybranych stacji meteorologicznych
 Mean number of days with a snow cover during each month of a winter season for some meteorological stations

dni z pokrywą śnieżną w poszczególnych miesiącach sezonu zimowego dla wybranych stacji meteorologicznych (ryc. 3). Po wyłączeniu obszarów górskich występowanie liczby dni z pokrywą śnieżną ogranicza się na obszarze Polski do miesięcy: listopad—kwiecień. Tylko sporadycznie notowano te dni w październiku i w maju.

Wielu autorów (Kamińska 1912, Milata 1937, 1950, Kosiba 1949, 1950, Chomicz 1953, Madany 1961, Czemerda 1967, Hess 1967, Obrębska-Starkłowa 1968, Leśniakowa 1973, Stopa-Boryczka

i Boryczka 1974, Michna i Paczos 1976, Paczos 1977, 1982) wskazywało na zależność liczby dni z pokrywą śnieżną od wysokości nad poziomem morza najczęściej na obszarze Karpat, a niekiedy na obszarze całej Polski. Na istnienie tej zależności wskazują także autorzy licznych publikacji zagranicznych, dotyczących pokrywy śnieżnej (Ratzel 1889, Birkner

Tab. 2. Zależność między średnią liczbą dni z pokrywą śnieżną w poszczególnych miesiącach sezonu zimowego a wysokością nad poziomem morza oraz szerokością i długością geograficzną na obszarze Polski

Dependency of a mean number of days with a snow cover in every winter month and an altitude as well as latitude and longitude in the territory of Poland

Miesiąc	Równanie regresji	Współczynnik	
		korelacji	determinacji
XI	$D_{ps} = 0,0144 h + 1,4100$	0,962***	92,54%
XII	$D_{ps} = 0,0108 h + 1,3600$	0,809***	65,45%
I	$D_{ps} = 0,0066 h + 20,4282$	0,556***	30,91%
II	$D_{ps} = 0,0069 h + 16,1732$	0,616***	37,95%
III	$D_{ps} = 0,0122 h - 8,4264$	0,821***	67,40%
IV	$D_{ps} = 0,0146 h - 1,2782$	0,942***	88,74%
XI	$D_{ps} = -0,8344 \varphi + 47,3662$	-0,355**	12,60%
XII	$D_{ps} = -1,1425 \varphi + 73,1813$	-0,411**	16,89%
I	$D_{ps} = -1,0260 \varphi + 75,2413$	-0,413**	17,08%
II	$D_{ps} = -0,4786 \varphi + 42,6165$	-0,204	4,16%
III	$D_{ps} = -0,9397 \varphi + 60,0486$	-0,289*	8,35%
IV	$D_{ps} = -0,7998 \varphi + 43,6265$	-0,246	6,05%
XI	$D_{ps} = 0,1808 \lambda + 0,6084$	0,116	1,35%
XII	$D_{ps} = 0,7308 \lambda + 0,0125$	0,420**	17,64%
I	$D_{ps} = 1,0575 \lambda + 1,9427$	0,680**	46,24%
II	$D_{ps} = 0,8591 \lambda + 1,5063$	0,585**	34,22%
III	$D_{ps} = 0,8232 \lambda - 4,3343$	0,419**	17,56%
IV	$D_{ps} = -0,0651 \lambda + 3,3123$	-0,032	0,01%
XI	$D_{ps} = 0,0128 h + 0,5302 \varphi + 0,1438 \lambda - 29,1688$		(r = 0,990)
XII	$D_{ps} = 0,0120 h + 0,4873 \varphi + 0,6982 \lambda - 27,4499$		(r = 0,931)
I	$D_{ps} = 0,0076 h + 0,3116 \varphi + 1,0427 \lambda - 15,7116$		(r = 0,900)
II	$D_{ps} = 0,0092 h + 0,9122 \varphi + 0,9124 \lambda - 49,0103$		(r = 0,916)
III	$D_{ps} = 0,0148 h + 1,0564 \varphi + 0,8404 \lambda - 62,9175$		(r = 0,958)
IV	$D_{ps} = 0,0171 h + 0,9743 \varphi - 0,0716 \lambda - 51,1062$		(r = 0,987)

D_{ps} — liczba dni z pokrywą śnieżną (średnia wieloletnia), h — wysokość nad poziomem morza w metrach, φ — szerokość geograficzna (minuty w częściach setnych), λ — długość geograficzna (minuty w częściach setnych), *** — stopień istotności statystycznej na poziomie 0,001, ** — stopień istotności statystycznej na poziomie 0,01, * — stopień istotności statystycznej na poziomie 0,05, r — współczynnik korelacji wielokrotnej.

1890, Conrad 1931, Ekhardt 1940, Gows 1962, Marx 1969, Fojt 1974, Steinhauser 1979).

Zależność między średnią liczbą dni z pokrywą śnieżną w poszczególnych miesiącach sezonu zimowego a wysokością nad poziomem morza czy też szerokością i długością geograficzną okazała się na obszarze Polski niekiedy wysoce istotna statystycznie na poziomie $\alpha = 0,001$ (tab. 2). Współczynniki korelacji oddające ilościowo stopień tej zależności okazały się znacznie wyższe przy wysokości nad poziomem morza niż przy długości czy szerokości geograficznej. Najniższe współczynniki korelacji względem wysokości wystąpiły w styczniu i lutym (tab. 2), podczas gdy w tych samych miesiącach zanotowano najwyższe wartości tych współczynników względem długości geograficznej. Z analizowanych miesięcy sezonu zimowego (X—IV) najniższe gradienty pionowe liczby dni z pokrywą śnieżną miały styczeń i luty (wzrost o 0,7 dnia na każde 100 metrów wzrostu wysokości nad poziomem morza). Jednocześnie w tych dwu miesiącach zaznaczyły się najwyższe gradienty poziome przy zmianie długości geograficznej, a zwłaszcza w styczniu, kiedy to gradient poziomy na jeden stopień długości geograficznej (1,06 dnia) okazał się wyższy od gradientu pionowego na 100 metrów wysokości (0,66 dnia). Świadczyć to może o wyraźnie mniejszym wpływie w tym okresie wysokości nad poziomem morza na liczbę dni z pokrywą śnieżną niż wpływ Atlantyku od zachodu i kontynentu Euroazji od wschodu.

Równania regresji, obrazujące zależność między średnią liczbą dni z pokrywą śnieżną a wysokością nad poziomem morza oraz szerokością i długością geograficzną, obliczone dla całego sezonu zimowego mają następującą postać: $D_{ps} = 0,0811 h + 53,6670$, $r_{xy} = 0,904^{***}$; $D_{ps} = -6,1492 \varphi + 391,7113$, $r_{xy} = -0,327^*$; $D_{ps} = 3,5197 \lambda + 5,7271$, $r_{xy} = 0,299^*$; $D_{ps} = 0,0951 h + 5,5263 \varphi + 3,5278 \lambda - 303,3194$ ($r_{xyz} = 0,991$).

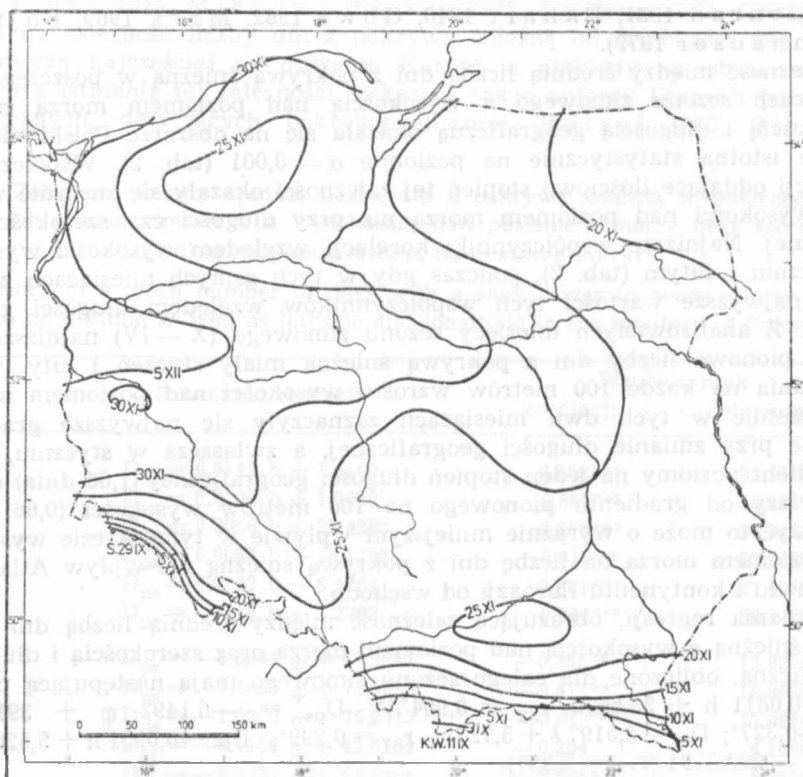
Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza zwiększa się na obszarze Polski liczba dni z pokrywą śnieżną (przeciętnie około 9 dni na każde 100 metrów wysokości). Natomiast ze wzrostem długości geograficznej o 1 stopień zwiększa się liczba tych dni o 3—4, a ze wzrostem szerokości geograficznej — zmniejsza się przeciętnie około 5—6 dni na 1 stopień szerokości.

Pierwsza pokrywa śnieżna pojawiała się przeciętnie najwcześniej w najwyższych partiach Karpat (Kasprowy Wierch 11 IX) i Sudetów (Śnieżka 29 IX). Na Przedgórzu Sudeckim, Pogórzu Karpackim i północno-wschodniej części kraju pierwsza pokrywa śnieżna pojawiała się przeciętnie około 20 listopada (ryc. 4). Najpóźniej (po 5 grudnia) pokrywa śnieżna pojawiała się w dolinie Odry, poniżej ujścia Nisy Łużyckiej.

