ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA
VOL. XL, 7, 133—155 SECTIO B 1985

Zakład Klimatologii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie

Stanisław PACZOS

# Zagadnienie klasyfikacji zim w świetle różnych kryteriów termicznych

Classification of Winters in the Light of Various Thermic Criteria

Вопрос классификации зим в свете разных термических критериев

## WSTĘP

Zagadnienie warunków termicznych zim, a szczególnie występowanie zim niezwykle mroźnych i nadzwyczaj ciepłych, budziło zainteresowanie od dawna. Pierwsze wzmianki na ten temat znajdujemy w średniowiecznych kronikach, kalendarzach kapitulnych czy też latopisach rosyjskich. Były to najczęściej opisy zim mroźnych i śnieżnych bądź też ciepłych i suchych. Pomiary temperatury powietrza, które rozpoczęto stosunkowo późno, bo dopiero w połowie XVII wieku, potwierdziły realność opisów ekstremalnych zim spotykanych w starych kronikach. Z punktu poznania naukowego, a także ze względu na znaczne straty gospodarcze w czasie zim nadzwyczaj mroźnych wydaje się celowe podjęcie niniejszego opracowania.

Pod pojęciem „mroźność" czy też „ostrość" zimy niektórzy rozumieją stan termiczny powietrza w zimie wyrażony sumą średnich dobowych temperatur powietrza poniżej 0°C lub sumą temperatur maksymalnych bądź minimalnych poniżej 0°C. Poszczególne klasy ostrości zim wydzielane są w oparciu o przyjęte wartości graniczne tych sum. Inni charakteryzują te pojęcia średnią temperaturą powietrza dla zimy z okresu grudzień—marzec lub grudzień—luty, przyjmując wartości graniczne tej temperatury lub jej odchylenie od wartości wieloletniej dla wydzielenia zim ekstremalnych.

Dosyć często „ostrość" zimy bywa wyrażana przez liczbę dni o przyjętych wartościach progowych temperatury średniej dobowej, maksymalnej lub minimalnej. Są to najczęściej liczby dni zimowych — z temperaturą średnią dobową poniżej 0°C, dni mroźnych — z temperaturą maksymalną poniżej 0°C, dni bardzo mroźnych — z temperaturą maksymalną lub minimalną poniżej —10°C oraz dni nadzwyczaj mroźnych — z temperaturą maksymalną powietrza poniżej —15°C.

Część badaczy wyraża „ostrość" zimy formułą matematyczną (wskaźnik ostrości), przy konstruowaniu której uwzględnia się niekiedy tylko charakterystyki termiczne bądź też oprócz nich wartości innych elementów meteoro-

logicznych, takich jak: usłonecznienie bezwzględne, wilgotność względna, wiatr, opad śnieżny i pokrywa śnieżna.

W niniejszym opracowaniu pod pojęciem „mroźność" czy też „ostrość" zimy rozumiana jest charakterystyka warunków termicznych w zimie, dla której materiałem źródłowym są średnie dobowe oraz maksymalne i minimalne temperatury powietrza.

## KLASYFIKACJE OSTROŚCI ZIM OPARTE NA SUMACH TEMPERATUR POWIETRZA

Większość prac dotyczących ostrości zimy można zaszeregować do jednej z trzech grup, biorąc pod uwagę przyjęte w nich charakterystyki, „ostrości".

W grupie pierwszej znalazły się opracowania, w których do oceny ostrości zimy wykorzystano metodę sum temperatur zaproponowaną przez Angota (1913) i Hellmanna (1917, 1918). Pierwszy z nich przedstawił charakterystykę termiczną zim w Paryżu dla okresu 1872/73—1911/12 i zaproponował klasyfikację ostrości zimy według sumy temperatur minimalnych, obliczonej z dni, w których spadała ona poniżej 0°C. Natomiast Hellmann (1917, 1918) krytycznie odniósł się do metody zaproponowanej przez Angota, uważając, że na znacznej części Europy północnej i środkowej bardzo często temperatura minimalna powietrza spada poniżej 0°C także na wiosnę i w jesieni, a zatem suma tych temperatur nie może być w pełni reprezentatywna dla zimy. Jako najbardziej reprezentatywne kryteria proponuje Hellmann sumę średnich dobowych temperatur powietrza obliczoną z dni, w których temperatura maksymalna była poniżej 0°C, sumę średnich temperatur powietrza poniżej 0°C (Winterkältesumme) z pięciu miesięcy: listopad—marzec oraz sumę średnich dobowych temperatur powietrza powyżej 0°C dla trzech miesięcy zimowych (grudzień—luty). Jako dodatkowe kryteria przyjął Hellmann liczbę dni z temperaturą średnią dobową powietrza poniżej —10°C dla okresu listopad—marzec i liczbę dni ze średnią dobową temperaturą powietrza powyżej 6°C dla okresu grudzień—luty.

