

Marck NOWOSAD

### ZARYS CHARAKTERYSTYKI POKRYWY ŚNIEŻNEJ W BIESZCZADACH

A Draft of the Characteristics of Snow-Cover in the Bieszczady Mountains

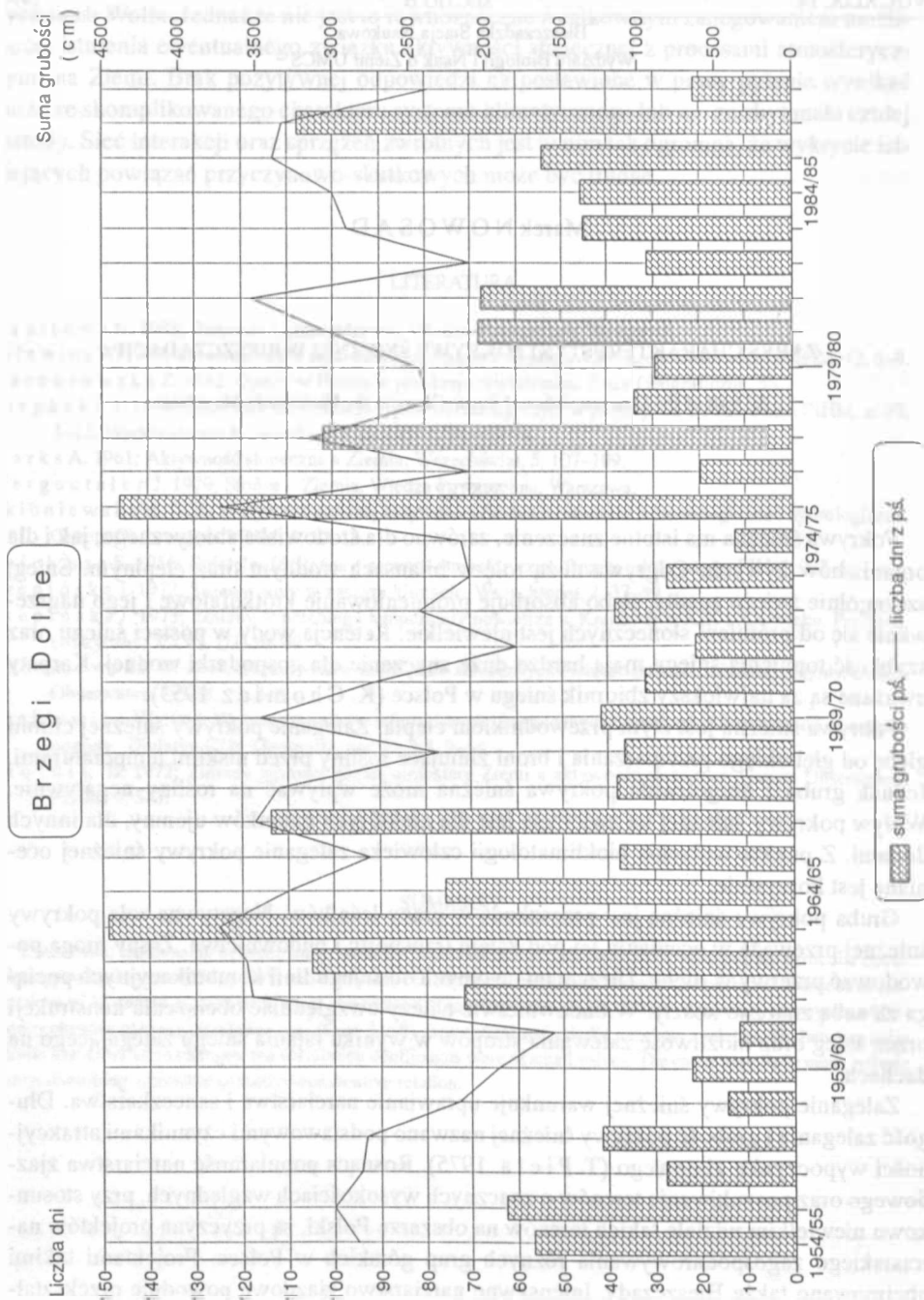
#### WSTĘP

Pokrywa śnieżna ma istotne znaczenie, zarówno dla środowiska abiotycznego, jak i dla organizmów żywych. Odgrywa dużą rolę w bilansach wodnym oraz cieplnym. Śnieg, szczególnie świeżo spadły, słabo absorbuje promieniowanie krótkofalowe i jego nagrzewanie się od promieni słonecznych jest niewielkie. Retencja wody w postaci śniegu oraz szybkość topnienia śniegu mają bardzo duże znaczenie dla gospodarki wodnej. Karpaty uważane są za największy zbiornik śniegu w Polsce (K. Chomicz 1953).

Pokrywa śnieżna jest złym przewodnikiem ciepła. Zaleganie pokrywy śnieżnej chroni glebę od głębokiego przemarzania i broni zimujące rośliny przed niskimi temperaturami. Jednak gruba i długotrwała pokrywa śnieżna może wpływać na rośliny negatywnie. Wpływ pokrywy śnieżnej na zwierzęta jest dla niektórych gatunków ujemny, dla innych dodatni. Z punktu widzenia bioklimatologii człowieka zaleganie pokrywy śnieżnej oceniane jest korzystnie.

Gruba pokrywa śnieżna jest przeszkodą w pracy leśników. Negatywna rola pokrywy śnieżnej przeważa w ocenianiu jej pod kątem transportu i budownictwa. Zasy mogą powodować przerwy w ruchu. Utrzymanie wolnych od śniegu linii komunikacyjnych pociąga za sobą znaczne koszty. W budownictwie należy uwzględnić obciążenia konstrukcji przez śnieg oraz możliwość zalewania stropów w wyniku tajania śniegu zalegającego na dachach.

Zaleganie pokrywy śnieżnej warunkuje uprawianie narciarstwa i saneczkarstwa. Długość zalegania i grubość pokrywy śnieżnej nazwano podstawowymi czynnikami atrakcyjności wypoczynku zimowego (T. Piela 1975). Rosnąca populacja narciarstwa zjazdowego oraz poszukiwanie terenów o znacznych wysokościach względnych, przy stosunkowo niewielkim udziale takich terenów na obszarze Polski, są przyczyną projektów narciarskiego zagospodarowywania różnych grup górskich w Polsce. Projektami takimi obejmowano także Bieszczady. Intensywne narciarstwo zjazdowe powoduje przekształ-



canie terenów przeznaczonych pod budowę wyciągów i tras zjazdowych oraz rozwój infrastruktury towarzyszącej (miejsca noclegowe, żywieniowe, rozrywkowe, trasy dojazdowe), co zmienia sposób funkcjonowania terenu, wymaga znacznych nakładów na ochronę środowiska, zaś w przypadku terenów chronionych (np. wchodzących w skład Międzynarodowego Rezerwatu Biosfery „Karpaty Wschodnie”) stoi w sprzeczności z funkcjami ochrony. Ważna jest w takiej sytuacji znajomość warunków śniegowych innych terenów niż obszary chronione i przeznaczone pod ochronę, na których np. już istnieją inwestycje narciarskie (np. okolice Ustrzyk Dolnych) lub rozbudowana infrastruktura towarzysząca (np. okolice Polańczyka). Funkcja narciarska tych terenów jest ściśle związana z warunkami śniegowymi.

Pokrywa śnieżna łatwo zatrzymuje substancje chemiczne transportowane przez atmosferę. Analizy chemiczne śniegu mogą być pomocne przy charakterystyce rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza. Mogą one obejmować miejsca, gdzie prowadzenie badań stacjonarnych byłoby bardzo kosztowne, zaś pokrywa śnieżna zalega stosunkowo długo.

Charakterystyka pokrywy śnieżnej w Bieszczadach napotyka trudności ze względu na brak posterunków meteorologicznych położonych w wyższych partiach gór. Braku tego nie mogą zastąpić profilowe pomiary terenowe.

#### PRZEGLĄD LITERATURY

Wśród prac charakteryzujących pokrywę śnieżną w Karpatach można znaleźć informacje o pokrywie śnieżnej w Bieszczadach. Przegląd tych prac przedstawiono wcześniej (M. Nowosad 1987/1988).

Stosunkowo ubogi i jednostronny (pochodzący z posterunków zlokalizowanych w dolinach) materiał dotyczący stosunków klimatycznych w Bieszczadach powoduje, że i prac charakteryzujących warunki klimatyczne w Bieszczadach nie jest dużo.

W latach pięćdziesiątych opublikowano krótkie opisy zimowych wędrówek po połoninach zawierające wzmianki o pokrywie śnieżnej (P. Czartoryski 1954, 1955). Lata sześćdziesiąte przyniosły wiele publikacji prac o tematyce bieszczadzkiej pochodzących z ośrodka lubelskiego, wśród których wymienić można opracowania A. Malickiego (1968, 1967/1968) oraz E. Michny i S. Paczosa (1969). W pracy A. Malickiego (1968) przedstawiono charakterystykę pokrywy śnieżnej w Stacji UMCS w Równi. A. Malicki, L. Dolecki i A. Szwaczko (1967/1968) zwrócili uwagę na zaleganie śniegu wiosną na połoninach: „w maju dość powszechnie zalegają pola śnieżne nie tylko w lasach przy górnej granicy lasów, ale także na zboczach połoninowych. Reliktowe płyty śniegu spotyka się jeszcze w czerwcu”. Zagadnienia związane z pokrywą śnieżną w Bieszczadach przedstawili obszernie E. Michna i S. Paczos (1969, 1971, 1972,

Ryc. 1. Liczba dni z pokrywą śnieżną i suma grubości pokrywy śnieżnej w czasie poszczególnych zim w posterunku IMGW w Brzegach Dolnych  
Number of days with snow cover and the sum of snow depth during several winter seasons at the IMGW Station in Brzegi Dolne

1975). Były to pierwsze charakterystyki obejmujące całość dostępnych wtedy danych z posterunków pomiarowych.