Zależność między średnią datą pierwszej pokrywy śnieżnej a wysokością nad poziomem morza oraz długością i szerokością geograficzną wyrażają następujące równania: $P_{ps} = -0,0405 h + 340,6196$, $r_{xy} = -0,968^{***}$; $P_{ps} = 3,0838 \varphi + 166,9637$, $r_{xy} = 0,352^{**}$; $P_{ps} = -0,9911 \lambda + 345,8916$, $r_{xy} = -0,335^*$.

W miarę wzrostu wysokości nad poziomem morza średnia data pierwszej pokrywy śnieżnej jest wcześniejsza o 4 dni na każde 100 metrów wysokości, natomiast wraz ze wzrostem szerokości geograficznej staje się późniejsza o 3 dni na 1 stopień, a w miarę wzrostu długości geograficznej — wcześniejsza około 1 dzień na 1 stopień.

Najwcześniejszy zanik pokrywy śnieżnej następował w dolinie Odry, poniżej ujścia Nisy Łużyckiej — przeciętnie około 20 marca (ryc. 5). We wschodniej części Polski, na Pojezierzu Mazurskim, Wyżynie Lubelskiej i Rostoczu ostat-



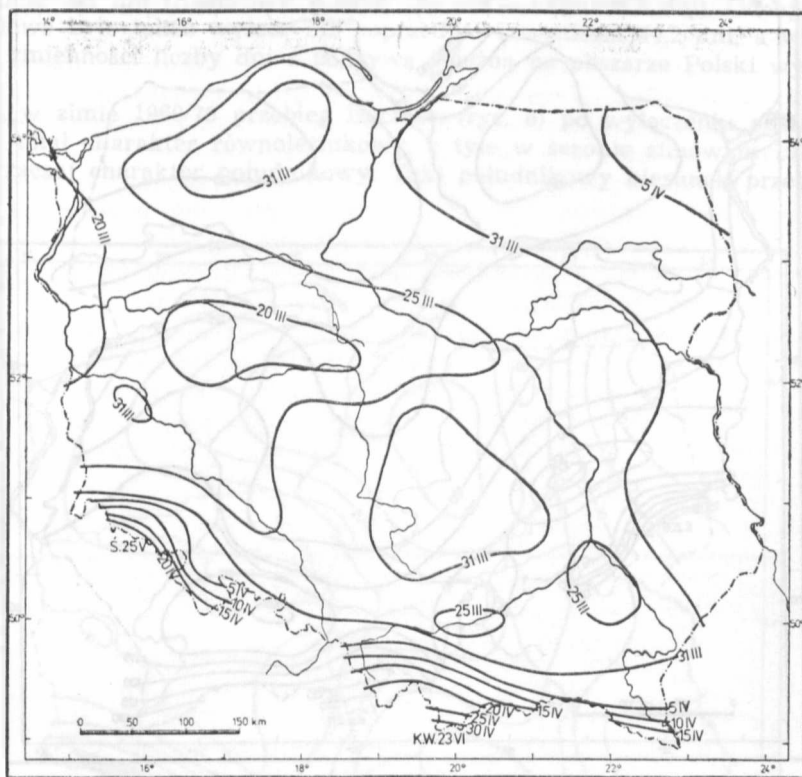
Ryc. 4. Średnia data pierwszej pokrywy śnieżnej w Polsce
Mean date of the first snow cover in Poland

nia pokrywa śnieżna utrzymywała się średnio do początku pierwszej dekady kwietnia. Najdłużej pokrywa śnieżna zalegała w najwyższych partiach Karpat—do początku trzeciej dekady czerwca (Kasprowy Wierch 23 VI), a w szczytowych partiach Sudetów ostatnia pokrywa śnieżna zanikała nieco wcześniej—trzecia dekada maja (Śnieżka 25 V).

Zależność między średnią datą ostatniej pokrywy śnieżnej w sezonie zimowym a wysokością nad poziomem morza oraz szerokością i długością geograficzną okazała się mniej ścisła niż przy pierwszej pokrywie śnieżnej: $K_{ps} = 0,0400 h + 77,2795$, $r_{xy} = 0,868^{***}$; $K_{ps} = -2,9349 \varphi + 243,0505$, $r_{xy} = -0,335^*$; $K_{ps} = 0,9125 \lambda + 73,3448$, $r_{xy} = 0,151$.

Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza średnia data ostatniej pokrywy śnieżnej staje się późniejsza około 4 dni na każde 100 metrów wysokości. Istotność statystyczną bliską poziomowi 0,01, lecz odwrotnie proporcjonalną stwierdzono między średnią datą ostatniej pokrywy śnieżnej a szerokością geograficzną.

W poszczególnych sezonach zimowych daty pierwszej i ostatniej pokrywy śnieżnej oraz liczba dni z pokrywą śnieżną różniły się znacznie od wartości średnich (ryc. 2, 4 i 5). W przeważającej liczbie stacji największą liczbę dni

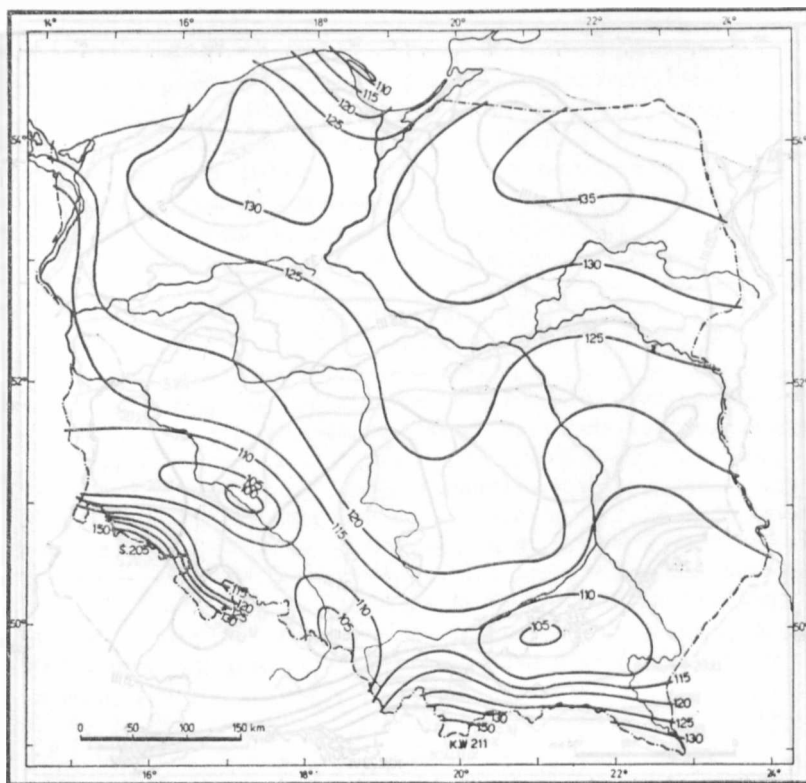


Ryc. 5. Średnia data ostatniej pokrywy śnieżnej w Polsce
Mean date of the last snow cover in Poland

z pokrywą śnieżną zanotowano w sezonie zimowym 1969/70 (ryc. 6), zaś najmniejszą — w 1974/75 (ryc. 7).

W sezonie zimowym 1969/70 liczba dni z pokrywą śnieżną na obszarze Polski zmieniła się od około 100 dni na Nizinie Śląskiej (Wrocław 99 dni, Legnica 103 dni) do ponad 130 dni w północno-wschodniej części kraju (Suwałki 138 dni, Kętrzyn i Olsztyn po 135 dni, Mława 134 dni, Białystok 132 dni) oraz powyżej 200 dni w szczytowych partiach Sudetów (Śnieżka 205 dni) i Karpat (Kasprowy Wierch 211 dni). Na zmniejszenie liczby dni z pokrywą śnieżną na obszarze Podgórze Sudeckiego, Niziny Śląskiej, Pogórza Karpackiego oraz Kotliny Oświęcimskiej i Sandomierskiej zdają się mieć wpływ wiatry typu fenowego, które po zawietrznej stronie Sudetów i Karpat sprzyjają zanikaniu śniegu. Potwierdzenie tych przypuszczeń wymaga jednak dalszych szczegółowych badań, odnoszących się nie tylko do stosunków niwalnych, ale także do termicznych i anemologicznych.

Zróznicowanie liczby dni z pokrywą śnieżną w sezonie zimowym 1969/70 między wschodnią a zachodnią częścią kraju (ryc. 2) było stosunkowo niewielkie i wynosiło tylko około 10–15 dni (Swinoujście 123 dni — Suwałki 138 dni, Stubice 113 dni — Siedlce 121 dni, Zgorzelec 109 dni — Lublin 115 dni).