Za najbardziej ostre zimy w Berlinie w okresie 150 lat (1766—1916) przyjął te, w których suma ujemnych średnich dobowych temperatur powietrza w miesiącach listopad—marzec wyniosła poniżej —320°C. Dla zim bardzo łagodnych przyjął sumę średnich dobowych temperatur powietrza powyżej 0°C wynoszącą przynajmniej 240°C oraz sumę średnich dobowych temperatur powietrza poniżej 0°C, nie niższą niż —100°C.

Nieco inne wartości graniczne dla takich ekstremalnych zim w Berlinie, wynoszące odpowiednio: poniżej —360°C i powyżej —80°C, przyjął Knoch (1947). Liczne opracowania zaliczone do pierwszej grupy: Goldschmidt i Reuter 1949, Neagler 1949, Heyer 1954, Kosiba 1956, Knoch 1957, 1962, Mitosek 1961, Brose 1962, Renschler 1962 Wachter 1963, Zerche 1966, Herzog 1969, Kulikowa 1971, Petrovic 1971, Teich 1971, Vekilska 1973, Kretschmer 1974, Machalek 1976, Samaj i Valovic 1976, Mackiewicz i Nowicka 1977, Bednarek, Kołodziej i Liniewicz 1979, Paczos 1982, przedstawiają charakterystykę ostrości zim przy uwzględnieniu sumy temperatur średnich dobowych poniżej 0°C bądź też sumy temperatur minimalnych lub maksymalnych poni-

żej lub powyżej 0°C. W wymienionych opracowaniach klasyfikacja ostrości zim dokonywana była w oparciu o przyjęte wartości progowe „sumy zimna" (Winterkältesumme), najczęściej dla zim ekstremalnych, bądź też w oparciu o średnią wieloletnią „sumę zimna" i wielkość odchylenia standardowego. Rozbieżność propozycji granicznych wartości „sumy zimna" dla poszczególnych typów ostrości zim jest jednak u różnych autorów bardzo duża.

Goldschmidt i Reuter (1949) w opracowaniu omawiającym okresowość surowych zim w Saksonii w okresie 1928—1948 podali dwie propozycje klasyfikacji ostrości zim: a) zima łagodna — „suma zimna" od 0°C do —100°C, zima normalna — od —100°C do — 300°C, zima surowa — od —300°C do —500°C, zima bardzo surowa — poniżej —500°C; b) zima bardzo łagodna — „suma zimna" od 0°C do —100°C, zima łagodna — od —100°C do —200°C, zima umiarkowanie łagodna — od —200°C do —300°C, zima zimna — od —300°C do —400°C, zima bardzo zimna — od —400°C do —600°C, zima skrajnie zimna — poniżej —600°C.

Heyer (1955) zaproponował klasyfikację zim w Berlinie według „sumy zimna" wyróżniając następujące typy ostrości zim: zimy łagodne (milde Winter) — powyżej —100°C, umiarkowanie ciepłe (massig warme Winter) — od —100°C do —200°C, umiarkowanie chłodne (massig kälte Winter) — od —200°C do —300°C, zimy ostre (strenge Winter) — poniżej —300°C.

Mitosek (1961), opierając się na sumach temperatur średnich dobowych poniżej 0°C oraz wielkości odchylenia standardowego tych sum, wydzielił 5 typów ostrości zim w Puławach: zima łagodna — powyżej —168,6°C, umiarkowanie łagodna — od —168,6 do —373,5°C, umiarkowanie zimna — od —373,6 do —578,5°C, surowa — od —578,6 do —783,5°C, bardzo surowa — poniżej —783,5°C.

Inną propozycję klasyfikacji ostrości zim w oparciu o „sumy zimna" zaproponowała Kulikowa (1971) dla obszaru środkowego i południowego Uralu: zima bardzo słabo mroźna — powyżej —1000°C, słabo mroźna — od —1001° do —1500°C, umiarkowanie mroźna — od —1501°C do —2000°C, mroźna — od —2001° do —2500°C, niezwykle mroźna — poniżej —2500°C.

Kretschmer (1974) w opracowaniu omawiającym charakterystykę „sumy zimna" na obszarze bawarsko-austriackiej części dorzecza Dunaju wydzielił 4 typy ostrości zim, przy czym typ czwarty podzielił na 5 klas ostrości. Przykładowo można podać wartości graniczne poszczególnych klas ostrości zimy dla Wiednia: zima łagodna (milde Winter) — powyżej —112°C, średnio chłodna (mittelkalter Winter) — od —112° do —197°C, chłodna (obermittelk. Winter) — od —197° do —305°C, ostra (strenge Winter) — $k_5$ —od —305°C do —390°C, $k_4$ — od —390° do —470°C, $k_3$ — od —470° do —550°C, $k_2$ — od —550° do —630°C, $k_1$ — poniżej —630°C.