Ważną rolę należy przypisać niepublikowanemu opracowaniu klimatu województwa krośnieńskiego (Klimat..., 1983). Scharakteryzowano tam nie tylko dane z posterunków meteorologicznych, lecz opierając się na wynikach prac z innych terenów górskich, skonstruowano mapy klimatyczne, m.in. zróżnicowanie przestrzenne średniej liczby dni z pokrywą śnieżną i maksymalnej grubości pokrywy śnieżnej. Przy konstruowaniu map w znacznym stopniu uwzględniono hipsometrię.

Istotna rola czynników lokalnych w charakterystyce pokrywy śnieżnej oraz położenie posterunków meteorologicznych na stosunkowo niewielkich wysokościach było przyczyną prowadzenia pomiarów terenowych. W Bieszczadach pomiary takie prowadzili S. P a c z o s (1984) i M. N o w o s a d (1992c). Pokrywę śnieżną w wybranych posterunkach w Bieszczadach charakteryzowano też za pomocą metod klimatologii kompleksowej w powiązaniu z innymi elementami meteorologicznymi (M. N o w o s a d 1980/1981, 1982).

Problematykę pokrywy śnieżnej w Bieszczadach przedstawiono w pracy doktorskiej M. N o w o s a d a (1992a), z której materiały i wyniki są wykorzystywane w niniejszym opracowaniu. Wiele zagadnień, dotyczących pokrywy śnieżnej w Bieszczadach, poruszanych we wspomnianej pracy, czasem nieco uzupełnionych bądź zmienionych, zostało opublikowanych oddzielnie (M. N o w o s a d 1987/1988, 1991, 1992b, 1992d, 1993a, 1993b, 1993c, 1993d).

#### OCENA DANYCH METEOROLOGICZNYCH

Niniejsze opracowanie oparte jest na wynikach codziennych pomiarów grubości pokrywy śnieżnej w 30 stacjach i posterunkach za okres 25 zim od 1960/1961 do 1984/1985. Mapkę z lokalizacją stacji i posterunków opublikowano wcześniej (M. N o w o s a d 1992c). Znajdują się one w przedziale wysokości bezwzględnej od 305 m (Sanok po przeniesieniu posterunku) do 695 m (Roztoki Górne) i 700 m (Wetlina).

Kompletne wyniki pomiarów grubości pokrywy śnieżnej dla analizowanych 25 zim posiadają tylko posterunki w Szczawnem i w Teleśnicy. Nieistotna luka (1 dzień) występuje w pomiarach z Brzegów Dolnych. Niewielkie, dające się uzupełnić luki, występują także w danych z Komańczy. W 4 miejscowościach (Baligród, Lesko, Sanok, Solina) zmieniano lokalizację miejsca obserwacji. W okresie objętym opracowaniem w 9 posterunkach przestano wykonywać pomiary, zaś w 9 rozpoczęto. Liczba czynnych stacji i posterunków (na podstawie możliwości określenia liczby dni z pokrywą śnieżną w czasie zimy) wynosiła w poszczególnych zimach od 17 do 23. Zestawienie posterunków posiadających kompletne dane dla przynajmniej 19 zim (z wymienionego okresu) opublikowano wcześniej (N o w o s a d 1991).

## METODA

Do analizy wykorzystano wyniki codziennych pomiarów grubości pokrywy śnieżnej. Charakteryzując wielkości skrajne brano pod uwagę dane ze wszystkich posterunków. Trzeba zaznaczyć, że znaczna część z nich funkcjonowała tylko w ciągu niektórych lat, co rzutuje na otrzymane wyniki.

Do obliczenia średnich charakterystyk zastosowano redukcję metodą ilorazów. Redukcji poddano wartości z tych punktów pomiarowych, w których stwierdzono co najmniej 15 zim bez luk w materiale obserwacyjnym (włączono tu także dłuższą część okresu w 3 z 4 przenoszonych miejsc). Każdorazowo stosowano kryterium celowości (J. P r u - c h n i c k i 1987) i dopiero po jego spełnieniu dla danej charakterystyki pokrywy śnieżnej następowało obliczanie średniej dla 25 zim. Do określania zależności wystąpienia pokrywy śnieżnej od jej wcześniejszej charakterystyki obliczano tabele częstości (ryc. 7 i 8)\*.

CHARAKTERYSTYKA POKRYWY ŚNIEŻNEJ W STACJACH I POSTERUNKACH  
METEOROLOGICZNYCH W BIESZCZADACH

## LICZBA DNI Z POKRYWĄ ŚNIEŻNĄ

Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną wyniosła od 70 w Sanoku do 114 w Wetlinie. Liniową zależność średniej liczby dni z pokrywą śnieżną od wysokości n.p.m. określa wzór (współczynnik korelacji równy jest 0,895):

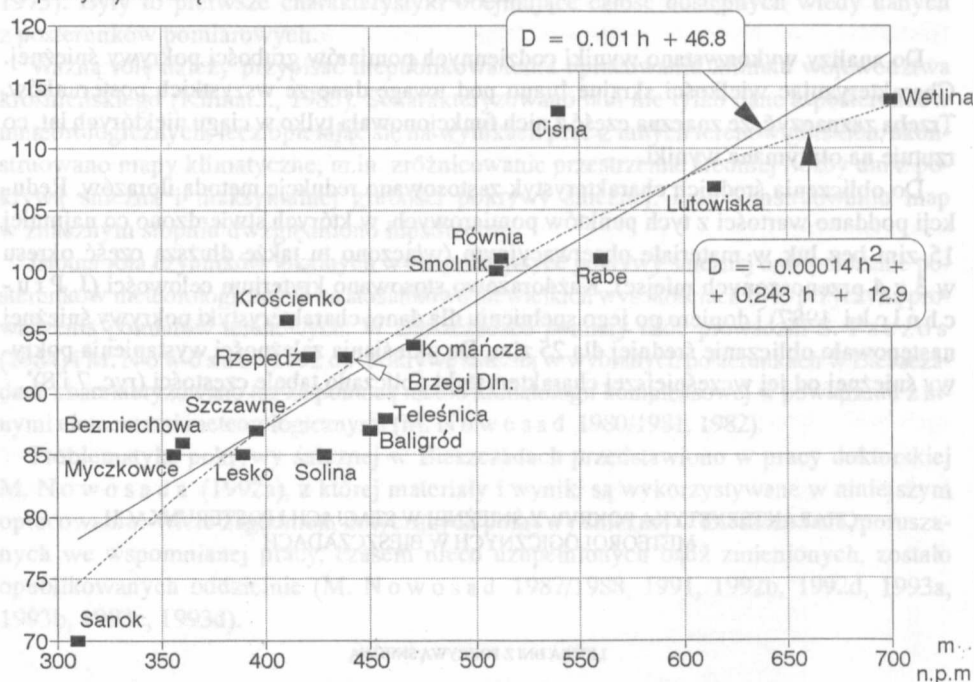
$$D = 0,101 \cdot h + 46,8$$

Największe wartości liczby dni z pokrywą śnieżną to: 152 dni w Roztokach Górnych zimą 1981/1982, 144 dni w Ustrzykach Górnych zimą 1966/1967, 142 dni w Cisnej zimą 1981/1982, 141 dni w Lutowskich zimą 1981/1982, 139 dni w Cisnej zimą 1966/1967.

Wymienione zimy charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem liczby dni z pokrywą śnieżną między poszczególnymi stacjami i posterunkami (1981/1982 od 78 do 152 dni, 1966/1967 od 91 do 144 dni). Zima, charakteryzująca się znaczną liczbą dni z pokrywą śnieżną, o stosunkowo niewielkim zróżnicowaniu liczby dni z pokrywą śnieżną między posterunkami meteorologicznymi (od 116 do 133 dni) wystąpiła w 1975/1976. Zwracając uwagę 4 kolejne śnieżne zimy od 1961/1962 do 1964/1965. Liczbę dni z pokrywą śnieżną w czasie poszczególnych zim przedstawiono na przykładzie posterunku Brzegi Dolne (ryc. 1 – obejmuje okres nieco dłuższy niż 25 zim).

\* Elementy tabeli przedstawiono wyróżnionym drukiem. Pod każdym elementem zamieszczono pochylonym drukiem liczbę przypadków, na podstawie których dany element obliczano. Izolinie, ułatwiające korzystanie z tabeli, prowadzono, gdy liczba przypadków wynosiła przynajmniej 40 (dla dekady w okresie 25 zim). Elementy tabeli znajdujące się w tej samej kolumnie dotyczą okresu poprzedzającego o jednakowej długości. Elementy znajdujące się w tym samym wierszu dotyczą takiej samej grubości pokrywy śnieżnej na początku okresu poprzedzającego.

dni z pokrywą śnieżną



Ryc. 2. Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną w czasie okresu zimowego w Bieszczadach (1960/1961–1984/1985)

An average number of days with snow cover during winter season in Bieszczady (1960/1961–1984/1985)