Ryc. 6. Liczba dni z pokrywą śnieżną w sezonie zimowym 1969/70 (najbardziej śnieżnym w okresie 1950/51—1979/80)

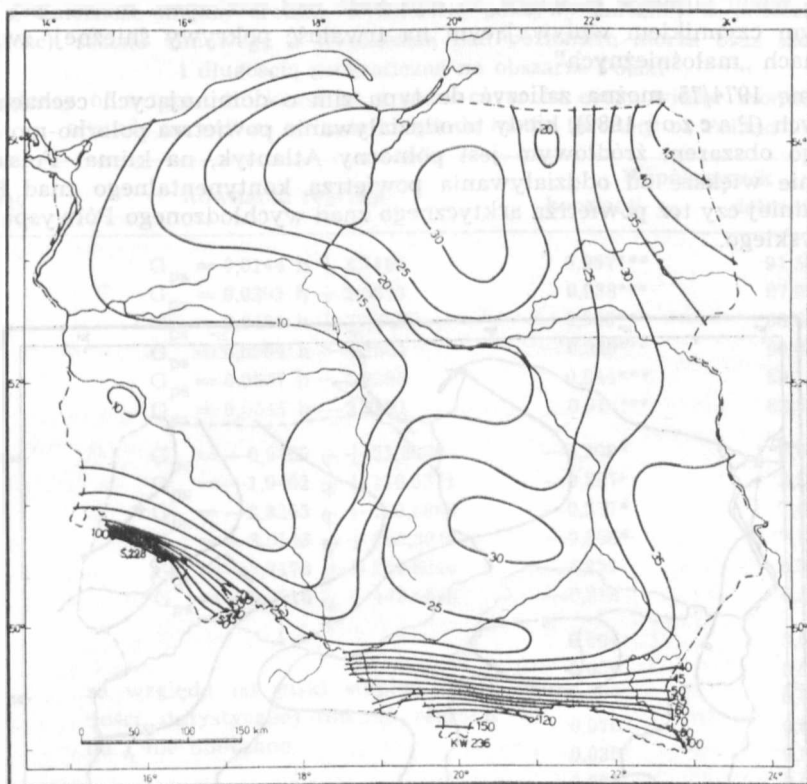
Number of days with a snow cover in winter 1969/70 (i.e. the most snowy period from 1950/51 to 1979/80)

Wymienione pary stacji meteorologicznych leżą na zbliżonej szerokości geograficznej: Swinoujście — Suwałki około 54°N , Słubice — Siedlce około 52°N i Zgorzelec — Lublin około 51°N . Bardziej wyraźnie zaznaczyło się zróżnicowanie w kierunku północ — południe (ryc. 6), zwłaszcza w pasie 16° — 18° E i 21° — 23° E: Ustka 130 dni, Szczecinek 131 dni, Poznań 121 dni, Wrocław 99 dni oraz Suwałki 138 dni, Białystok 132 dni, Włodawa 123 dni, Zamość 113 dni. Zróżnicowanie liczby dni z pokrywą śnieżną na obszarze Polski w sezonie zimowym 1969/70 wyrażone zakresem zmienności wyniosło 112 dni (Kasprowy Wierch 211 dni, Wrocław 99 dni). Odchylenie standardowe wyniosło 18,6 dni, a współczynnik zmienności tylko $15,1^{\circ}\text{o}$.

W sezonie zimowym 1974/75 liczba dni z pokrywą śnieżną zmieniła się od kilku dni na zachodzie kraju (Legnica 5 dni, Słubice i Szczecin 6 dni, Wrocław 8 dni, Swinoujście 9 dni) do około 40 dni na północnym wschodzie (Suwałki 47 dni, Białystok 36 dni) oraz do około 230 dni w szczytowych partiach Karpat i Sudetów (ryc. 7). Zakres zmienności liczby dni z pokrywą śnieżną był dwukrotnie wyższy niż w sezonie zimowym 1969/70 i wyniósł

w tej ziemie 231 dni (Kasprowy Wierch 236 dni — Legnica 5 dni). Odchylenie standardowe było także wyższe niż poprzednio i wyniosło 44,2 dni, a współczynnik zmienności liczby dni z pokrywą śnieżną na obszarze Polski wyniósł 132,7%.

O ile w zimie 1969/70 przebieg izochion (ryc. 6) po wyłączeniu obszarów górskich miał charakter równoleżnikowy, o tyle w sezonie zimowym 1974/75 (ryc. 7) raczej charakter południkowy. Taki południkowy kierunek przebiegu



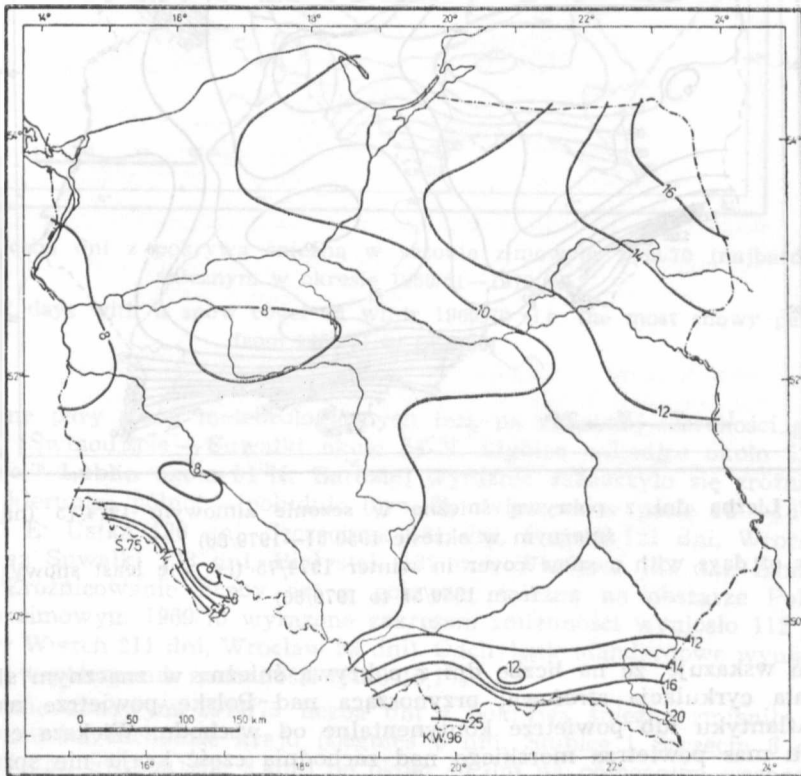
Ryc. 7. Liczba dni z pokrywą śnieżną w sezonie zimowym 1974/75 (najmniej śnieżnym w okresie 1950/51—1979/80)

Number of days with a snow cover in winter 1974/75 (i.e. the least snowy period from 1950/51 to 1979/80)

izochion wskazuje, że na liczbę dni z pokrywą śnieżną w znacznym stopniu wpływała cyrkulacja strefowa, przynosząca nad Polskę powietrze morskie znad Atlantyku lub powietrze kontynentalne od wschodu. Większa częstość napływu mas powietrza morskiego nad zachodnią część kraju nie sprzyjała utrwaleniu się i zachowaniu pokrywy śnieżnej, stąd też tylko kilka lub kilkanaście dni z pokrywą śnieżną na tych obszarach. Większa częstość występowania powietrza polarno-kontynentalnego we wschodniej części kraju w porównaniu z zachodnią sprzyjała bardziej stabilizacji pokrywy śnieżnej, stąd

większa liczba dni z pokrywą śnieżną niż w części zachodniej. Przy sytuacjach synoptycznych warunkujących względnie łagodne i małośnieżne zimy (przewaga cyrkulacji cyklonalnej z kierunku NW, W i SW) na obszarze Polski występują jednocześnie warunki sprzyjające utrzymywaniu się pokrywy śnieżnej w obszarach górskich Sudetów i Karpat. W obu wymienionych pasmach górskich liczba dni z pokrywą śnieżną w sezonie zimowym 1974/75 była większa niż w sezonie 1969/70, uznanym za najbardziej „śnieżny” w analizowanym okresie 1950/51—1979/80. Tym samym zostają ponownie potwierdzone wyniki badań wielu autorów mówiące, że wysokość nad poziomem morza jest bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na trwałość pokrywy śnieżnej, zwłaszcza w zimach „małośnieżnych”.

Zimą 1974/75 można zaliczyć do typu zim o dominujących cechach oceanicznych (Paczos 1982), kiedy to oddziaływanie powietrza polarno-morskiego, którego obszarem źródłowym jest północny Atlantyk, na klimat Polski było znacznie większe od oddziaływania powietrza kontynentalnego z nad Europy wschodniej czy też powietrza arktycznego z nad wychłodzonego Półwyspu Skandynawskiego.



Ryc. 8. Średnia wysokość pokrywy śnieżnej na obszarze Polski w okresie 1950/51—1979/80

Mean thickness of a snow cover in Poland during the period 1950/51—1979/80

ŚREDNIA WYSOKOŚĆ POKRYWY ŚNIEŻNEJ

Średnia wysokość pokrywy śnieżnej obliczona jako iloraz sumy wysokości dobowych przez liczbę dni z pokrywą śnieżną wyniosła dla Polski 13,5 cm, a w poszczególnych stacjach meteorologicznych zmieniała się od 6,6 cm w Słubicach do 17,8 cm w Suwałkach oraz do 75,3 cm na Śnieżce i 96,4 cm na Kasprowym Wierchu. Jeśli z analizy wyłączyć obszary górskie (ryc. 8), to różni-

Tab. 3. Zależność między średnią wysokością pokrywy śnieżnej w poszczególnych miesiącach sezonu zimowego a wysokością nad poziomem morza oraz szerokością i długością geograficzną na obszarze Polski

Dependency of a mean thickness of a snow cover in every winter month and an altitude as well as latitude longitude in the territory of Poland

Miesiąc	Równanie regresji	Współczynnik	
		korelacji	determinacji
XI	$G_{ps} = 0,0144 h + 3,1163$	0,957***	91,58%
XII	$G_{ps} = 0,0293 h + 2,5873$	0,938***	87,98%
I	$G_{ps} = 0,0457 h + 33,6827$	0,940***	88,36%
II	$G_{ps} = 0,0594 h + 4,1964$	0,949***	90,06%
III	$G_{ps} = 0,0637 h + 1,2396$	0,944***	89,11%
IV	$G_{ps} = 0,0545 h - 3,2091$	0,914***	83,54%
XI	$G_{ps} = -0,9465 \varphi + 55,6000$	-0,298*	8,88%
XII	$G_{ps} = -1,9482 \varphi + 110,5311$	-0,297*	8,82%
I	$G_{ps} = -2,8205 \varphi + 160,6866$	-0,277*	7,67%
II	$G_{ps} = -3,5143 \varphi + 200,3946$	-0,268*	7,18%
III	$G_{ps} = -3,7176 \varphi + 209,6840$	-0,251	6,30%
IV	$G_{ps} = -2,6716 \varphi + 148,0849$	-0,214	4,58%
XI		0,004	0,00%
XII		0,059	0,03%
I	ze względu na niski stopień istotności statystycznej równań regresji od λ nie obliczono	0,037	0,01%
II		0,070	0,05%
III		0,038	0,01%
IV		0,009	0,00%
XI	$G_{ps} = 0,0161 h + 0,6495 \varphi - 0,0454 \lambda - 30,1410$		($r = 0,974$)
XII	$G_{ps} = 0,0341 h + 1,7682 \varphi + 0,2218 \lambda - 94,5420$		($r = 0,982$)
I	$G_{ps} = 0,0531 h + 2,8586 \varphi + 0,1857 \lambda - 150,0543$		($r = 0,981$)
II	$G_{ps} = 0,0688 h + 4,0244 \varphi + 0,5724 \lambda - 217,8303$		($r = 0,983$)
III	$G_{ps} = 0,0778 h + 4,6472 \varphi + 0,3686 \lambda - 249,6534$		($r = 0,980$)
IV	$G_{ps} = 0,0638 h + 3,8760 \varphi + 0,0987 \lambda - 208,5207$		($r = 0,951$)