Paczos (1982) zaproponował dwie klasyfikacje oparte na „sumie zimna": pierwsza (a) przystosowana do warunków klimatycznych Polski i Europy Środkowej i druga (b) — bardziej uniwersalna może być reprezentatywna dla obszaru całej Europy: a) zima bardzo ciepła — powyżej —110°C, ciepła — od —110° do —210°C, łagodna — od —210° do —320°C, umiarkowanie łagodna — od —320°C do —420°C, umiarkowanie chłodna — od —420°C do —530°C, chłodna — od —530°C do — 630°C, umiarkowanie mroźna — od —630°C do —740°C, mroźna — od —740°C do —840°C, bardzo mroźna — od —840°C do —950°C, nadzwyczaj mroźna — poniżej —950°C; b) zima bardzo ciepła —

„suma zimna" powyżej —50°C, ciepła — od —51°C do —150°C, łagodna — od —151°C do —300°C, umiarkowanie łagodna — od —301°C do —500°C, umiarkowanie chłodna — od —501°C do —800°C, chłodna — od —801°C do —1200°C, umiarkowanie mroźna — od —1201°C do —1800°C, mroźna — od —1801°C do —2400°C, bardzo mroźna — od —2401°C do —3000°C, nadzwyczaj mroźna — poniżej —3000°C. Po przyjęciu nieco innych wartości i zredukowaniu 10 typów ostrości zim do 5 nowa klasyfikacja przedstawia się następująco: zimy ciepłe — powyżej —100°C, zimy łagodne — od —101°C do —300°C, zimy chłodne — od —301°C do —800°C, zimy mroźne — od —800°C do —1800°C, zimy nadzwyczaj mroźne — poniżej —1800°C.

Podsumowując dotychczasowe próby klasyfikacji termicznej zim oparte na „sumach zimna" należy stwierdzić, że dla odpowiadających sobie typów ostrości, względnie bardzo podobnych w określeniu charakteru zimy, wartości graniczne przyjmowane przez różnych autorów były bardzo zróżnicowane. Wydaje się, iż w przyszłości należy opracować jednolitą klasyfikację ostrości zim (opartą na sumach temperatur) w ten sposób, by wyniki opracowań tego zagadnienia były porównywalne i w pełni reprezentatywne w skali planetarnej.

## KLASYFIKACJE OSTROŚCI ZIM OPARTE NA ŚREDNIEJ TEMPERATURZE POWIETRZA

Opracowania, w których autorzy charakteryzują warunki termiczne zim, opierając się na średniej temperaturze powietrza lub odchyleniu tej temperatury od wartości średniej wieloletniej, włączono do drugiej grupy: Liliequist (1943), Wiszniewski (1948), Borisova (1949), Heyer (1950), Kosiba (1954, 1956), Rocznik (1962), Naughton (1963), Raybould (1963), Thomson (1964), Hess (1967), Shellard (1968), Smith (1969), Lialina (1970), Selfe (1970), Trepińska (1971), Efanowa (1972), Fischer (1974), Hoinkes i Siogas (1975), Charjulin (1976), Artemowa (1976), Paczos (1982). Z tej licznej grupy prac zostaną omówione tylko niektóre, zdaniem autora, najbardziej reprezentatywne.

Liliequist (1943) dokonał analizy warunków termicznych 185 zim w Stockholmie za okres 1757—1942. Klasyfikację termiczną zim przeprowadził na podstawie średniej temperatury powietrza z miesięcy grudzień—marzec. Dla wyróżnienia zim ostrych (a) przyjął średnią temperaturę z tego okresu wynoszącą —4,0°C, a dla zim łagodnych (b) —1,0°C: a) zimy umiarkowanie ostre (rather severe winters) — od —4,1° do —5,0°C, ostra (severe) — od —5,1° do —6,0°C, bardzo ostra (very severe) — od —6,1° do —7,0°C, ekstremalnie ostra (extremely severe) — poniżej —7,0°C, b) umiarkowanie łagodna (rather mild) — od —1,0° do 0,0°C, łagodna (mild) — od 0,1° do 1,0°C, ekstremalnie łagodna (extremely mild) powyżej 1,0°C. Najostrzejsza zima, z rozpatrywanej przez tego autora serii, charakteryzowała się średnią temperaturą powietrza —8,0°C (1788/89), natomiast najcieplejsza, z przełomu lat 1821/22 — wartością 2,0°C.