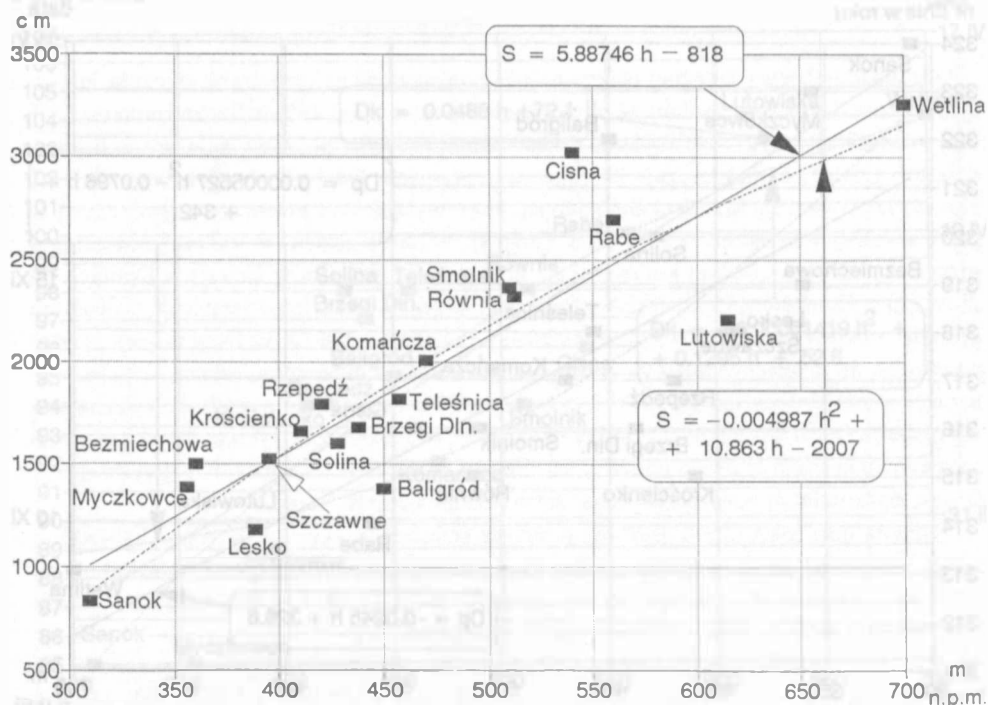
Zimy o niewielkiej liczbie dni z pokrywą śnieżną to 1960/1961 (od 31 do 82 dni), 1971/1972 (od 30 do 93 dni) i 1973/1974 (od 47 do 88 dni). Najmniej dni z pokrywą śnieżną zanotowano: 30 dni w Sanoku zimą 1971/1972, 31 dni w Sanoku zimą 1960/1961, 32 dni w Huzelach zimą 1971/1972.

#### SUMA GRUBOŚCI POKRYWY ŚNIEŻNEJ

Suma grubości pokrywy śnieżnej stosowana jest jako wskaźnik śnieżności zimy (J. Chrzanowski 1988), bądź uwzględniana przy konstruowaniu takiego wskaźnika (S. Paczos 1982). Średnia suma grubości pokrywy śnieżnej w czasie zimy wynosiła od 837 cm w Sanoku do 3252 w Wetlinie i jest, spośród 13 wybranych charakterystyk pokrywy śnieżnej (M. Nowosad 1992a), najbardziej skorelowana z wysokością n.p.m. (współczynnik korelacji 0.901). Liniową zależność przedstawia wzór:

$$\text{Suma} = 5,89 \cdot h - 818$$

Graficzną interpretację średniej sumy grubości pokrywy śnieżnej przedstawiono na ryc. 3. Stosunek maksymalnej do minimalnej sumy grubości w czasie danej zimy obliczony dla różnych stacji i posterunków na badanym obszarze informuje o wielkości różnicowa-



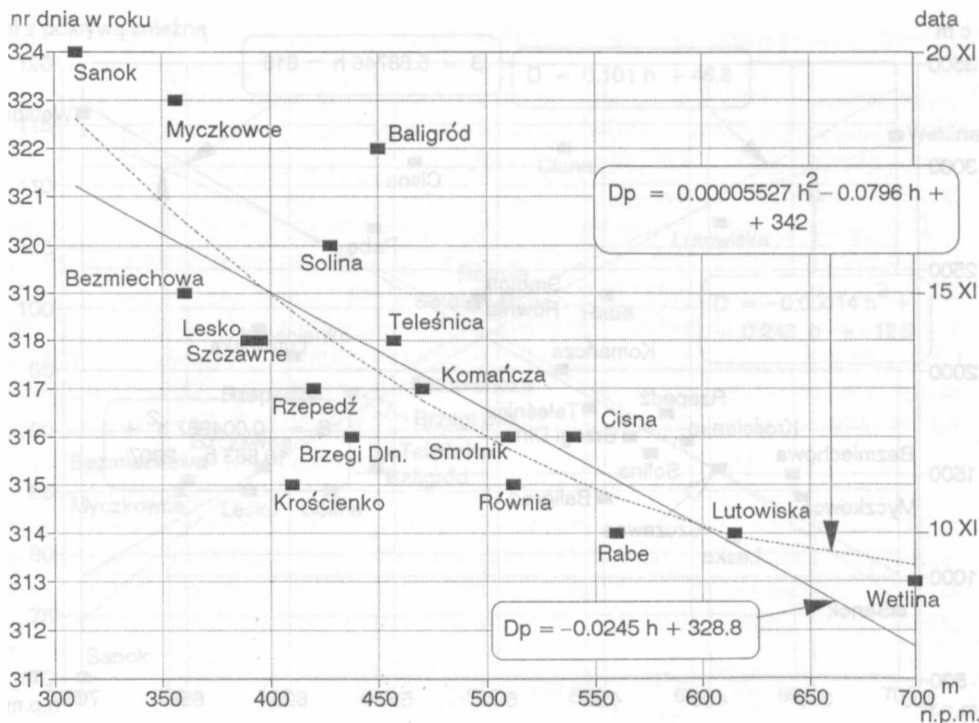
Ryc. 3. Średnia suma grubości pokrywy śnieżnej w czasie okresu zimowego w Bieszczadach (1960/1961–1984/1985)

An average sum of snow depth during the winter season in Bieszczady (1960/1961–1984/1985)

nia przestrzennego śnieżności w czasie danej zimy. Jego zakres zmienności wynosił od 2,8 (zima 1964/1965) do 10 (zima 1973/1974).

Stwierdzono występowanie sum grubości pokrywy śnieżnej w czasie zimy od 178 cm do 8843 cm. Określenie posterunków, w których notowano największe sumy, jest trudne, bowiem niektóre z nich funkcjonowały tylko przez kilka zim. Suma grubości pokrywy śnieżnej w Roztokach Górnych była najwyższa w czasie wszystkich 4 zim, od kiedy funkcjonował posterunek. Suma grubości pokrywy śnieżnej w Ustrzykach Górnych była najwyższa w czasie 3 z 7 analizowanych w tym posterunku zim. Największe sumy grubości pokrywy śnieżnej stwierdzono w czasie zim 1975/1976 i 1963/1964: 8843 cm w Wetlinie zimą 1975/1976, 7380 w Równi zimą 1963/1964, 7275 cm w Roztokach Górnych zimą 1981/1982, 7110 cm w Smolniku zimą 1975/1976, 6946 w Ustrzykach Górnych zimą 1966/1967. Najmniejsze sumy notowano w czasie zim 1960/1961 i 1974/1975: 178 cm w Sanoku zimą 1960/1961, 203 cm w Sanoku zimą 1974/1975, 212 cm w Huzelach zimą 1960/1961, 216 cm w Myczkowcach zimą 1974/1975, 220 cm w Lesku zimą 1974/1975.

Przebieg sumy grubości pokrywy śnieżnej w czasie poszczególnych zim przedstawiono na przykładzie posterunku Brzegi Dolne na ryc. 1. Przebieg liczby dni z pokrywą śnieżną i przebieg sumy grubości pokrywy śnieżnej ukazuje typowe dla tych charakterystyk zróżnicowanie zmienności – przebieg liczby dni z pokrywą śnieżną jest mniej zróżnicowany (np. stosunek największej liczby dni z pokrywą śnieżną do najmniejszej liczby



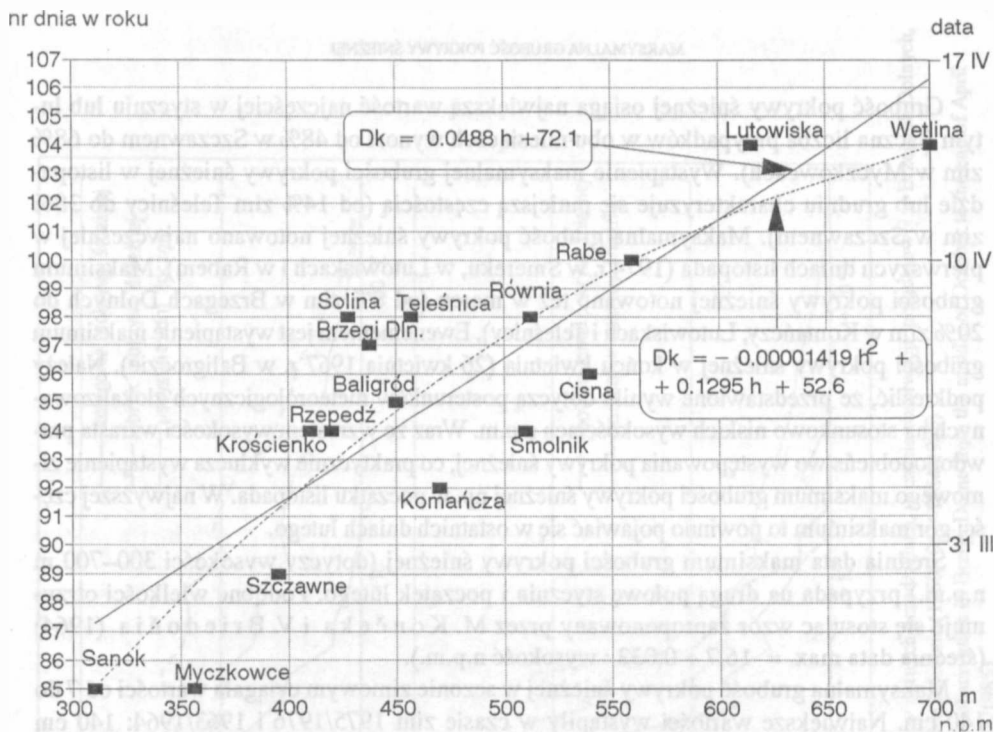
Ryc. 4. Średnia data pierwszego dnia z pokrywą śnieżną w Bieszczadach (1960/1961–1984/1985)  
An average date of the first day with snow cover in Bieszczady (1960/1961–1984/1985)

dni z pokrywą śnieżną) niż przebieg sumy grubości pokrywy śnieżnej. Właściwością tej ostatniej charakterystyki jest wyraźne wyodrębnianie się zim, w czasie których zarówno grubość pokrywy śnieżnej, jak i czas jej zalegania były znaczne.