G_{ps} — średnia wysokość pokrywy śnieżnej w cm, h — wysokość nad poziomem morza w metrach, φ — szerokość geograficzna (minuty w częściach setnych), λ — długość geograficzna (minuty w częściach setnych), *** — stopień istotności statystycznej na poziomie 0,001, ** — stopień istotności statystycznej na poziomie 0,01, * — stopień istotności statystycznej na poziomie 0,05, r — współczynnik korelacji wielokrotnej

cowanie średniej wysokości pokrywy śnieżnej na obszarze kraju jest stosunkowo małe, wynoszące zaledwie około 11 cm. Izolinia o wartości 10 cm dzieli obszar Polski na część zachodnią, gdzie zróżnicowanie średniej wysokości pokrywy śnieżnej obrazuje w zasadzie tylko izolinia o wartości 8 cm, oraz na część wschodnią, gdzie zróżnicowanie tej wysokości ilustruje przebieg izolinii 12 cm, 14 cm i 16 cm.

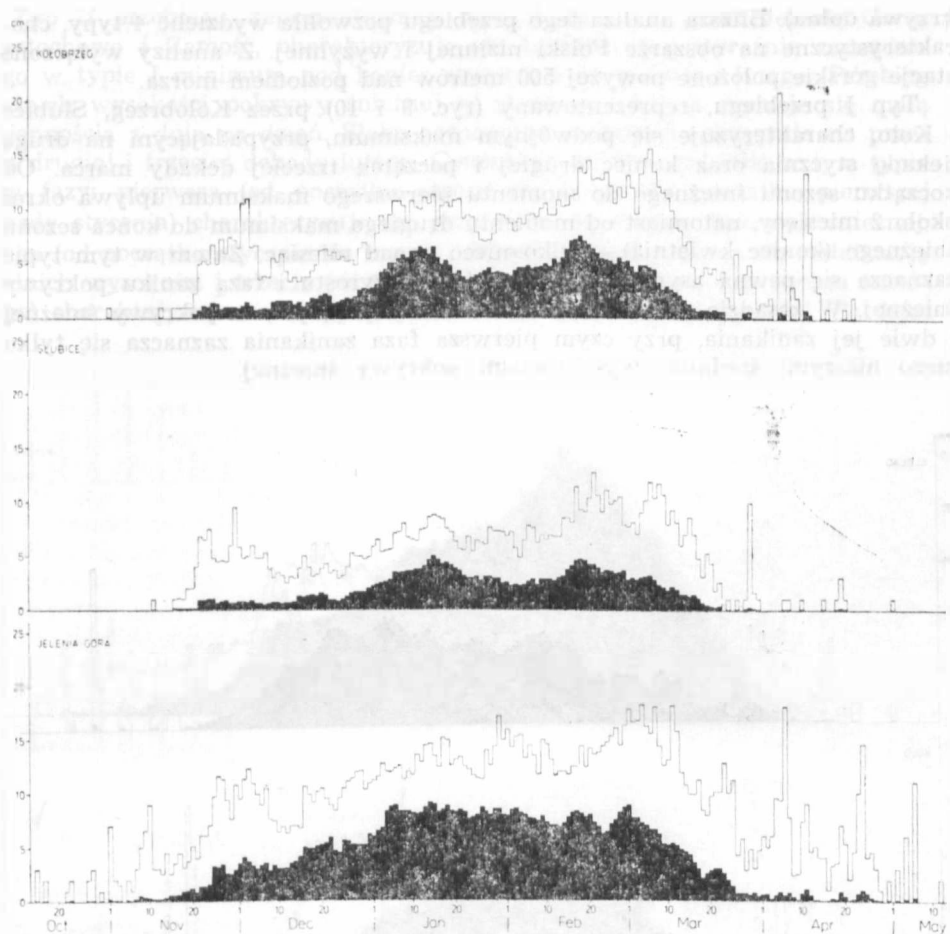
Przedstawiono zależność między średnią wysokością pokrywy śnieżnej a wysokością nad poziomem morza oraz współrzędnymi geograficznymi (tab. 3). Największe wartości współczynników korelacji otrzymano dla zależności średniej wysokości od wysokości nad poziomem morza (ponad 0,900), natomiast najmniejsze (bliskie zera) — dla zależności tej wysokości od długości geograficznej. Dla tego ostatniego związku nie obliczono równań regresji liniowej, a przedstawiono jedynie (tab. 3) wartości współczynników korelacji i współczynników determinacji. Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza zwiększa się średnia wysokość pokrywy śnieżnej, przeciętnie około 4 cm na każde 100 metrów wysokości. Gradient ten jest charakterystyczny dla całego sezonu zimowego, a równanie regresji liniowej ma następującą postać:

$G_{ps} = 0,0409 h + 4,1126$, $r_{xy} = 0,950^{***}$, $r^2 = 90,25\%$ gdzie: G_{ps} — średnia wysokość pokrywy śnieżnej w sezonie zimowym (cm), h — wysokość nad poziomem morza w metrach, r_{xy} — współczynnik korelacji, r^2 — współczynnik determinacji w procentach.

Zależność między średnią wysokością pokrywy śnieżnej a szerokością oraz długością geograficzną, obliczoną dla sezonu zimowego ujmują równania: $G_{ps} = -2,5667 \varphi + 146,8447$, $r_{xy} = -0,284^*$, $r^2 = 8,07\%$; $G_{ps} = 1,5897 \lambda - 16,5482$, $r_{xy} = 0,281^*$, $r^2 = 7,90\%$.

Przesuwając się w kierunku z południa na północ następuje spadek średniej wysokości pokrywy śnieżnej o 2,6 cm na 1 stopień szerokości geograficznej, natomiast — w kierunku z zachodu na wschód wzrost o 1,6 cm na 1 stopień długości geograficznej.

Charakterystyczny jest wzrost wartości gradientu pionowego od około 1 cm w grudniu do 7 cm w marcu oraz wzrost gradientu poziomego średniej wysokości pokrywy śnieżnej od 1 cm na 1 stopień szerokości geograficznej w listopadzie do 4 cm w marcu. Zobrazowano (ryc. 9, 10, 11) przebieg średnich dobowych wysokości pokrywy śnieżnej w sezonie zimowym dla wybranych stacji meteorologicznych w części zachodniej Polski (Kołobrzeg, Słubice, Jelenia Góra), środkowej (Elbląg, Koło, Częstochowa) i wschodniej (Suwałki, Siedlce, Zamość). Stacje meteorologiczne zostały tak wybrane, by oprócz zróżnicowania przebiegu w zależności od długości geograficznej można ocenić zróżnicowanie w zależności od szerokości geograficznej. Trzy górne stacje: Kołobrzeg, Elbląg, Suwałki położone są na szerokości około $54^{\circ}10'N$; trzy środkowe: Słubice, Koło, Siedlce — $52^{\circ}10'N$ i trzy dolne: Jelenia Góra, Częstochowa, Zamość około $50^{\circ}50'N$. Przebieg średniej wysokości pokrywy śnieżnej ilustrują dwie linie: pierwsza — górna powstała z podzielenia sumy wysokości śniegu przez liczbę dni z pokrywą śnieżną, drugą — dolną, wyznaczającą czarne pole na wykresach, otrzymano z podzielenia sumy wysokości śniegu przez liczbę wszystkich dni (w tym przypadku przez 30). Krzywa górna oddaje stosunkowo dobrze charakter przebiegu w okresie ustabilizowanej pokrywy śnieżnej, natomiast na początku sezonu zimowego w miesiącach październik, listo-