Wiszniewski (1948) analizując średnie miesięczne temperatury powietrza grudzień—luty dla Warszawy z okresu 1779—1947 przedstawił następujący podział zim: bardzo mroźne — średnia temperatura powietrza dla 2 miesięcy zimowych poniżej —10°C; mroźne — jeden miesiąc ze średnią temperaturą powietrza poniżej —10°C, dwa miesiące z temperaturą średnią poniżej —5°C;

średnio mroźne lub lekko mroźne — trzy miesiące ze średnią temperaturą powietrza ujemną lub dwa miesiące z temperaturą średnią ujemną a jeden z dodatnią; lekkie — średnia miesięczna temperatura powietrza trzech miesięcy zimowych bliska 0°C; bardzo lekkie — dwa miesiące ze średnią temperaturą powietrza dodatnią, a jeden z ujemną — bliską 0°C.

Thomson (1964) opracowując dane termiczne zim w Edynburgu za okres 1764/65 — 1962/63 wydzielił w oparciu o średnią temperaturę zimy (grudzień—luty) i wartość odchylenia standardowego następujące typy zim: bardzo łagodne (very mild) — średnia + ponad 1,75δ, łagodne (mild) — średnia + od 0,5δ do 1,75δ, umiarkowane (moderate) — średnia + od —0,5δ do 0,5δ, mroźne (cold) — średnia + od —0,5δ do —1,74δ, bardzo mroźne (very cold) — średnia + poniżej —1,75δ.

Hess (1967 a) analizując stosunki termiczne w Krakowie zaproponował stałę ostrości zim, opartą na średniej temperaturze powietrza z trzech miesięcy zimowych grudzień—luty, zawierającą 13 klas: 2,9 — 2,0°C; 1,9 — 1,0; 0,9 — 0,0; —0,1 — (—1,0); —1,1 — (—2,0); —2,1 — (—3,0); —3,1 — (—4,0); —4,1 — (—5,0); —5,1 — (—6,0); —6,1 — (—7,0); —7,1 — (—8,0); —8,1 — (—9,0); —9.1 — (—10,0).

Hoinkes i Siogas (1975) charakteryzując ostrość zim w Insbrucku wydzielili następujące typy zim: ciepłe (warm) — średnia temperatura od 1,98 do 3,68°C, łagodne (mild) — od 0,27 do 1,97°C, normalnie łagodne (normal mild) — od 0,26 do —1,44°C, normalnie chłodne (normal kalt) — od —1,45 do —3,16°C, chłodne (kalt) — od —3,17 do —4,87°C, ostre (streng) — od —4,88 do —6,58°C, bardzo ostre (sehr streng) — od —6,59 do —8,29°C. Średnia temperatura zimy w Insbrucku obliczona z 84 zim wyniosła 1,45°C. Najbardziej ostra zima z przełomu lat 1928/29 charakteryzowała się wartością —6,70°C, a najcieplejsza — 1973/74 miała średnią temperaturę 1,97°C.

Artemowa (1976) także dokonała klasyfikacji ostrości zim, wykorzystując średnią temperaturę powietrza dla tego okresu oraz wielkość odchylenia standardowego. Okres zimy, który uwzględniła autorka, jest krótszy niż w wielu innych opracowaniach, bowiem liczy tylko dwa miesiące: styczeń i luty. Wartości graniczne średniej temperatury powietrza dla poszczególnych typów zim są następujące: zimy umiarkowane (±1,0°C od wartości średniej), umiarkowanie ciepłe (średnia +1,0δ), umiarkowanie chłodne (średnia —1,0δ), ciepłe (średnia +1,5δ), chłodne (średnia —1,5δ), bardzo ciepłe (średnia + ponad 1,5δ), bardzo chłodne (średnia — poniżej 1,5δ),

Paczos (1982) zaproponował dla obszaru Polski następującą klasyfikację ostrości zim opartą na średniej temperaturze powietrza z okresu zimowego od grudnia do marca oraz odchyleniu standardowym tej temperatury: bardzo ciepłe — powyżej 3,3°C, ciepłe — od 1,9° do 3,3°C, łagodne — od 0,4° do 1,8°C, umiarkowanie łagodne — od —1,1° do 0,3°C, umiarkowanie chłodne — od —2,6° do —1,2°C, chłodne — od —4,1° do —2,7°C, umiarkowanie mroźne — od —5,2° do —4,2°C, mroźne — od —7,1° do —5,7°C, bardzo mroźne — od —8,7° do —7,2°C, nadzwyczaj mroźne — poniżej —8,7°C. Skrajne typy zim określane jako bardzo ciepłe oraz nadzwyczaj mroźne występowały na obszarze Polski bardzo rzadko. Zima bardzo ciepła wystąpiła na przełomie lat 1974/75 na wybrzeżu Bałtyku i w zachodniej części kraju. Zima nadzwyczaj mroźna (z temperaturą średnią powietrza poniżej —8,7°C) wystąpiła na przełomie lat 1955/56, 1961/62, 1962/63, 1967/68, 1969/70 w najwyższych partiach Sudetów i Karpat.