Z sumą grubości pokrywy śnieżnej ściśle związana jest średnia grubość śniegu, tj. iloraz sumy grubości pokrywy śnieżnej przez całkowitą liczbę dni (R. Gum iński 1950). Średnia grubość śniegu w dolnej części Bieszczadów wzrasta od trzeciej dekady listopada do końca stycznia, maleje w pierwszej dekadzie lutego, następnie wzrasta osiągając maksimum. Od trzeciej dekady lutego następuje szybki spadek tej średniej. Im średnia wysokość śniegu jest większa, tym maksimum występuje później (R. Gum iński 1950).

#### DATA POCZĄTKU POKRYWY ŚNIEŻNEJ

Pierwszy dzień z pokrywą śnieżną notowano w okresie od 6 października (Wetlina 1971 r.) do 26 grudnia (Solina 1968 r.). W większości stacji i posterunków najwcześniej wystąpił on w 1971 r., najpóźniej w 1969 r. Czas zalegania pierwszej w zimie pokrywy śnieżnej zwykle nie jest długi. Zalegała ona tylko przez 1 dzień w 24% zim w Brzeczach Dolnych i Teleśnicy, w 28% w Komańczy oraz w 36% w Szczawnem. Natomiast utrzy-



Ryc. 5. Średnia data ostatniego dnia z pokrywą śnieżną w Bieszczadach (1960/1961 – 1984/1985)

An average date of the last day with snow cover in Bieszczady (1960/1961–1984/1985)

mywała się przez 10 dni i dłużej w 20% zim w Szczawnem, w 24% zim w Komańczy, w 28% zim w Brzegach Dolnych i w 32% zim w Teleśnicy.

Stwierdzono istnienie niewielkiej zależności długości zalegania pierwszej pokrywy śnieżnej od daty jej utworzenia się, tj. im później wystąpiła, tym dłużej zalegała. Współczynniki korelacji między długością zalegania a datą wystąpienia pierwszego dnia z pokrywą śnieżną wyniosły: 0,28 dla Szczawnego (prawdopodobieństwo przypadkowego otrzymania takiej wartości współczynnika korelacji wyniosło według testu t-Studenta około 18%), 0,38 dla Brzegów Dolnych (około 7%), 0,40 dla Teleśnicy (około 4,5%) i dla Komańczy (około 4%) oraz 0,54 dla 23 zim dla Wetliny (mniej niż 1%).

Najwcześniejsze wystąpienie pierwszego dnia z pokrywą śnieżną stwierdzono w Wetlinie 6 października 1971 r. Ślady pokrywy śnieżnej stwierdzono wtedy w Smereku, zaś w pozostałych stacjach i posterunkach pokrywy śnieżnej nie zanotowano. Pojawienie się pokrywy śnieżnej w połowie października miało miejsce we wszystkich stacjach i posterunkach meteorologicznych w 1971 r. Opad śniegu we wrześniu wystąpił w 1972 r. w Brzegach Dolnych, w Równi, w Terce i w Wetlinie.

Stwierdzono istotną zależność średniej daty pierwszego dnia z pokrywą śnieżną od wysokości n.p.m. (współczynnik korelacji 0,77). Pionowy gradient wcześniejszej daty w miarę wzrostu wysokości wynosi około 2,4 dnia na 100 m i jest mniejszy niż obliczony przez B. Leśnika (1980) czy S. Paczosa (1987). Graficzną prezentację średniej daty pierwszego dnia z pokrywą śnieżną przedstawiono na ryc. 4.

## MAKSYMALNA GRUBOŚĆ POKRYWY ŚNIEŻNEJ

Grubość pokrywy śnieżnej osiąga największą wartość najczęściej w styczniu lub lutym (łączna liczba przypadków w obu miesiącach wynosi od 48% w Szczawnem do 68% zim w Myczkowcach). Wystąpienie maksymalnej grubości pokrywy śnieżnej w listopadzie lub grudniu charakteryzuje się mniejszą częstością (od 14% zim Teleśnicy do 38% zim w Szczawnem). Maksymalną grubość pokrywy śnieżnej notowano najwcześniej w pierwszych dniach listopada (1974 r. w Smereku, w Lutowiskach i w Rabem). Maksimum grubości pokrywy śnieżnej notowano też w marcu (od 8% zim w Brzegach Dolnych do 20% zim w Komańczy, Lutowiskach i Teleśnicy). Ewenementem jest wystąpienie maksimum grubości pokrywy śnieżnej w końcu kwietnia (26 kwietnia 1967 r. w Baligrodzie). Należy podkreślić, że przedstawione wyniki dotyczą posterunków meteorologicznych zlokalizowanych na stosunkowo niskich wysokościach n.p.m. Wraz ze wzrostem wysokości wzrasta prawdopodobieństwo występowania pokrywy śnieżnej, co praktycznie wyklucza wystąpienie zimowego maksimum grubości pokrywy śnieżnej np. w początku listopada. W najwyższej części gór maksimum to powinno pojawiać się w ostatnich dniach lutego.

Średnia data maksimum grubości pokrywy śnieżnej (dotyczy wysokości 300–700 m n.p.m.) przypada na drugą połowę stycznia i początek lutego. Podobne wielkości otrzymuje się stosując wzór zaproponowany przez M. Končeka i V. Briedoňia (1964) (średnia data max. =  $16,7 + 0,032 \cdot \text{wysokość n.p.m.}$ ).

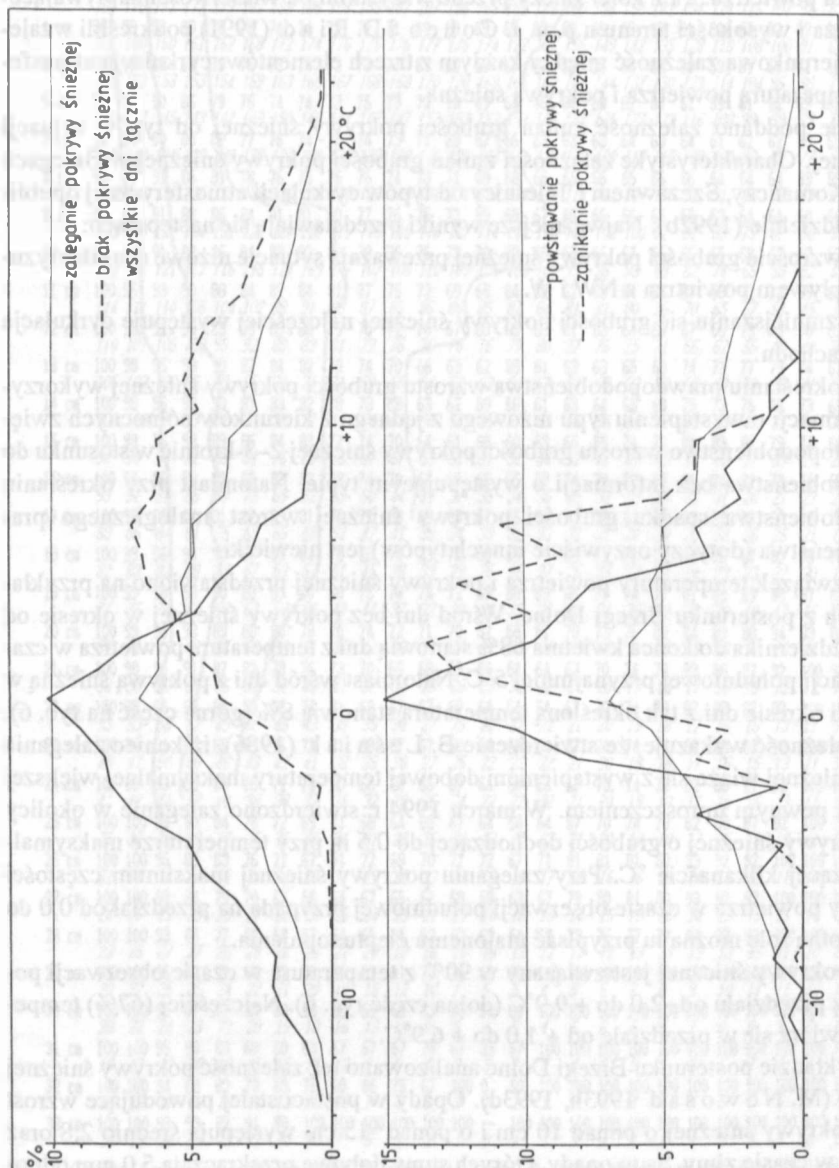
Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej w sezonie zimowym osiągała wartości od 7 do 140 cm. Największe wartości wystąpiły w czasie zim 1975/1976 i 1963/1964: 140 cm w Wetlinie 23 marca 1976 r., 139 cm w Wetlinie 13 lutego 1964 r., 132 cm w Ropience 15 lutego 1964 r., 122 cm w Równi 15 lutego 1964 r., 118 cm w Rzepedzi 14 lutego 1964 r.

## DATA KOŃCA POKRYWY ŚNIEŻNEJ

Ostatni dzień z pokrywą śnieżną występował od 30 stycznia (Sanok 1972 r.) do 14 maja (Dwernik i Wetlina 1980 r.). Był on poprzedzony zaleganiem pokrywy śnieżnej bez przerw dłużej niż miesiąc w 16% zim w Szczawnem, w 20% zim w Teleśnicy, w 24% zim w Szczawnem i w 28% zim w Komańczy. Znaczna część ostatnich dni z pokrywą śnieżną trwała nie dłużej niż 3 dni. Częstość ta stanowi 72–78% zim w Brzegach Dolnych i w Teleśnicy, mniej w Szczawnem (60% zim) i w Komańczy (48% zim). Ostatni dzień z pokrywą śnieżną był bezpośrednio poprzedzony dniem bez pokrywy śnieżnej w od 32% zim (Szczawne) do 60% zim (Teleśnica).