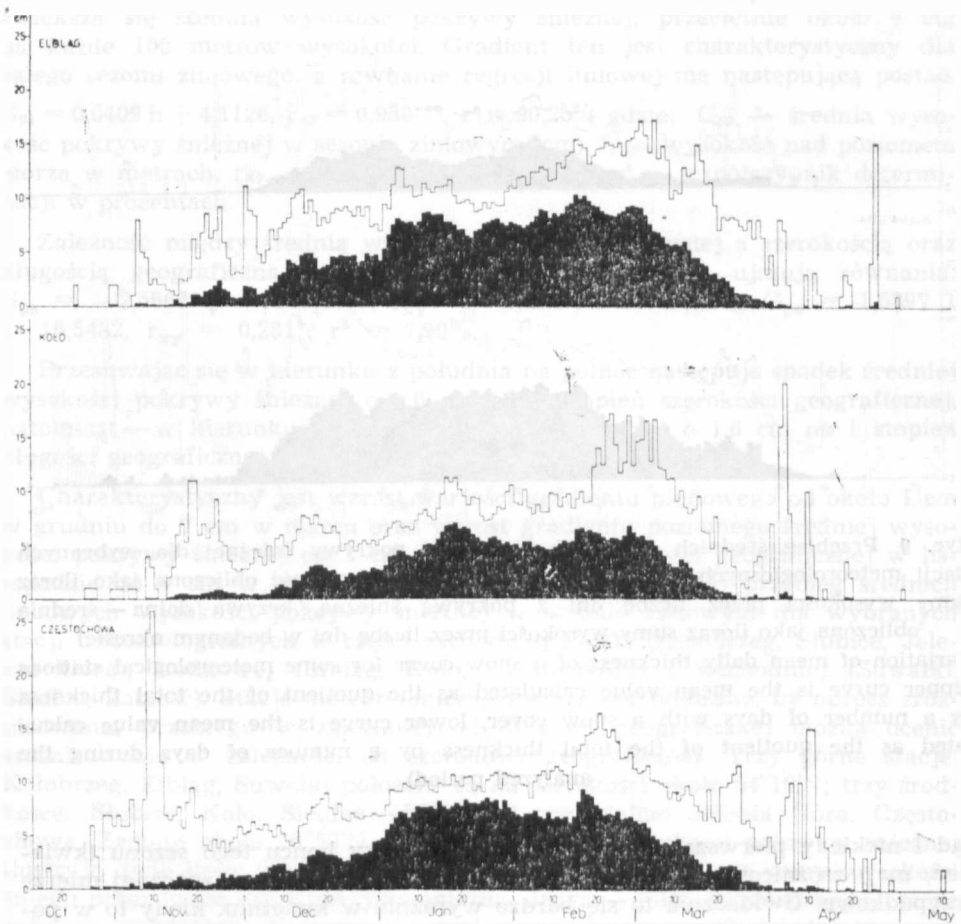
Ryc. 9. Przebieg średnich dziennych wysokości pokrywy śnieżnej dla wybranych stacji meteorologicznych (krzywa górna — średnia wysokość obliczona jako iloraz sumy wysokości przez liczbę dni z pokrywą śnieżną, krzywa dolna — średnia obliczona jako iloraz sumy wysokości przez liczbę dni w badanym okresie)

Variation of mean daily thickness of a snow cover for some meteorological stations (upper curve is the mean value calculated as the quotient of the total thickness by a number of days with a snow cover, lower curve is the mean value calculated as the quotient of the total thickness by a number of days during the analyzed period)

pad i niekiedy pierwsza połowa grudnia oraz przy końcu tego sezonu (kwiecień, maj) zróżnicowanie wysokości pokrywy śnieżnej jest w znacznej mierze przypadkowe. Uwidacznia to się bardzo wyraźnie w kwietniu, kiedy to w pojedynczych dniach wysokość pokrywy śnieżnej obliczona pierwszym sposobem była wyższa niż w lutym czy marcu. Drugi sposób obliczania średniej wysokości pokrywy śnieżnej wydaje się być znacznie lepszy niż pierwszy przy analizie przebiegu dobowych wysokości w sezonie zimowym (ryc. 9, 10 i 11

krzywa dolna). Bliższa analiza tego przebiegu pozwoliła wydzielić 4 typy, charakterystyczne na obszarze Polski nizinnej i wyżynnej. Z analizy wyłączone stacje górskie położone powyżej 500 metrów nad poziomem morza.

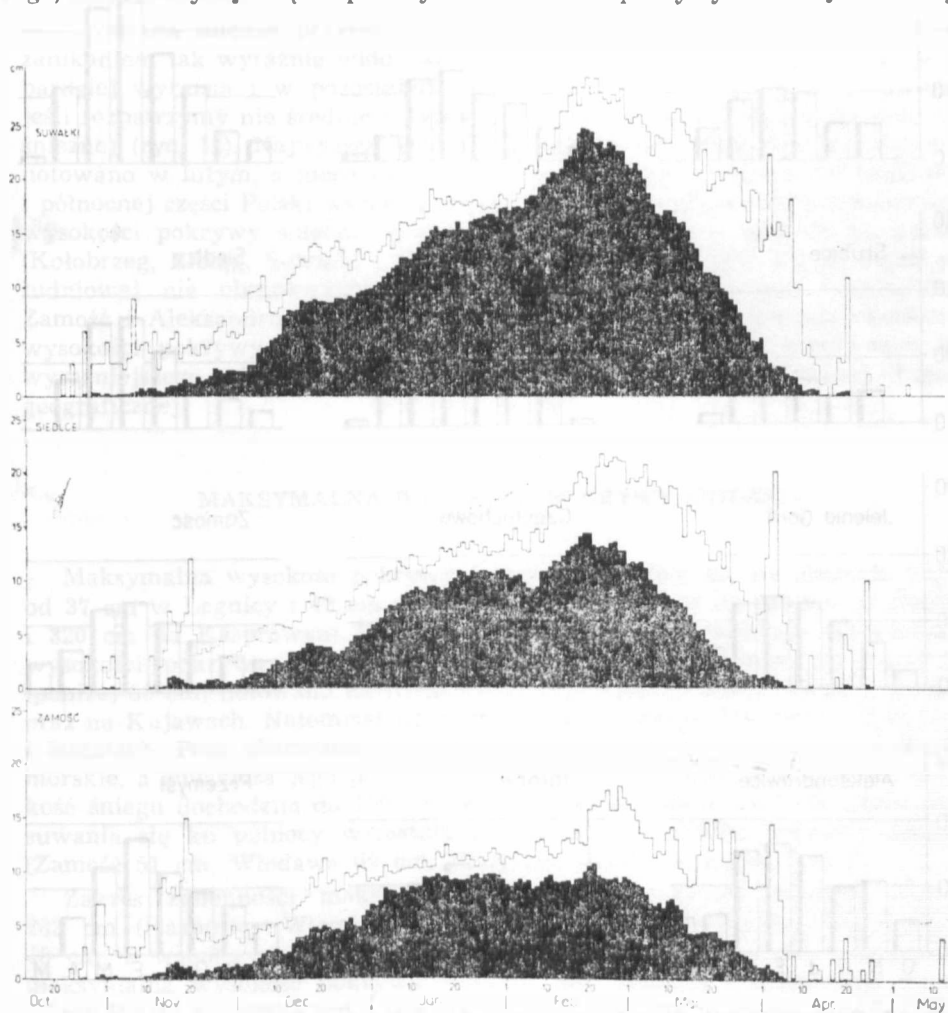
Typ I przebiegu, reprezentowany (ryc. 9 i 10) przez Kołobrzeg, Słubice i Koło, charakteryzuje się podwójnym maksimum, przypadającym na drugą dekadę stycznia oraz koniec drugiej i początek trzeciej dekady marca. Od początku sezonu śnieżnego do momentu pierwszego maksimum upływa okres około 2 miesięcy, natomiast od momentu drugiego maksimum do końca sezonu śnieżnego (koniec kwietnia) — tylko nieco ponad miesiąc. Zatem w tym typie zaznacza się pewna asymetria między fazą przyrostu i fazą zaniku pokrywy śnieżnej. W zasadzie można wyróżnić dwie fazy przyrostu pokrywy śnieżnej i dwie jej zanikania, przy czym pierwsza faza zanikania zaznacza się tylko nieco niższymi średnimi wysokościami pokrywy śnieżnej.



Ryc. 10. Przebieg średnich dziennych wysokości pokrywy śnieżnej dla wybranych stacji meteorologicznych

Variation of mean daily thickness of a snow cover for some meteorological stations

Typ II przebiegu, reprezentowany (ryc. 9, 10 i 11) przez Jelenią Górę, Częstochowę i Zamość, charakteryzuje się brakiem tak wyraźnie zaznaczonego w typie I minimum pod koniec stycznia i na początku lutego. Przebieg średnich wysokości pokrywy śnieżnej w styczniu i lutym cechuje się małą zmiennością z dnia na dzień. Slabo zaznaczone maksimum przypada na przełom drugiej i trzeciej dekady lutego. Generalnie można wydzielić w tym typie trzy fazy: pierwsza (od początku sezonu śnieżnego do początku pierwszej dekady stycznia) charakteryzuje się przyrostem wysokości pokrywy śnieżnej, druga (od początku stycznia do trzeciej dekady lutego) cechuje się stabilizacją średnich wysokości i trzecia (od trzeciej dekady lutego do końca sezonu śnieżnego) charakteryzuje się stopniowym zanikaniem pokrywy śnieżnej. Bardziej