## KLASYFIKACJE OSTROŚCI TERMICZNEJ ZIM OPARTE NA „WSKAŹNIKU OSTROŚCI"

Opracowania, w których autorzy określają ostrość zim za pomocą „wskaźnika ostrości" zaliczono do trzeciej grupy: Easton (1922), Labrijn (1947), Kosiba 1956), Racklif (1965), Osokin (1968), Baranow i Kulikowa (1971) Kulikowa (1971), Lyall (1971), Tistea, Sirbu, Calinescu (1972), Ijsen (1973, 1975), Kretschmer (1974), Popov (1975), Lamb (1977), Mackiewicz i Nowicka (1977), Mansikkaniemi (1979), Błażejczyk i Siemiaszko (1980), Paczos (1982), Sladek (1982).

Easton (1922) przyjął do klasyfikacji ostrości zim następujące charakterystyki termiczne: średnią miesięczną temperaturę powietrza z miesięcy grudzień—luty, liczbę dni z temperaturą minimalną powietrza poniżej 0°C, liczbę dni z temperaturą średnią dobową poniżej —10°C, liczbę dni z temperaturą maksymalną poniżej 0°C, średnią temperaturę powietrza z trzech skrajnych minimalnych temperatur z okresu listopad—marzec. Autor ten, uwzględniając wymienione charakterystyki, wprowadził do klasyfikacji ostrości zim tzw. wskaźnik ostrości „E", który na obszarze Holandii zmieniał się od 0 (zimy najostrzejsze) do 100 (zimy najłagodniejsze): zima bardzo surowa (tres rigoreux) — od 0,0 do 1,9, surowa (rigoreux) — od 2,0 do 8,9, ostra (severe) — od 9,0 do 24,9, mroźna (froid) — od 25,0 do 35,9, normalna (normal) — od 36,0 do 63,9. umiarkowanie ciepła (tiede) — od 64,0 do 74,9, ciepła (chaud) — od 75,0 do 90,9, bardzo ciepła — od 91,0 do 100,0. Najostrzejszą zimą w Holandii dla okresu 1827/28 — 1915/16 była zima z przełomu lat 1890/91 ze wskaźnikiem ostrości 1,9, a najcieplejszą zima 1962/63 z wartością 91,7.

Labrijn (1947), dokonując przeglądu kryteriów określenia termicznej ostrości zim, zaproponował następujący wskaźnik:

$$S = (To—T) : \delta T + (Fo—F) : \delta F + (Io—I) : \delta I$$

gdzie: S — wskaźnik ostrości zimy, To — średnia wieloletnia temperatura w °F (XI—III), T — średnia temperatura danej zimy w °F (XI—III), Fo — średnia wieloletnia liczba dni z przymrozkiem, F — liczba dni z przymrozkiem w danej zimie, δ — odchylenie standardowe poszczególnych charakterystyk termicznych zimy.

Kosiba (1956), poszukując obiektywnych metod klasyfikacji termicznej zim, przeanalizował 49 charakterystyk temperatury powietrza, z których jako najbardziej reprezentatywne dla zimy wymienił następujące: średnia temperatura dobowa ≤0°C z okresu grudzień—luty, liczba dni ze średnią temperaturą dobową ≤0°C (XII—II), suma temperatur maksymalnych z dni o $t_{max} \leq 0°C$ (XII—II), liczba dni z temperaturą maksymalną ≤0°C miesięcy grudzień-luty, suma temperatur minimalnych z dni o $t_{min} \leq 0°C$ z okresu grudzień—luty lub listopad—marzec, średnia temperatura minimalna z dni o $t_{min} \leq 0°C$ (XII—II), średnia temperatura maksymalna z dni o $t_{max} \leq 0°C$ (XII—II), suma średnich dobowych temperatur powietrza < 0°C (XI—III). Kosiba proponuje klasyfikację zim według „wskaźnika ostrości", który oblicza według wzoru:

$$m = \frac{\Sigma mn}{\Sigma n}$$

gdzie: m — oznacza kolejne miejsce zimy od stopnia najostrzejszego do najłagodniejszego, n — liczebność (waga).