Średnia data ostatniego dnia z pokrywą śnieżną wynosiła od 26 marca w Sanoku i w Myczkowcach do 14 kwietnia w Wetlinie i w Lutowiskach. Zależność jej od wysokości n.p.m. określa współczynnik korelacji równy 0,87. Gradient, przy założeniu liniowej zależności, jest mniejszy niż według B. Leśniaka (1980) czy S. Paczosa (1987) i wynosi 4,9 dnia, tj. średnia data zaniku ostatniej pokrywy śnieżnej opóźnia się o prawie 5 dni na każde 100 m wysokości.

W 24% zim stwierdzono pojawienie się pokrywy śnieżnej w maju przynajmniej w jednej miejscowości.



Ryc. 6. Częstość i warunkowa częstość występowania temperatury powietrza w różnych przedziałach, w czasie obserwacji południowej w Brzegach Dolnych, w okresie od połowy października do końca kwietnia (1960/1961-1984/1985)

Frequency and conditional frequency of the air temperature in various ranges at noon observation in Brzegi Dolne from the middle of October to the end of April (1960/1961-1984/1985)

## ZALEŻNOŚĆ POKRYWY ŚNIEŻNEJ OD WYBRANYCH CZYNNIKÓW

O występowaniu pokrywy śnieżnej i jej grubości w największym stopniu decyduje temperatura powietrza. Ta z kolei zależy przede wszystkim od właściwości napływającego powietrza i wysokości terenu n.p.m. J. C o h e n i D. R i n d (1991) podkreślili wzajemną dwukierunkową zależność między każdym z trzech elementów: cyrkulacją atmosferyczną, temperaturą powietrza i pokrywą śnieżną.

Analizie poddano zależność zmian grubości pokrywy śnieżnej od typów sytuacji synoptycznej. Charakterystykę zależności zmian grubości pokrywy śnieżnej w Brzegach Dolnych, Komańczy, Szczawnem i Teleśnicy od typów cyrkulacji atmosferycznej opublikowano oddzielnie (1992b). Najważniejsze wyniki przedstawiają się następująco:

1. Przy wzroście grubości pokrywy śnieżnej przeważają sytuacje niżowe charakteryzujące się napływem powietrza z NW i W.

2. Przy zmniejszaniu się grubości pokrywy śnieżnej najczęściej występuje cyrkulacja niżowa z zachodu.

3. Przy określaniu prawdopodobieństwa wzrostu grubości pokrywy śnieżnej wykorzystanie informacji o wystąpieniu typu niżowego z jednego z kierunków północnych zwiększa prawdopodobieństwo wzrostu grubości pokrywy śnieżnej 2–3-krotnie w stosunku do prawdopodobieństwa bez informacji o występującym typie. Natomiast przy określaniu prawdopodobieństwa spadku grubości pokrywy śnieżnej wzrost analogicznego prawdopodobieństwa (dotyczy oczywiście innych typów) jest niewielki.

Ścisły związek temperatury powietrza i pokrywy śnieżnej przedstawiono na przykładzie danych z posterunku Brzegi Dolne. Wśród dni bez pokrywy śnieżnej w okresie od połowy października do końca kwietnia 68% stanowią dni z temperaturą powietrza w czasie obserwacji południowej przynajmniej  $5^{\circ}\text{C}$ . Natomiast wśród dni z pokrywą śnieżną w tym samym okresie dni z tak określoną temperaturą stanowią 8% (górną część na ryc. 6). Ostatnia zależność wykazuje, że stwierdzenie B. L e ś n i a k (1986), iż koniec zalegania pokrywy śnieżnej wiąże się z wystąpieniem dobowej temperatury maksymalnej większej od  $5^{\circ}\text{C}$  jest pewnym uproszczeniem. W marcu 1994 r. stwierdzono zaleganie w okolicy Równi pokrywy śnieżnej o grubości dochodzącej do 0,5 m przy temperaturze maksymalnej wynoszącej kilkanaście  $^{\circ}\text{C}$ . Przy zaleganiu pokrywy śnieżnej maksimum częstości temperatury powietrza w czasie obserwacji południowej przypada na przedział od 0,0 do  $+0,9^{\circ}\text{C}$ . Istotną rolę można tu przypisać utajonemu ciepłu topnienia.

Zanik pokrywy śnieżnej jest związany w 90% z temperaturą w czasie obserwacji południowej z przedziału od  $-2,0$  do  $+9,9^{\circ}\text{C}$  (dolna część ryc. 6). Najczęściej (67%) temperatura ta zawiera się w przedziale od  $+1,0$  do  $+6,9^{\circ}\text{C}$ .

Na przykładzie posterunku Brzegi Dolne analizowano też zależność pokrywy śnieżnej od opadów (M. N o w o s a d 1993b, 1993d). Opady w postaci stałej powodujące wzrost grubości pokrywy śnieżnej o ponad 10 cm i o ponad 15 cm występują średnio 2,8 oraz 1,1-krotnie w czasie zimy. Są to opady, których sumy dobowe przekraczają 5,0 mm odpowiednio w 81% i w 93% przypadków.

Jednym z czynników decydujących o zaleganiu pokrywy śnieżnej w danym dniu jest występowanie śniegu w okresie poprzedzającym ten dzień i jego ilość. Przy zwiększaniu się ilości śniegu oraz skracaniu okresu między dniami, dla których porównuje się grubość

|       | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | dni |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 cm  | 94  | 90  | 87  | 82  | 77  | 76  | 74  | 72  | 69  | 69  | 68  | 68  | 69  | 71  | 71  | 70  | 69  | 68  | 67  | 66  | 64  | 63  | 62  | 61  | 59  | 58  | 60  | 62  |
| 2 cm  | 188 | 187 | 186 | 181 | 189 | 192 | 193 | 196 | 199 | 200 | 199 | 200 | 200 | 199 | 195 | 188 | 179 | 177 | 162 | 153 | 146 | 138 | 129 | 119 | 111 | 102 | 97  | 93  |
| 3 cm  | 718 | 715 | 713 | 701 | 716 | 719 | 722 | 724 | 726 | 729 | 731 | 732 | 732 | 730 | 726 | 719 | 710 | 701 | 661 | 653 | 645 | 640 | 632 | 624 | 616 | 607 | 591 | 67  |
| 4 cm  | 97  | 92  | 87  | 83  | 78  | 75  | 75  | 73  | 70  | 69  | 67  | 68  | 69  | 69  | 69  | 69  | 67  | 65  | 65  | 63  | 61  | 60  | 63  | 62  | 61  | 62  | 61  | 62  |
| 5 cm  | 148 | 147 | 145 | 143 | 144 | 143 | 140 | 148 | 147 | 147 | 152 | 153 | 153 | 152 | 146 | 137 | 131 | 127 | 122 | 116 | 108 | 98  | 89  | 79  | 70  | 63  | 59  | 57  |
| 6 cm  | 98  | 94  | 90  | 86  | 80  | 77  | 75  | 74  | 74  | 74  | 73  | 71  | 69  | 67  | 66  | 63  | 63  | 63  | 64  | 63  | 64  | 61  | 62  | 62  | 60  | 59  | 57  | 55  |
| 7 cm  | 143 | 143 | 141 | 139 | 139 | 138 | 137 | 134 | 132 | 133 | 133 | 136 | 136 | 135 | 133 | 128 | 123 | 120 | 118 | 115 | 108 | 100 | 92  | 84  | 77  | 69  | 61  | 56  |
| 8 cm  | 98  | 94  | 91  | 86  | 81  | 78  | 76  | 75  | 76  | 74  | 73  | 71  | 69  | 68  | 66  | 65  | 65  | 65  | 65  | 65  | 66  | 64  | 64  | 64  | 59  | 59  | 56  | 54  |
| 9 cm  | 140 | 140 | 139 | 136 | 135 | 135 | 130 | 130 | 129 | 129 | 131 | 131 | 127 | 124 | 120 | 114 | 111 | 109 | 106 | 99  | 91  | 84  | 75  | 69  | 61  | 54  | 50  | 50  |
| 10 cm | 99  | 95  | 91  | 88  | 86  | 84  | 81  | 81  | 80  | 77  | 76  | 75  | 73  | 69  | 68  | 67  | 66  | 66  | 65  | 65  | 63  | 64  | 60  | 60  | 60  | 57  | 52  | 52  |
| 11 cm | 130 | 129 | 128 | 124 | 121 | 122 | 120 | 116 | 115 | 115 | 116 | 118 | 117 | 114 | 113 | 110 | 105 | 102 | 100 | 97  | 91  | 83  | 75  | 67  | 60  | 53  | 46  | 42  |
| 12 cm | 123 | 121 | 121 | 117 | 116 | 115 | 114 | 109 | 107 | 107 | 108 | 110 | 109 | 106 | 102 | 99  | 95  | 93  | 89  | 82  | 74  | 65  | 58  | 52  | 45  | 38  | 35  | 35  |
| 13 cm | 100 | 96  | 93  | 90  | 88  | 84  | 82  | 84  | 81  | 77  | 75  | 72  | 69  | 65  | 64  | 62  | 62  | 63  | 64  | 64  | 67  | 68  | 72  | 73  | 69  | 66  | 61  | 56  |
| 14 cm | 114 | 111 | 110 | 105 | 104 | 102 | 98  | 91  | 87  | 85  | 85  | 85  | 87  | 84  | 81  | 81  | 80  | 76  | 70  | 65  | 57  | 51  | 45  | 38  | 33  | 32  | 32  | 32  |
| 15 cm | 100 | 96  | 92  | 88  | 85  | 83  | 83  | 79  | 75  | 72  | 70  | 67  | 63  | 63  | 63  | 61  | 63  | 64  | 63  | 67  | 68  | 73  | 73  | 70  | 67  | 61  | 55  | 55  |
| 16 cm | 110 | 107 | 105 | 103 | 95  | 92  | 88  | 83  | 81  | 79  | 76  | 74  | 70  | 66  | 63  | 63  | 63  | 65  | 69  | 74  | 73  | 77  | 79  | 74  | 67  | 57  | 48  | 48  |
| 17 cm | 106 | 102 | 100 | 95  | 89  | 85  | 80  | 74  | 71  | 69  | 66  | 64  | 63  | 64  | 67  | 64  | 63  | 62  | 58  | 53  | 48  | 43  | 38  | 31  | 27  | 23  | 23  | 23  |
| 18 cm | 100 | 98  | 95  | 92  | 87  | 83  | 82  | 78  | 73  | 68  | 63  | 62  | 59  | 58  | 61  | 63  | 64  | 65  | 69  | 75  | 73  | 76  | 78  | 73  | 65  | 57  | 48  | 48  |
| 19 cm | 102 | 100 | 97  | 93  | 87  | 83  | 78  | 72  | 67  | 64  | 64  | 56  | 55  | 56  | 57  | 59  | 56  | 55  | 54  | 52  | 48  | 45  | 42  | 37  | 30  | 26  | 23  | 23  |
| 20 cm | 98  | 96  | 93  | 91  | 86  | 81  | 76  | 70  | 65  | 61  | 58  | 53  | 51  | 51  | 52  | 54  | 51  | 48  | 47  | 45  | 43  | 40  | 37  | 33  | 27  | 23  | 20  | 20  |
| 21 cm | 100 | 99  | 96  | 93  | 89  | 85  | 82  | 78  | 74  | 70  | 66  | 65  | 66  | 65  | 69  | 74  | 79  | 82  | 82  | 81  | 84  | 82  | 78  | 74  | 67  | 53  | 47  | 47  |
| 22 cm | 93  | 91  | 88  | 86  | 83  | 79  | 75  | 69  | 62  | 55  | 50  | 44  | 41  | 37  | 35  | 34  | 36  | 35  | 33  | 32  | 32  | 31  | 28  | 27  | 23  | 21  | 19  | 19  |
| 23 cm | 100 | 99  | 96  | 94  | 91  | 87  | 83  | 81  | 77  | 72  | 68  | 66  | 65  | 67  | 66  | 70  | 72  | 77  | 80  | 83  | 83  | 82  | 85  | 80  | 76  | 72  | 59  | 53  |
| 24 cm | 98  | 96  | 94  | 91  | 87  | 83  | 78  | 72  | 67  | 63  | 59  | 52  | 47  | 41  | 38  | 34  | 30  | 29  | 28  | 26  | 25  | 26  | 25  | 21  | 18  | 17  | 17  | 17  |
| 25 cm | 100 | 99  | 96  | 94  | 91  | 87  | 83  | 81  | 77  | 72  | 68  | 66  | 65  | 67  | 66  | 70  | 72  | 77  | 80  | 83  | 83  | 82  | 85  | 80  | 76  | 72  | 59  | 53  |
| 26 cm | 82  | 83  | 81  | 78  | 73  | 67  | 63  | 59  | 51  | 45  | 38  | 33  | 29  | 26  | 26  | 27  | 26  | 25  | 24  | 24  | 24  | 23  | 23  | 20  | 17  | 16  | 16  | 16  |
| 27 cm | 100 | 99  | 96  | 93  | 89  | 85  | 81  | 76  | 70  | 65  | 61  | 58  | 53  | 51  | 51  | 52  | 54  | 51  | 48  | 47  | 45  | 43  | 40  | 37  | 33  | 27  | 23  | 20  |
| 28 cm | 93  | 91  | 88  | 86  | 83  | 79  | 75  | 69  | 62  | 55  | 50  | 44  | 41  | 37  | 35  | 34  | 36  | 35  | 33  | 32  | 32  | 31  | 28  | 27  | 23  | 21  | 19  | 19  |
| 29 cm | 100 | 99  | 96  | 94  | 91  | 87  | 83  | 81  | 77  | 72  | 68  | 66  | 65  | 67  | 66  | 70  | 72  | 77  | 80  | 83  | 83  | 82  | 85  | 80  | 76  | 72  | 59  | 53  |
| 30 cm | 98  | 96  | 94  | 91  | 87  | 83  | 78  | 72  | 67  | 63  | 59  | 52  | 47  | 41  | 38  | 34  | 30  | 29  | 28  | 26  | 25  | 26  | 25  | 21  | 18  | 17  | 17  | 17  |
| 31 cm | 100 | 99  | 96  | 93  | 89  | 85  | 81  | 76  | 70  | 65  | 61  | 58  | 53  | 51  | 51  | 52  | 54  | 51  | 48  | 47  | 45  | 43  | 40  | 37  | 33  | 27  | 23  | 20  |
| 32 cm | 93  | 91  | 88  | 86  | 83  | 79  | 75  | 69  | 62  | 55  | 50  | 44  | 41  | 37  | 35  | 34  | 36  | 35  | 33  | 32  | 32  | 31  | 28  | 27  | 23  | 21  | 19  | 19  |
| 33 cm | 100 | 99  | 96  | 93  | 89  | 85  | 81  | 76  | 70  | 65  | 61  | 58  | 53  | 51  | 51  | 52  | 54  | 51  | 48  | 47  | 45  | 43  | 40  | 37  | 33  | 27  | 23  | 20  |