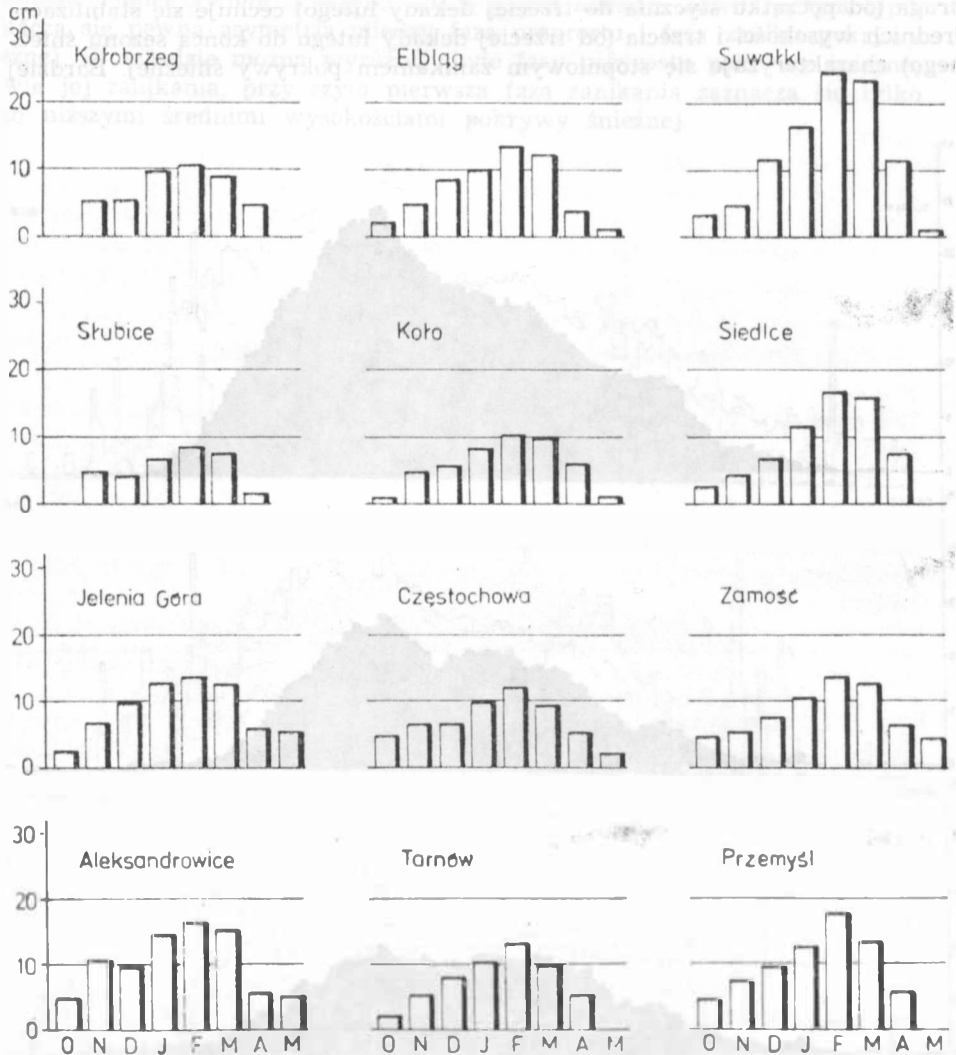


Ryc. 11. Przebieg średnich dziennych wysokości pokrywy śnieżnej dla wybranych stacji meteorologicznych

Variation of mean daily thickness of a snow cover for some meteorological stations

wyraźnie niż w typie I zaznacza się asymetria między fazą przyrostu średnich wysokości pokrywy śnieżnej a fazą jej zanikania.

Typ III przebiegu, reprezentowany (ryc. 10) przez Elbląg, jest bardzo zbliżony do typu II. W drugiej fazie cechującej się pewną stabilizacją średnich wysokości pokrywy śnieżnej zaznacza się większe zróżnicowanie niż poprzednio, tak iż można wyróżnić kilka okresów z tendencją wzrostu i spadku tych



Ryc. 12. Średnia wysokość pokrywy śnieżnej w poszczególnych miesiącach sezonu zimowego dla wybranych stacji meteorologicznych

Mean thickness of a snow cover during separate winter months for some meteorological stations

wartości. Bardziej wyraźna niż w typie I i II jest asymetria między fazą przyrostu pokrywy śnieżnej a fazą jej zaniku.

Typ IV przebiegu, reprezentowany przez Suwałki i Siedlce (ryc. 11), charakteryzuje się jednym bardzo wyraźnym maksimum średniej wysokości na przełomie drugiej i trzeciej dekady lutego. Brak w nim wyraźnie zaznaczonej fazy stabilizacji i właściwie można wyróżnić tylko dwie fazy: pierwsza od początku sezonu śnieżnego do momentu maksimum — cechuje się wyraźnym przyrostem średnich wysokości pokrywy śnieżnej i druga, od momentu maksimum do końca sezonu śnieżnego — faza szybkiego zanikania pokrywy śnieżnej. Między fazą przyrostu a fazą zanikania pokrywy śnieżnej istnieje bardzo wyraźna asymetria.

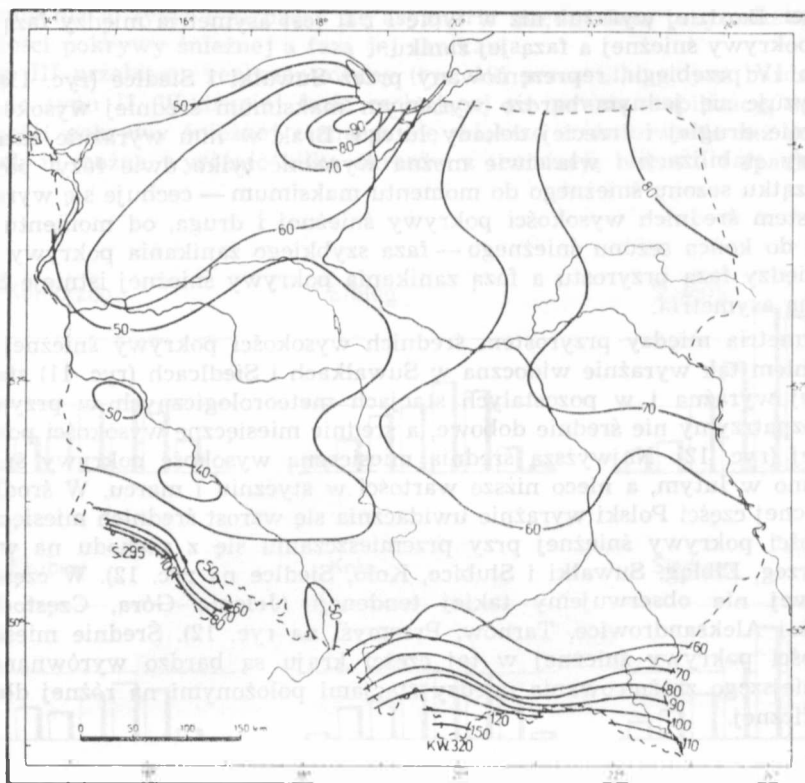
Asymetria między przyrostem średnich wysokości pokrywy śnieżnej a jej zanikaniem tak wyraźnie widoczna w Suwałkach i Siedlcach (ryc. 11) staje się bardziej wyraźna i w pozostałych stacjach meteorologicznych w przypadku, jeśli rozpatrzmy nie średnie dobowe, a średnie miesięczne wysokości pokrywy śnieżnej (ryc. 12). Najwyższą średnią miesięczną wysokość pokrywy śnieżnej notowano w lutym, a nieco niższe wartości w styczniu i marcu. W środkowej i północnej części Polski wyraźnie uwidacznia się wzrost średnich miesięcznych wysokości pokrywy śnieżnej przy przemieszczaniu się z zachodu na wschód (Kołobrzeg, Elbląg, Suwałki i Słubice, Koło, Siedlce na ryc. 12). W części południowej nie obserwujemy takiej tendencji (Jelenia Góra, Częstochowa, Zamość i Aleksandrowice, Tarnów, Przemyśl na ryc. 12). Średnie miesięczne wysokości pokrywy śnieżnej w tej części kraju są bardzo wyrównane bez wyraźniejszego zróżnicowania między stacjami położonymi na różnej długości geograficznej.

MAKSYMALNA WYSOKOŚĆ POKRYWY ŚNIEŻNEJ

Maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej zmieniała się na obszarze Polski od 37 cm w Legnicy i 42 cm w Słubicach i Wrocławiu do 295 cm na Śnieżce i 320 cm na Kasprowym Wierchu. Z rozkładu przestrzennego maksymalnej wysokości pokrywy śnieżnej (ryc. 13) wynika, że najniższe jej wysokości (poniżej 50 cm) notowano na Nizinie Śląskiej, Wielkopolskiej, Ziemi Lubuskiej oraz na Kujawach. Natomiast najwyższe (przekraczające 100 cm) w Karpatach i Sudetach. Poza obszarami górskimi wyraźnie zarysowało się Pojezierze Pomorskie, a zwłaszcza jego północno-wschodnia część, gdzie maksymalna wysokość śniegu dochodziła do 100 cm. We wschodniej części kraju w miarę przesuwania się ku północy wzrastała maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej (Zamość 51 cm, Włodawa 69 cm, Białystok 78 cm, Suwałki 84 cm).

Zakres zmienności maksymalnej wysokości pokrywy śnieżnej wyniósł 283 cm (Kasprowy Wierch 320 cm — Legnica 37), odchylenie standardowe 48 cm, a współczynnik zmienności 69,1%. Ta ostatnia wartość wskazuje, że maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej jest bardziej zróżnicowana na obszarze Polski niż liczba dni z pokrywą śnieżną, dla której współczynnik zmienności wyniósł 41,4%.

Na większości stacji meteorologicznych najwyższe maksymalne wysokości pokrywy śnieżnej notowano w lutym lub marcu, a tylko niekiedy w styczniu. Jeśli przeanalizujemy maksymalne wysokości pokrywy śnieżnej w poszczegól-



Ryc. 13. Maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej (cm) na obszarze Polski w okresie 1950/51—1979/80

Maximum thickness of a snow cover (in cm) in Poland during the period 1950:51—1979/80

nych miesiącach sezonu zimowego, to okazuje się, że w listopadzie zmieniała się ona od 14 do 157 cm, w grudniu od 15 do 185 cm, w styczniu od 25 do 247 cm, w lutym od 31 do 305 cm, w marcu od 32 do 286 cm i w kwietniu od 9 do 320 cm.