Metodę zaproponowaną przez Kosibę (1956) zastosowały Mackiewicz i Nowicka (1977) do charakterystyki termicznej zim regionu olsztyńskiego.

Rackliff (1965) zaproponował inny wskaźnik ostrości zimy, a mianowicie:

$$Iw = 3{,}4\,T + \frac{S}{3{,}4} - Ns$$

gdzie: Iw — wskaźnik ostrości zimy, T — średnia temperatura powietrza w °F za okres XII—II, S — usłonecznienie bezwzględne w okresie XII—II, Ns — liczba dni ze śniegiem i deszczu ze śniegiem.

Im mniejsza wartość tego wskaźnika, tym ostrzejsza zima. Na podstawie wielkości tego wskaźnika ostrości i odchylenia standardowego Rackliff wyróżnił następujące typy zim: bardzo nadnormalne — Iw + od 2δ do 3δ, ponad normalne — Iw + od 1δ do 2δ, normalne — Iw + od —1δ do 1δ, podnormalne — Iw + od —2δ do —1δ, bardzo podnormalne — Iw + od —3δ do —2δ.

Lyall (1971) przedstawił nowy wskaźnik do oceny surowości zim:

$$Iws = 12\,S + F + 11\,C$$

gdzie: Iws — bezwymiarowy wskaźnik ostrości zimy, S — liczba dni ze śniegiem i deszczu ze śniegiem, F — suma temperatur z dni o $t_{min} < 32°F$ za okres styczeń i luty, C — liczba dni z temperaturą maksymalną poniżej 34°F.

W niektórych opracowaniach do oceny stopnia ostrości zim wykorzystano wskaźniki Bodmana lub Osokina (Osokin 1968, Kulnikowa 1971, Tistea, Sirbu, Calinescu 1972, Błażejczyk i Siemiaszko 1980). Wskaźnik ostrości zimy według Bodmana jest funkcją temperatury powietrza oraz prędkości wiatru:

$$S = (1 - 0{,}04\,t)(1 + 0{,}272\,v)$$

gdzie: S — bezwymiarowy wskaźnik ostrości zimy, t — średnia dobowa temperatura powietrza dla zimy w °C, v — średnia prędkość wiatru w m/s.

Wskaźnik Osokina jest rozwinięciem wzoru Bodmana:

$$S = (1 - 0{,}06t)(1 + 0{,}20v)(1 + 0{,}0006\,Hk)\,Kv\,As$$

gdzie: S — bezwymiarowy wskaźnik ostrości zimy, t — temperatura powietrza w °C, v — prędkość wiatru w m/s, Hk — wysokość nad poziomem morza w metrach Kv — współczynnik uwzględniający wilgotność względną, As — współczynnik uwzględniający dobową amplitudę temperatury powietrza.

Dla klasyfikacji ostrości zim na podstawie wartości tego wskaźnika przyjął Osokin następujące typy: zima łagodna (nesurovaja, mjagkaja) — poniżej 1,0, mało ostra (mało surovaja) — od 1,1 do 2,0, umiarkowanie ostra (umerenno surovaja) — od 2,1 do 3,0, ostra (surovaja) — od 3,1 do 4,0, bardzo ostra (ocen' surovaja) — od 4,1 do 5,0, niezwykle ostra (żestoko surovaja) — od 5,1 do 7,0, ekstremalnie ostra (krajne żestoko surovaja) — powyżej 7,0.

Ijnsen (1973) do klasyfikacji termicznej zim wykorzystał wskaźnik ostrości, który obliczył według wzoru:

$$V = 0{,}00275\,v^2 + 0{,}667\,y + 1{,}111\,z$$

gdzie: V — wskaźnik ostrości zimy od 0 do 100, v — liczba dni z temperaturą minimalną poniżej 0°C, y — liczba dni z temperaturą maksymalną poniżej 0°C, z — liczba dni z temperaturą minimalną poniżej —10°C.

Na podstawie tego wskaźnika wydzielił Ijnsen 10 typów zim: niezwykle ciepła (zeer zacht) — poniżej 1,5, ciepła (zacht) — od 1,6 do 4,4, łagodna (slap) — od 4,5 do 8,9, umiarkowanie łagodna (aan de zachte kant) — od 9,0 do 15,9,

normalna (normaal) — od 16,0 do 24,9, umiarkowanie chłodna (aan de koude kant) — od 25,0 do 34,9, chłodna (koud) — od 35,0 do 48,9, ostra (streng) — od 49,0 do 65,9, bardzo ostra (zeer streng) — od 66,0 do 83,9, niezwykle ostra (groot) — od 84,0 do 100,0.

Najostrzejszą zimą w Holandii dla okresu 1757—1972 była zima z przełomu lat 1829/30 z wartością wskaźnika ostrości 89,0, zaś najcieplejszą — zima 1833/34 z wartością 0,5.