Ryc. 7. Częstość występowania pokrywy śnieżnej w trzeciej dekadzie grudnia w Brzegach Dolnych przy wykorzystaniu informacji o wcześniejszym jej występowaniu (1960–1984). Założona grubość pokrywy śnieżnej w analizowanym dniu – przynajmniej 1 cm (wyjaśnienia w tekście)

The frequency of snow cover in the third decade of December in Brzegi Dolne using the information on its earlier appearance (1960–1984). The assumed snow depth on the analyzed day – at least more than 1 cm (explanatory notes in the text)

pokrywy śnieżnej (nazywanego dalej okresem poprzedzającym), powinno wzrastać prawdopodobieństwo zalegania pokrywy śnieżnej w tym dniu.

W pierwszej dekadzie grudnia (dotyczy to terenu o wysokości bezwzględnej około 400–470 m) wystąpienie 10 cm śniegu około 4 dni wcześniej zwiększa trafność przewidywania wystąpienia pokrywy śnieżnej z prawdopodobieństwa ponad 50% do 90%. Podobna informacja dla trzeciej dekady marca powoduje większy wzrost tego prawdopodobieństwa (z ponad 20% do 90%), lecz przy krótszym okresie poprzedzającym (wystąpienie przynajmniej 10 cm śniegu 2–3 dni wcześniej).

W okresie zimy, w którym prawdopodobieństwo zalegania pokrywy śnieżnej jest duże (środek stycznia, początek lutego), informacja o wcześniejszym występowaniu pokrywy śnieżnej zwiększająca prawdopodobieństwo przewidywania do np. 95% prowadzi do możliwości wydłużenia okresu przewidywania zalegania pokrywy śnieżnej nawet do miesiąca.

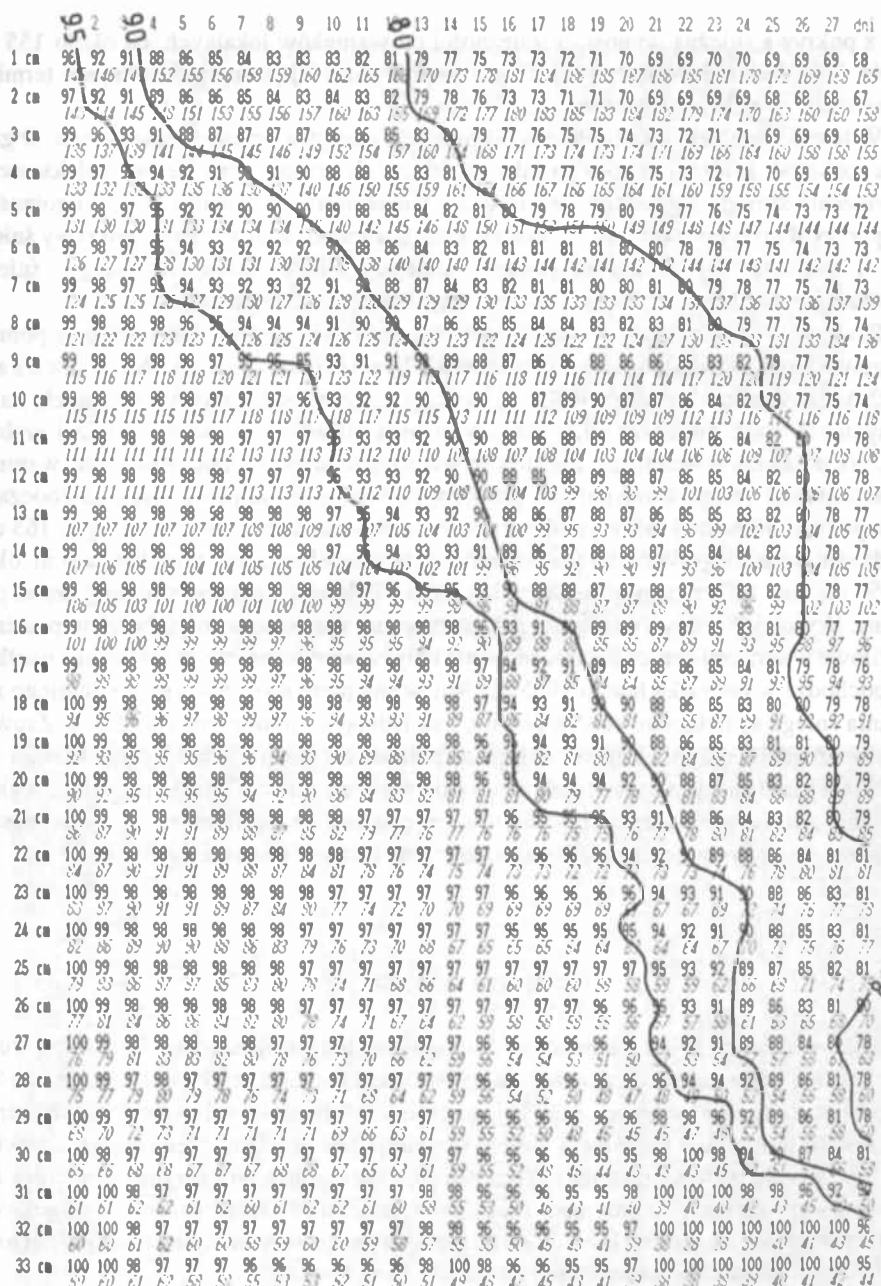
Na otrzymany obraz wpływa zapewne wiele czynników: cyrkulacja atmosferyczna (częstość i intensywność odwilży, a ogólniej temperatura powietrza, opady, wiatr), właściwości fizyczne śniegu (np. jego gęstość, albedo), rzeźba i pokrycie terenu, różna w różnych okresach zimy wielkość promieniowania słonecznego. Układ izolinii na ryc. 7 (trzecia dekada grudnia) ukazuje brak wpływu grubości pokrywy śnieżnej w początku okresu poprzedzającego na prawdopodobieństwo wystąpienia pokrywy śnieżnej w danym dniu. Sugerowane przyczyny to być może znaczna intensywność odwilży występujących w tym czasie przy niewielkiej gęstości zalegającego śniegu. Inny obraz charakteryzuje koniec lutego (ryc. 8), kiedy zalegający śnieg ma zwykle większą gęstość i do jego stopienia potrzebne są większe ilości ciepła. Wraz ze wzrostem wysokości pokrywy śnieżnej w początku okresu poprzedzającego wzrasta generalnie prawdopodobieństwo wystąpienia pokrywy śnieżnej w danym dniu (ukośny przebieg izolinii).