Przedstawiono zależność między maksymalną wysokością pokrywy śnieżnej a wysokością nad poziomem morza oraz szerokością i długością geograficzną dla poszczególnych miesięcy sezonu zimowego (tab. 4). Najwyższe współczynniki korelacji otrzymano dla zależności między maksymalną wysokością pokrywy śnieżnej a wysokością nad poziomem morza (r_{xy} około 0,90). Jest rzeczą charakterystyczną wzrost gradientu pionowego maksymalnej wysokości śniegu od 7 cm w listopadzie do 12 cm w marcu i 14 cm w kwietniu na 100 metrów wzrostu wysokości. Stosunkowo niskie wartości współczynników korelacji na poziomie istotności 0,05 otrzymano przy zależności maksymalnej wysokości pokrywy śnieżnej od szerokości geograficznej. Nie stwierdzono związku statystycznego (współczynnik determinacji 0,00) między maksymalną wysokością śniegu w poszczególnych miesiącach a długością geograficzną. Z ana-

Tab. 4. Zależność między maksymalną wysokością pokrywy śnieżnej w poszczególnych miesiącach sezonu zimowego a wysokością nad poziomem morza oraz szerokością i długością geograficzną na obszarze Polski

Dependency of a maximum thickness of a snow cover in every winter month and an altitude as well as latitude and longitude in the territory of Poland

Miesiąc	Równanie regresji	Współczynnik	
		korelacji	determinacji
XI	$M = 0,0677 h + 11,7523$	0,921***	85,37%
XII	$M = 0,0763 h + 17,0384$	0,920***	84,64%
I	$M = 0,0941 h + 34,0219$	0,843***	71,06%
II	$M = 0,1258 h + 35,6537$	0,914***	83,54%
III	$M = 0,1247 h + 32,7678$	0,904***	81,72%
IV	$M = 0,1377 h + 1,0548$	0,916***	83,91%
XI	$M = -5,0243 \varphi + 288,2916$	-0,327*	10,69%
XII	$M = -5,6803 \varphi + 329,6174$	-0,328*	10,75%
I	$M = -3,9507 \varphi + 260,8627$	-0,169	2,86%
II	$M = -9,1432 \varphi + 539,4761$	-0,317*	10,05%
III	$M = -6,0097 \varphi + 373,5872$	-0,208	4,32%
IV	$M = -6,5172 \varphi + 371,2249$	-0,207	4,28%
XI		-0,004	0,00%
XII		0,008	0,01%
I	ze względu na niski stopień istotności statystycznej równań regresji	0,144	2,07%
II	od λ nie obliczono	0,128	1,64%
III		0,008	0,01%
IV		0,018	0,03%
XI	$M = 0,0761 h + 3,0627 \varphi - 0,2022 \lambda - 145,2917$		($r = 0,954$)
XII	$M = 0,0905 h + 5,4243 \varphi + 0,1130 \lambda - 270,0446$		($r = 0,971$)
I	$M = 0,1171 h + 9,4300 \varphi + 2,5154 \lambda - 508,6268$		($r = 0,925$)
II	$M = 0,1466 h + 8,2096 \varphi + 2,2641 \lambda - 438,3886$		($r = 0,962$)
III	$M = 0,1512 h + 10,2890 \varphi + 0,3778 \lambda - 515,3354$		($r = 0,966$)
IV	$M = 0,1656 h + 11,3611 \varphi + 0,6386 \lambda - 607,4996$		($r = 0,971$)

M — maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej w cm, h — wysokość nad poziomem morza w metrach, φ — szerokość geograficzna (minuty w częściach setnych), λ — długość geograficzna (minuty w częściach setnych), *** — stopień istotności statystycznej na poziomie 0,001, ** — stopień istotności statystycznej na poziomie 0,01, * — stopień istotności statystycznej na poziomie 0,05, r — współczynnik korelacji wielokrotniej.

lizowanych miesięcy sezonu zimowego najniższy współczynnik korelacji maksymalnej wysokości śniegu względem wysokości nad poziomem morza miał styczeń (0,843), co może świadczyć o mniejszym wpływie w tym okresie wysokości bezwzględnej niż w pozostałych miesiącach.

Zależność między maksymalną wysokością pokrywy śnieżnej a wysokością nad poziomem morza i szerokością geograficzną obliczoną dla całego sezonu zimowego można wyrazić następującym równaniem: $M = 0,1352 h + 38,9995$, $r_{xy} = 0,923^{***}$, $r^2 = 85,19\%$; $M = -7,2782 \varphi + 448,1307$, $r_{xy} = -0,239$, $r^2 = 5,71\%$.

Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza zwiększa się maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej (przeciętnie około 13 cm na każde 100 metrów wysokości). Mało ścisły związek na poziomie istotności statystycznej $\alpha = 0,10$ stwierdzono między maksymalną wysokością pokrywy śnieżnej a szerokością geograficzną. Stwierdzono też brak związku statystycznego między maksymalną wysokością pokrywy śnieżnej a długością geograficzną.

UWAGI KOŃCOWE

Przedstawione zróżnicowanie wybranych charakterystyk pokrywy śnieżnej: liczby dni z pokrywą śnieżną, średniej wysokości i maksymalnej wysokości pokrywy śnieżnej, potwierdza charakterystyczną cechę klimatu Polski, a mianowicie przejściowość między klimatem oceanicznym Europy zachodniej a kontynentalnym Europy wschodniej. Zróżnicowanie to przedstawiono kartograficznie na rycinach w skali przeglądowej i wyrażono ilościowo, ustalając zależności korelacyjne między poszczególnymi charakterystykami pokrywy śnieżnej a wysokością nad poziomem morza, szerokością i długością geograficzną. Najsilniejszy związek statystyczny stwierdzono między liczbą dni z pokrywą śnieżną, średnią i maksymalną jej wysokością a wysokością nad poziomem morza (poziom istotności $\alpha = 0,001$). Znacznie słabszy związek (najczęściej na poziomie 0,01) okazał się między analizowanymi charakterystykami a szerokością geograficzną i długością geograficzną.

Wydaje się, że niniejsze opracowanie przedstawiające w skali przeglądowej zróżnicowanie wybranych charakterystyk pokrywy śnieżnej stanowić może dalszy przyczynek do poznania klimatu Polski.

LITERATURA

- Atlas klimatyczny Polski, 1975. IMiGW, Warszawa.
- Balakiriew E. K. 1972, Obiezpječionnost' prodolżitel' nosti zaleganija snieżnogo pokrowa na pastbiszczach Turkmenii, Sbor. rab. Asch. Gidromieteor. Obs., 7, 47, Aschabad.
- Birkner O. 1890, Die Dauer der Schneedecke im Bereich des sachsischen Erzgebirges, Meteor Zeit., 10, 201, Wien.
- Brose K. 1952, Über Schneeverhältnisse der letzten 50 bis 60 Jahre im mittleren und südlichen Westdeutschland, Ber. Deutsch. Wettered., 6, 171, Bad Kissingen.
- Chomicz K. 1953, O pokrywie śnieżnej w Karpatach (res. La couverture de neige dans les Carpathes), Prz. Meteor. i Hydr., 6, 1—2, 16, Warszawa.
- Chomicz K. 1975, Pokrywa śnieżna w Polsce, Mater. Badaw. IMiGW, 498, Warszawa.
- Conrad V. 1931, Beitrag zur Kenntnis der Schneedeckenverhältnisse in der

- Österreichischen Alpenländern, Gerl. Beitr. Geoph., 34, 473, Stuttgart.
- Czemerda A. 1967, Szata i pokrywa śnieżna w Karpatach Polskich (sum. Snow and cover in the Polish Carpathians), Probl. Zag. Ziem Gór., 2, 147, Kraków.
- Dieckmann A. 1930, Über Schneedeckenperioden, Zeit. Ang. Meteor., Das Wetter, 47, 171, Leipzig.
- Eckel O. 1938, Über die Schwankungen der Schneeeverhältnisse in Davos, Meteor. Zeit., 55, 2, 359, Wien.
- Eckhart E. 1940, Zur Kenntnis der Schneeeverhältnisse der Ostalpen, Gerl. Beitr. Geoph., 56, 321, Wien.
- Fojt W. 1974, Die Schneedecke im Erzgebirge, Abh. Meteor. Dienst., 11, 14, Berlin.
- Glebova M. I. 1958, Snieżnyj pokrow w Zapadnoj Ewropie, Tr. GGO, 85, 50, Leningrad.
- Gows R. K. 1962, Izmiencziwost' charakteristik snieżnogo pokrowa w usłowijach Zabakalia, Tr. GGO, 130, 78, Leningrad.
- Hellmann G. 1921, Beziehung zwischen Zahl der Tage mit Schneefall und mit Schneedecke, Meteor. Zeit., 2, 38, 177, Wien.
- Hess M. 1967, Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich (sum. Vertical zones in the Polish Western Carpathians), Pr. Geogr. UJ., 11, 33, Kraków.
- Jackson M. C. 1977, A classification of the snowiness of 100 winters attribute to the late L. C. Bonacina, Weather, 32, 3, 91, London.
- Kamińska E. 1912, Trwałość szaty śnieżnej na północnym stoku Karpat, Rozpr. Akad. Umiejęt., 3, 12, 317, Kraków.
- Knepple R. 1953, Das winterliche Mecklenburg (eine klimatologische Studie über die Schneeeverhältnisse des Landes), Zeit. f. Meteor., 7, 10 298 Berlin.
- Kosiba A. 1949, Częstość szaty śnieżnej na Ziemiach Śląskich, Pr. Wr. Tow. Nauk., B, 21, 5, Wrocław.
- Kosiba A. 1950, Problem zaśnieżenia Ziemi Śląskich w zależności od warunków hipsometrycznych, Prz. Geogr., 22, 157, Warszawa.
- Kosińska-Bartnicka S. 1924, Uśnieżenie w Polsce zimą 1923/4, Czas. Geogr., 2, 393 Lwów.
- Küchle-Scheidemantel J. 1956 Die Dauer der Schneedecke in Europa, Peter. Geogr. Mitt., 100, 3, 185, Gotha.
- Leśniakowa B. 1973, O niektórych charakterystykach pokrywy śnieżnej w woj. krakowskim (sum. On some characteristics of snow cover in the Cracow district), Pr. Geogr. UJ., 32, 54, 119, Kraków.
- Lewińska J. 1963, Zasoby wodne śniegu w dorzeczu Dunajca i metoda ich określania (sum. Water amount in snow at the Dunajec basin and the method of its definition), Pr. PIHM., 78, 3, Warszawa.
- Madany R. 1961, O opadach śniegu i szacie śnieżnej w Karpatach Polskich w okresie 1951—1955 (sum. On snowfall and the snow cover in the Polish Carpathians), Prz. Geof., 6, 3, 131, Warszawa.
- Marx S. 1969, Die mittlere jährliche Zahl der Schneedeckentage in Gebiet der DDR, Zeit. f. Meteor., 21, 1—2, 53, Berlin.
- Michna E., Paczos S. 1976, Climatological criteria for the evaluation of snow conditions for the purpose of recreation and wintersport with south-eastern Poland as an example, Geogr. Pol., 33, 121, Warszawa.
- Milata W. 1937, Pokrywa śnieżna w Karpatach (zfs. Die Schneedecke in den Karpathen), Biul. Kom. Stud. LPT., 1, 137, Kraków.