Kretschmer (1974) stopień mroźności zimy (der Winterfrostgrad) wyraził wzorem:

$$WFG = \frac{WKS}{WdS}$$

gdzie: WFG — stopień mroźności zimy, WKS — suma ujemnych średnich dobowych temperatur powietrza w okresie 1 listopad—31 marzec, WdS — suma dni z ujemną średnią dobową temperaturą powietrza.

Zimy ostre wydzielone zostały na podstawie wartości granicznej „k" obliczonej ze wzoru:

$$k = \frac{-E(WKS) - mk}{c}, \quad mk = \frac{WKS}{N}$$

gdzie: k — dolna granica zim ostrych (strengen Winter) WKS — suma ujemnych średnich dobowych temperatur powietrza, mk — średnia wartość „sumy zimna" N — liczebność szeregu statystycznego, c — liczebność ujemnych odchyleń od wartości średniej.

Zimy ciepłe wyznaczono poprzez wartość graniczną „w" obliczoną ze wzoru:

$$w = \frac{+E(WKS) - mk}{m}$$

gdzie: m — liczebność dodatnich odchyleń od wartości średniej.

Między wartością „mk" i „k" położone są zimy „nad umiarkowanie chłodne", (obermittelkalten Winter), natomiast między wartością „mk" i „w" znajdują się zimy „pod umiarkowanie chłodne" (untermittelkalten Winter).

Popov (1975) zaproponował obliczanie wskaźnika określającego charakter zimy przy pomocy wzoru, uwzględniającego oprócz temperatury powietrza także opady atmosferyczne:

$$Wi = \frac{\Delta T}{\delta T} + \frac{\Delta R}{\delta R}$$

gdzie: $\Delta T$ — anomalia temperatury powietrza, $\Delta R$ — anomalia opadów atmosferycznych, $\delta T$ — odchylenie standardowe temperatury powietrza, $\delta R$ — odchylenie standardowe opadów atmosferycznych.

Według wartości tego wskaźnika Popov przedstawił następującą klasyfikację zim: zimy normalne (Wi od —1,0 do 1,0), zimy słabo normalne (Wi od —1,0 do —2,0 oraz od 1,0 do 2,0),zimy o średnim odchyleniu (Wi od —2,0 do —3,0 oraz od 2,0 do 3,0), zimy o dużym odchyleniu (Wi poniżej —3,0 i powyżej 3,0).

Mansikkaniemi (1979) podał dwie wersje wskaźnika ostrości zimy:

$$Ws' = Hr^{1/2}/1{,}4Sdpt + 2{,}2S + 1{,}9Ws + Tmd + Sd + uMd + 0{,}3U + 2{,}0NiM/^{1/2}$$

$$Ws'' = Hr^{1/2}/1{,}4Sdpt + 2{,}2S + 1{,}9Ws/^{1/2}$$

gdzie: Ws' i Ws'' — bezwymiarowy wskaźnik ostrości zimy, Hr — suma temperatur okresu zimowego z temperaturą średnią dobową poniżej —12°C, Sdpt — liczba dni z temperaturą minimalną poniżej —15°C, S — wysokość pokrywy śnieżnej (średnia

dla zimy), Ws — ilość świeżo spadłego śniegu (suma dla zimy w cm), Tmd — liczba dni ze śniegiem o sumie dobowej opadu powyżej 0,1 mm, Sd — prędkość wiatru (suma średnich prędkości z miesięcy zimowych), uMd — liczba dni z silnym wiatrem o prędkości powyżej 11 m/s, U — średnia wilgotność względna dla zimy, NiM — maksymalna długotrwałość nocy.

Obliczone wartości wskaźnika ostrości na obszarze Finlandii zmieniały się od 648 do 1242, zaś wyrażone w liczbach względnych od 0 do 92%.

Paczos (1982) zaproponował do charakterystyki ostrości zim nowy wzór dla obszaru Polski:

$$WOz = (1-0{,}25t)\ 0{,}8325 + 0{,}0144\ dz + 0{,}0087\ bm + 0{,}0045\ dbm - 0{,}0026\ St$$

gdzie: WOz — wskaźnik ostrości zimy w zakresie od 0 do 10, t — średnia temperatura zimy w °C (XII—III), dz — liczba dni zimowych ($t_{śr.\ dob.} < 0°C$) w okresie XII—III, dm — liczba dni mroźnych ($t_{max} < 0°C$) w okresie XII—III, dbm — liczba dni bardzo mroźnych ($t_{min} < -10°C$) w okresie XII—III, St — suma ujemnych średnich dobowych temperatur powietrza dla okresu XII—III.