Przy próbach przewidywania wystąpienia pokrywy śnieżnej na podstawie jej wcześniejszego zalegania podstawowym parametrem jest czas pochodzenia informacji (długość okresu poprzedzającego), zaś grubość pokrywy śnieżnej we wcześniejszym terminie ma mniejsze znaczenie.

#### ZRÓŻNICOWANIE POKRYWY ŚNIEŻNEJ W BIESZCZADACH

Charakterystyka pokrywy śnieżnej w terenie o urozmaiconej rzeźbie i zróżnicowanym pokryciu terenu jest niezmiernie trudna. Zaleganie pokrywy śnieżnej uzależnione jest od stosunków termicznych, anemometrycznych, radiacyjnych i wilgotnościowych. Charakterystyki elementów meteorologicznych mierzonych przy powierzchni gruntu są ściśle zależne od czynników lokalnych.

Brak stacji i posterunków meteorologicznych w Bieszczadach na wysokości ponad 700 m n.p.m. jest przyczyną, że charakterystyki pokrywy śnieżnej w wyższej części tej grupy górskiej są bardzo pobieżne i przybliżone. Rozważania na temat metod wyznaczania charakterystyk pokrywy śnieżnej przedstawiono oddzielnie (M. Nowosad 1993c). Można sądzić, że w szczytowej części Bieszczadów (w granicach Polski) pokrywa śnieżna pojawia się średnio w połowie października, zanika w połowie maja, zaś średnia liczba



Ryc. 8. Częstość występowania pokrywy śnieżnej w trzeciej dekadzie lutego w Brzegach Dolnych przy wyko-  
rzystaniu informacji o wcześniejszym jej występowaniu (1961–1985). Założona grubość pokrywy śnieżnej w  
analizowanym dniu – przynajmniej 1 cm (wyjaśnienia w tekście)

The frequency of snow cover in the third decade of February in Brzegi Dolne using the information on its earlier  
appearance (1961–1985). The assumed thickness of snow cover on the analyzed day – at least 1 cm (explanatory  
notes in the text)

dni z pokrywą śnieżną wynosi, w zależności od warunków lokalnych, od około 155 do około 180. Warunki lokalne w większym stopniu różnicują terminy zaniku, niż terminy pojawiania się pokrywy śnieżnej.

W terenie powyżej lasu (połoniny) istotną rolę odgrywa przewiewanie śniegu. O grubości pokrywy śnieżnej i czasie jej zalegania decyduje czasowy przebieg kompleksowego powiązania szeregu czynników (wiatr, opad, temperatura, promieniowanie, wilgotność). Na przykład utrzymywanie się po opadzie śniegu warunków do zalegania pokrywy śnieżnej i wzrostu jej zwartości może zmniejszyć ilość transportowanego śniegu w późniejszym okresie, mimo pojawienia się wiatru o znacznej prędkości.

Pewien obraz na zróżnicowanie przestrzenne pokrywy śnieżnej dały profilowe pomiary prowadzone w okolicy Równi oraz w okolicy Ustrzyk Górnych (M. Nowosad 1992c). Zauważono, że maksymalne wysokości pokrywy śnieżnej na północnych, zalesionych zboczach Bieszczadzkich pasm występują kilkadziesiąt metrów poniżej grzbietów. Na polanach stwierdzono zasadniczo więcej śniegu niż w lesie. Korzystne warunki do akumulacji śniegu występują na północnych skrajach lasu położonych na zboczach o ekspozycji północnej. Maksymalne zmierzone wysokości pokrywy śnieżnej to 165 cm na zboczu Szerokiego Wierchu (na polanie o północnej ekspozycji, wysokość n.p.m. około 950 m) oraz 180 cm w profilu Ustrzyki Górne – Połonina Caryńska w dolnej części połoniny. Wysokość pokrywy śnieżnej osiąga zapewne większe wartości, bowiem pomiary profilowe w wyższej części Bieszczadów nie były wykonywane często (cytowane wielkości pochodzą w początku lutego 1985 r.). Miejscami predysponowanymi do długiego zalegania śniegu są północne zbocza połonin i sąsiadująca z nimi górną część lasu. Zauważono szczególnie długie zaleganie śniegu na północnym skłonie Wielkiej Rawki.

Więcej informacji na temat zróżnicowania pokrywy śnieżnej może przynieść wykorzystanie zdalnie prowadzonych pomiarów (zdjęcia satelitarne, lotnicze czy nawet systematyczne wykonywanie fotografii naziemnych wybranych fragmentów terenu).

#### PODSUMOWANIE

Pokrywa śnieżna jest elementem środowiska charakteryzującym się bardzo dużą zmiennością przestrzenną i czasową. Za najbardziej istotne czynniki, decydujące o zróżnicowaniu zalegania pokrywy śnieżnej, uznano właściwości napływającego powietrza i wysokość terenu nad poziomem morza. Decydują one bowiem o temperaturze powietrza. Ważną rolę, głównie na terenach odkrytych, a szczególnie powyżej górnej granicy lasu odgrywają stosunki anemometryczne. Duże znaczenie należy przypisać ekspozycji i rodzajowi pokrycia terenu. Ich rola zwiększa się wraz ze wzrostem natężenia promieniowania słonecznego. Istotne są kształt i wielkość form terenu.

Pokrywa śnieżna pojawia się w Bieszczadach, nawet w ich nisko położonych częściach, w czasie każdej zimy. Początek zalegania pokrywy śnieżnej przypada średnio na okres od połowy października (data szacunkowa) w partiach szczytowych do połowy listopada w dolinach. Częstość występowania pokrywy śnieżnej w dolnej części Bieszczadów jest największa w drugiej dekadzie stycznia i pierwszej dekadzie lutego (M. No-

Tabl. I

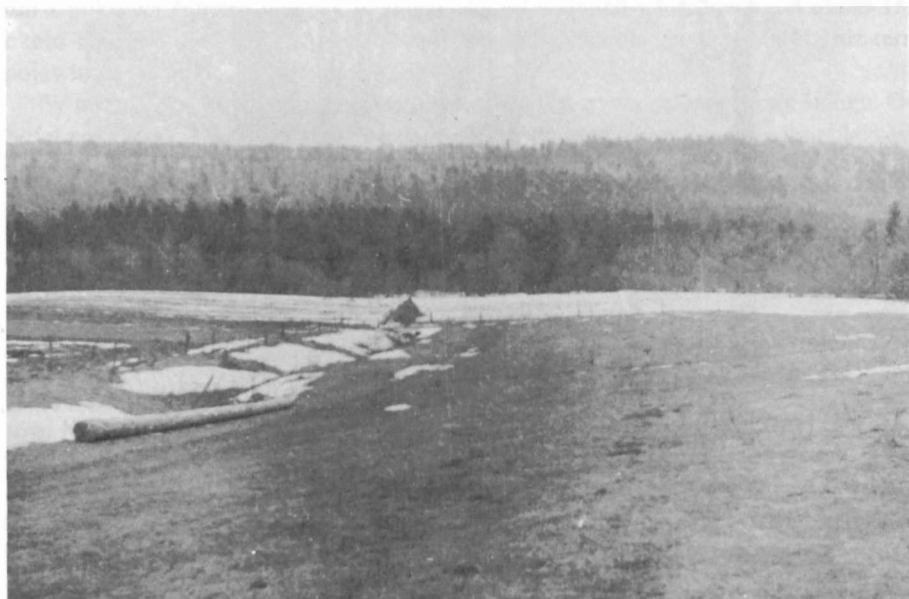


Fot. 1



Fot. 2

Tabl. II



Fot. 3



Fot. 4

w osad 1991). Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną wynosi od 70 do 114 w dolinach, zaś w górnych partiach, przy warunkach lokalnych sprzyjających zaleganiu śniegu, może dochodzić do około 180 (wartość szacunkowa). Od warunków lokalnych zależy data zaniku pokrywy śnieżnej.