- Milata W. 1950, Trwałość pokrywy śnieżnej w Polsce, *Prz. Geogr.*, 22, 201, Warszawa.
- Obrębska-Starkłowa B. 1968, Pokrywa śnieżna we wschodniej części Gorców (sum. The snow cover in the eastern part of the Gorce Mountains), *Pr. Geogr. UJ.*, 18, 40, 27, Kraków.
- Paczos S. 1977, Pokrywa śnieżna w woj. rzeszowskim ze szczególnym uwzględnieniem obszarów górskich (sum. Snow cover in the Rzeszów Voivodship with particular respect to the mountain regions), *Mater. Bad., IMiGW*, 97, Warszawa
- Paczos S. 1982, Stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce (sum. Thermal and snow conditions of the winters in Poland), *UMCS, Rozpr. hab.* 24, Lublin.
- Peppler A. 1932, Die Schneedecke in Sweden nach 25-jährigen Beobachtungen, *Zeit. ang. Meteor.*, 49, 7, Leipzig.
- Pershagen H. 1969, Snow-cover in Sweden 1931—1960, *Med. Meteor. Hydr.*, A, 5, 3, Stockholm.
- Ratzel F. 1889, Die Schneedecke, besonders in deutschen Gebirge, *Forsch. Deutsch. Land. Volkskunde*, 4, 3, 107, Stuttgart—Leipzig.
- Rumopf H. 1934, Die Abhängigkeit der Dauer der Schneedecke von Temperatur in Norddeutschland, *Gerl. Beitr. Geoph.*, 42, 291, Stuttgart.
- Sadowski M. 1979, Rozkład przestrzenny zapasu wody w pokrywie śnieżnej w Polsce, *IMiGW*, 3, Warszawa.
- Satke W. 1900, Badania nad pokrywą śnieżną w Tarnopolu, *Kosmos*, 24, 89, Lwów.
- Schultz L. 1965, Über die Ursachen von schneereichen und schneearmen Wintern im Harz, *Meteor. Rund.*, 18, 33, 91, Berlin.
- Steinhauser F. 1979, Der Jahresgang der Höhenabhängigkeit der Zahl der Tage mit Schneedecke im Hochgebirge, *Veda*, 313, Bratislava.
- Stopa-Boryczka M., Boryczka J. 1974, Atlas współzależności parametrów meteorologicznych i geograficznych w Polsce, *Uniw. Warsz.*, Warszawa.
- Wróblewski W. 1893a, Szata śnieżna i wpływ jej na glebę, klimat i pogodę, *Wszechświat*, 12, 7, 98, Warszawa.
- Wróblewski W. 1893b, Szata śnieżna i wpływ jej na glebę, klimat i pogodę, *Wszechświat*, 12, 8, 117, Warszawa.
- Voejkov A. I. 1889, Der Einfluss einer Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter, *Geogr. Abh.*, 3, 3, 115, Wien.

SUMMARY

The paper presents some characteristic features of a snow cover in Poland. A description is based on daily altitudes of a snow cover in 57 meteorological stations during the period 1950/51—1979/80. The characteristics of a snow cover (number of days with a snow cover, its mean and maximum altitudes) are compiled for individual winters. A winter season is defined here as the period from the turn of two calendary years, delimited by the date of the first snow cover in autumn and the date of the last one in spring.

A mean number of days with a snow cover has changed in Poland from 42 days at Słubice to 224 days on the Kasprowy Wierch. Higher altitudes are accompanied by an increasing number of days with a snow cover, usually about 8—9 days for every hundred of metres in altitude.

The first snow cover occurred firstly in the highest Carpathians, in general at the beginning of the second decade of September but occasionally already at the beginning of August. At the very latest it appeared at the end of the first decade of December in the Odra valley, downstream a mouth of the Nysa Łużycka. It disappeared also at the earliest in the same area as the last day with a snow cover was usually noted about the 20th of March. The latest snow cover was noted in the highest Sudetes (third decade of May on the average) and Carpathians (commonly in the third decade of June but in utmost cases even at the end of July — at Kasprowy Wierch on 31st July 1961).

A number of days with a snow cover was considerably different from the mean values. At most stations the largest number of days with a snow cover was noted during the winter of 1969/70 whereas the lowest one in 1974/75.

A mean thickness of a snow cover, calculated for the period 1950/51—1979/80, has changed from 7 cm at Słubice to 18 cm at Suwałki and to 75 cm on Śnieżka and 96 cm on Kasprowy Wierch. An increasing altitude was accompanied by a greater thickness of a snow cover, 4 cm per each hundred metres of altitude on the average. A closer analysis of mean daily thicknesses of a snow cover enabled to distinguish 4 types of their variations. These types are characteristic of lowland and upland Poland as they were defined without a consideration of the meteorological stations located above 500 m in altitude.

A maximum thickness of a snow cover has changed in the country from 37 cm at Legnica to 295 cm on Śnieżka and 320 cm on Kasprowy Wierch. At most meteorological stations the maximum thickness of a snow cover was noted in February or March. An increasing altitude is associated with a greater maximum thickness of a snow cover, usually about 13 cm per every hundred metres in altitude.

A variation of chosen characteristics of a snow cover were cartographically illustrated on maps in general scales and defined quantitatively by finding the correlative dependencies of these characteristics as well as altitude, latitude and longitude. The analysis of results confirmed the characteristic feature of the Polish climate, that is its transition between a maritime climate of West Europe and a continental climate of East Europe. Taking into account a duration of a snow cover, so different in eastern and western parts of the country, one can support the classification of W. Köppen who delimited in the Polish territory the temperate warm and cooler climates. As the convergence zone with influence of both climates (maritime and continental ones) during definite winters moved outside Poland to the west as to the east, then also the classification of W. Okołowicz is confirmed as it included our country into a transition climate of the temperate warmer zone.

РЕЗЮМЕ

В работе рассматриваются избранные характеристики снежного покрова на территории Польши. Основным материалом были суточные высоты снежного покрова на 57 местностях, за время 1950/51—1979/80 гг. Избранные характеристики снежного покрова: число дней со снежным покровом, среднюю и максимальную ее высоту составлено для отдельных зимних сезонов. В качестве зимнего сезона принято время перелома двух календарных годов, обозначенное

датой первого снежного покрова осенью и датой последнего дня покрова весной.

Среднее число дней со снежным покровом изменялось в пределах Польши от 42 дня в Слубицах до 224 дня на Каспровом Верху. Соответственно росту высоты над уровнем моря увеличивается число дней со снежным покровом — в среднем около 8—9 дней на 100 м высоты.

Первый снежный покров появился раньше всех на самых высоких участках Карпат — в среднем в начале второй декады сентября, а в крайних случаях даже в начале августа, а самый поздний покров появился в среднем в конце первой декады декабря в долине р. Одры, ниже устья р. Нысы Лужицкой. На последней территории намечался самый ранний процесс таяния — последний день со снежным покровом отмечался в среднем около 20 марта. Позднее в III декаде мая и Карпат (в среднем в III декаде июня, а в крайних случаях даже в конце июля — Каспровы Верх 31 VII 1961 г.).

В отдельные зимние сезоны число дней со снежным покровом значительно отличалось от средних величин. На преобладающем числе метеостанций самое высокое число дней со снежным покровом отмечено в зимний сезон 1969/70, а наименьшее — в 1974/75 гг.

Средняя высота снежного покрова подсчитана для времени 1950/51—1979/80 изменялась от 7 см в Слубицах по 18 см в Сувалках, и по 75 см на Снежке и 96 см на Каспровом Верху. Вместе с ростом высоты над уровнем моря увеличивается средняя высота снежного покрова в среднем около 4 см на каждое 100 м высоты. Более подробный анализ хода средних суточных высот снежного покрова позволил выделить 4 типа этого хода. Эти типы характерны для измененной и возвышенной Польши, так как при их выделении исключались метеостанции расположенные выше 500 м н.у.м.

Максимальная высота снежного покрова изменялась в стране от 37 см в Легнице до 295 см на Снежке и 320 см на Каспровом Верху. На большинстве метеостанций наивысшие высоты снежного покрова появлялись в феврале или в марте. Вместе с ростом высоты над уровнем моря увеличивается максимальная высота снежного покрова, в среднем около 13 см на каждое 100 м высоты.

Дифференциация избранных характеристик снежного покрова представлена картографически на картах в обзорном масштабе, а также выражена количественно путем определения корреляционных зависимостей между этими характеристиками, а высотой над уровнем моря, географической долготой и широтой. Анализ результатов подтвердил характерную черту климата Польши, а именно „переходность” между океаническим климатом западной Европы, а континентальным восточной Европы. Принимая во внимание устойчивость снежного покрова, столь различного между восточной и западной частями страны, можно подтвердить классификацию В. Кёппена (W. Köppen), который через территорию Польши провел границу между умеренным климатом более теплым и более холодным. Так как зона сходимости влияния двух типов климата: океанического и континентального в отдельные зимние сезоны передвигалась за границы Польши, как на западе так и на востоке, можно согласиться тоже с классификацией В. Околовича, причисляющего нашу страну к переходному климату, т.е. более умеренному, тепловому.