#### LITERATURA

- Chomicz K. 1953; Pokrywa śnieżna a gospodarka wodna w Polsce. *Gosp. Wodna*, 13, 2, 52–56.
- Chrzanowski J. 1988; Pokrywa śnieżna w Polsce, klasyfikacja jej grubości i regionalizacja (sum. Snow cover in Poland, classification of its depth and regionalization). *Mat. bad. IMGW, Ser. Meteorologia* 15, Warszawa.
- Cohen J., Rind D. 1991; The effect of snow cover on the climate. *J. Climate*, 4, July, 689–706.
- Czartoryski P. 1954; Grzbietami Bieszczadów na nartach. *Wierchy*, 23, 247–248.
- Czartoryski P. 1955; Przez Bieszczady – na nartach. *Wierchy*, 24, 184–186.
- Gumiński R. 1950; Ważniejsze elementy klimatu rolniczego Polski południowo-wschodniej. *Wiad. St. Hydr. Meteor.*, III, 1, 57–112.
- Klimat województwa krośnieńskiego, 1983; IMGW Kraków (mnp), red. T. Niedźwiedź.
- Konček M., Briedon V. 1964; Sneh a snehová pokrývka na Slovensku (zsf. Schnee und Schneedecke in der Slowakei). *Vyd. Slovenskej Akadémie vied*, Bratislava.
- Leśniak B. 1980; Pokrywa śnieżna w dorzeczu górnej Wisły (sum. Snow cover in the upper Vistula River basin). *Prace Geogr. UJ*, 51 (71), 75–127, Warszawa, Kraków.
- Leśniak B. 1986; Wpływ opadów w postaci stałej i temperatury powietrza na częstość występowania dni z pokrywą śnieżną w Karpatach Zachodnich (sum. The impact of solid precipitation and air temperature on the frequency of occurrence of days with snow cover in the West Carpathian Mts.). *Prace Geogr. UJ*, 67 (89), 69–79, Warszawa, Kraków.
- Malicki A. 1968; Opady i pokrywa śnieżna w Równi (zsf. Die Schneedecke in den Karpathen). *Annales UMCS*, B, 23, 159–176, Lublin.
- Malicki A., Dolecki L., Szwaczko A. 1967/1968; Górna granica lasów w Bieszczadach Polskich (res. La Limite des Forêts dans les Bieszczades Polonais). *Biul. Lub. Tow. Nauk., Geogr.*, 7/8, 27–31, Lublin.
- Michna E., Paczos S. 1969; Opady atmosferyczne w Bieszczadach (zsf. Atmosphärischer Niederschlag im Gebiet des westlichen Bieszczady gebirges). *Annales UMCS*, B, 24, 241–274, Lublin.
- Michna E., Paczos S. 1971; Die Schneebedingungen des westlichen Bieszczady-Gebirge in Anbetracht touristischer und wintersportlicher Anforderungen (streszcz. Warunki śniegowe w Bieszczadach Zachodnich w świetle potrzeb turystyki i sportu). *Biul. Lub. Tow. Nauk.*, D, 11, 3–7, Lublin.
- Michna E., Paczos S. 1972; Zarys klimatu Bieszczadów Zachodnich. *Lubelskie Tow. Nauk.*, Wrocław.
- Michna E., Paczos S. 1975; O zależności opadów atmosferycznych od wysokości nad poziomem morza, szerokości i długości geograficznej w Bieszczadach Zachodnich (sum. On the relation between the atmospheric precipitation and the altitude, latitude and longitude in West Bieszczady Mountains). *Przegl. Geof.* 20 (28), 4, 311–317.
- Nowosad M. 1980/1981; Sezony narciarskie w Komańcy (1960/61–1974/75) (sum. Ski Seasons in Komańca – 1960/61–1974/75). *Annales UMCS*, B, 35/36, 161–173.
- Nowosad M. 1982; Zastosowanie dendrytu dualnego do charakterystyki typów klimatyczno-śniegowych w Równi (sum. Application of a dual dendrite to a description of climatic-snow types at Równia). *Annales UMCS*, B, 37, 193–206.
- Nowosad M. 1987/1988; Trwałość pokrywy śnieżnej w okolicy Ustrzyk Dolnych (sum. Permanence of snow cover in the area of Ustrzyki Dolne). *Annales UMCS*, B, 42/43, 189–202.
- Nowosad M. 1991; Częstość występowania pokrywy śnieżnej w poszczególnych dniach zimy w Bieszczadach (sum. The frequency of the snow cover in the particular winter days in the Bieszczady Mountains). *Biul. Lub. Tow. Nauk., Geogr.*, 32, 1/2, 3–7.

- Nowosad M. 1992a; Pokrywa śnieżna w Bieszczadach i warunki jej występowania, Cz. I i II. Mnps w Bibl. Gt. UMCS, Lublin.
- Nowosad M. 1992b; The dynamic of snow depth depending on the types of atmospheric circulation on the example of the Bieszczady Mountains (str. Dynamika grubości pokrywy śnieżnej w zależności od typów cyrkulacji atmosferycznej na przykładzie Bieszczadów). UMCS, Lublin.
- Nowosad M. 1992c; Terenowe badania pokrywy śnieżnej w okolicy Ustrzyk Dolnych i Ustrzyk Górnych. Prace Stud. Koła Nauk. Geogr. UMCS, 8, 12–23, Lublin.
- Nowosad M. 1992d; O stałej pokrywie śnieżnej w Bieszczadach. Materiały 41. Zjazdu Pol. Tow. Geogr., 251–252, Kraków.
- Nowosad M. 1993a; Some snow cover characteristics in the Bieszczady Mountains. 16th Intern. Conf. on Carpathian Meteorology, 118–123, Smolenice–Bratislava.
- Nowosad M. 1993b; Dependence of change of snow depth on snowfalls at Brzegi Dolne. Evaporatin, Water Balance & Deposition, 3, 329–334, Bratislava.
- Nowosad M. 1993c; Próba oceny metod pośrednich wyznaczania charakterystyk pokrywy śnieżnej (na przykładzie Bieszczadów) (sum. An attempt at appreciating indirect methods of calculating snow cover characteristics – on the Example of the Bieszczady Mountains). Przegl. Geofiz., 38, 3/4, 261–265.
- Nowosad M. 1993d; Wpływ deszczu na pokrywę śnieżną na przykładzie posterunku Brzegi Dolne. Materiały 42. Zjazdu Pol. Tow. Geogr., 92–93, Kielce.
- Paczos S. 1982; Stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce. UMCS, Wyd. BiNoZ, rozpr. hab. XXIV, Lublin.
- Paczos S. 1984; Wyniki pomiarów pokrywy śnieżnej w dorzeczu Równi w zimie 1969/1970 (sum. Results of measurements of snow cover in the Równia river-basin in winter 1969/1970). Biul. Lub. Tow. Nauk., Geogr., 27, 1/2, 71–76, Warszawa.
- Paczos S. 1987; Pokrywa śnieżna na obszarze wschodniej części polskich Karpat (sum. Snow cover in the area of the eastern part of the Polish Carpatians). Biul. Lub. Tow. Nauk., Geogr., 29, 1, 39–45, Warszawa.
- Piela T. 1975; Badania Zakładu Zagospodarowania Turystycznego GKkFiT nad rozwojem turystyki zimowej na obszarach górskich. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 162, 581–583.
- Pruchnicki J. 1987; Metody opracowań klimatologicznych. PWN Warszawa.

#### OBJAŚNIENIA FOTOGRAFII

- Fot. 1. Pokrywa śnieżna w Stacji UMCS w Równi. Widok na pasmo Żuków (8 stycznia 1983 r.).
- Fot. 2. Pokrywa śnieżna na grzbiecie pasma Żuków (31 grudnia 1982 r.).
- Fot. 3. Pasma Żuków oraz skraj lasu na trasie profilu Równia–Żuków (widok od strony północnej – 31 stycznia 1983 r.).
- Fot. 4. Pomiary pokrywy śnieżnej w profilu Ustrzyki Górne–Połonica Caryńska (8 lutego 1985 r.).

#### SUMMARY

The Bieszczady Mountains Range are situated in the eastern part of Poland. The highest peaks there exceed 1300 m above sea level. Information on the snow cover in this region may become useful for those who utilize this area. A considerable part of this region belongs to the Eastern Carpathians International Biosphere Reserve. The Carpathians are considered the biggest snow reservoir in Poland (Chomicz 1953), and water retention in the form of snow is of great importance for hydrological forecasting. Information on nival relations may also be used by skiers, transportation, forestry, construction companies or agriculture.

Differentiation of the date on which first snow cover appears in winter in the lower part of the Bieszczady Mountains (up to 700 m above the sea level) may exceed 2 months. The first snow cover usually disappears after a few days. A slight relation between the date on which the first snow cover appears and the length of the period of time it stays. The average date when the first snow cover appears falls in the second decade of November. In

the case of the highest peaks in the Bieszczady Mountains (on the Polish territory) this date falls in the middle of October.

The dates of the last day with snow cover in the lower part of the Bieszczady Mountains are more varied than the dates of the first snow cover. The difference can be up to 3.5 months. The average date of the last day with snow cover falls between March 26th (Sanok, Myczkowce) and April 14th (Wetlina, Lutowiska) (Fig. 5). In the upper part of mountain ranges snow cover disappears in the middle of May.

The average number of days with snow cover is from 70 in Sanok to 114 in Wetlina (Fig. 2). In the highest parts of the Bieszczady Mountains one can expect from about 155 to 180 days with snow cover.

The maximum snow depth, as estimated on the basis of previous studies and by other authors (Klimat..., 1983) exceeds 2 m. The dates on which the snow cover is the highest are very varied – from November 3rd to April 26th. However, in 50% of winters the maximum snow depth appears in January or February. In the highest part of the Bieszczady Mountains this maximum appears usually in the last days of February, and the differentiation of that date should be lower than in the lower part of the Bieszczady Mountains.

The studied frequency of temperature exceeding  $4.9^{\circ}\text{C}$  at noon in Brzegi Dolne is 68% on the days without snow cover and 8% on the days with snow cover (Fig. 6).

Information on earlier appearance of snow cover makes the forecast of the period of time it will stay easier (Fig. 7, 8). The basic parameter is the time this information has been obtained, whereas the snow depth in the beginning of this period is of lesser importance.

The most important factors deciding on the snow cover is the inflowing air and the altitude of the area above the sea level.

#### EXPLANATION OF PHOTOGRAPHS

Phot 1. Snow cover in the UMCS Station Równia. The view on the Żuków range (Jan. 8th, 1983).

Phot 2. Snow cover in the Żuków range (Dec. 31st, 1983).

Phot 3. The Żuków range and the skirt of the forest on the profile Równia–Żuków (view from the north – Jan. 31st, 1983).

Phot 4. Snow cover measurements in the profile Ustrzyki Górne – Polonina Caryńska (Feb. 8th, 1985).