Średnie wartości wskaźnika ostrości na obszarze Polski w okresie 1950/51 — 1974/75 zmieniały się od 2,01 w Świnoujściu do 7,64 na Kasprowym Wierchu. Najostrzejsza była na obszarze Polski w wyżej wymienionym okresie zima z przełomu lat 1962/63 (wskaźnik ostrości 6,40), a najłagodniejsza — zima 1974/75 ze średnią wartością wskaźnika ostrości 1,19. Na podstawie wartości tego wskaźnika ostrości wydzielono 10 typów zim, przyjmując dla każdego typu rozpiętość wynoszącą 1 stopień ostrości: zima bardzo łagodna — od 0,01 do 1,00, łagodna — od 1,01 do 2,00, umiarkowanie łagodna — od 2,01 do 3,00, umiarkowanie chłodna — od 3,01 do 4,00, chłodna — od 4,01 do 5,00, umiarkowanie mroźna — od 5,01 do 6,00, mroźna — od 6,01 do 7,00, bardzo mroźna — od 7,01 do 8,00, bardzo surowa — od 8,01 do 9,00, niezwykle surowa — od 9,01 do 10,00.

## INNE PRÓBY KLASYFIKACJI OSTROŚCI ZIM

Oprócz przedstawionych dotychczas metod klasyfikacji ostrości zim, opartych na sumach temperatur powietrza, średniej temperatury zimy lub na wskaźniku ostrości, w literaturze klimatologicznej spotykamy także inne metody określania charakteru termicznego zimy (Babiczenko i Szczerban 1972, Nagajcew 1977, Szwariewa 1977).

Pierwsza z wymienionych prac zawiera klasyfikację zim na Ukrainie. Klasyfikacja ta została oparta na liczbie dni z odwilżą i odchyleniu liczby tych dni od wartości wieloletniej: zimy ciepłe — liczba dni z odwilżą wynosi ponad 120% średniej wieloletniej, zimy umiarkowane — liczba dni z odwilżą wynosi od 80% do 120% średniej wieloletniej, zimy chłodne — liczba dni z odwilżą nie przekracza 80% średniej wieloletniej.

Nagajcew (1977) jako kryterium klasyfikacji zim przyjął reżim pogody najchłodniejszego miesiąca — stycznia. Wydzielił na tej podstawie następujące typy zim: bardzo trwała — w styczniu występuje tylko mroźna pogoda, trwała — liczba dni z pogodą o przejściu temperatury powietrza przez 0°C i pogodami bezmroźnymi waha się od 1 do 5 dni, pozostałe dni stycznia z pogodą mroźną, słabo nietrwała — liczba dni z pogodą o przejściu temperatury powietrza przez 0°C i pogodami bezmroźnymi wynosi od 6 do 10 dni, nietrwała — liczba wy-

mienionych w typie 3 pogód wynosi od 11 do 20 dni, bardzo nietrwała — liczba dni z pogodą wymienioną w typie 3 wynosi od 21 do 31 dni. Ten typ można podzielić na dwa podtypy: przeważnie nietrwała — liczba dni z pogodą wymienioną w typie 3 wynosi od 21 do 26 dni, skrajnie nietrwała — liczba dni z pogodą wymienioną w typie 3 wynosi od 26 do 31 dni.

Podobnie jak Nagajcew (1977), charakterystykę zim na obszarze ZSRR przedstawiła Szwariewa (1977). Autorka wykorzystała dane odnoszące się do temperatury powietrza dla 320 stacji meteorologicznych za okres 1945—1954.

## OSTROŚĆ TERMICZNA ZIM W POLSCE

Do charakterystyki ostrości termicznej zim w Polsce dla okresu 1950/51—1979/80 wykorzystano w niniejszym opracowaniu średnie dobowe, maksymalne i minimalne wartości temperatury powietrza z 57 stacji meteorologicznych (ryc. 1). Dla przedstawienia ostrości termicznej zim posłużono się trzema metodami:

1) sumą średnich dobowych temperatur powietrza poniżej 0°C (sumy zimna) dla okresu grudzień — marzec,

Ryc. 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych uwzględnionych w opracowaniu
Location of meteorological stations considered in the paper

2) średnią temperaturą powietrza okresu zimowego XII—III oraz wielkością odchylenia tej temperatury od średniej wieloletniej,

3) obliczenia wskaźnika ostrości zimy

SUMA TEMPERATUR ŚREDNICH DOBOWYCH PONIŻEJ 0°C — „SUMA ZIMNA"

Średnia wartość „sumy zimna", zwanej w literaturze niemieckiej „Winterkältesumme", wyniosła na obszarze Polski —317°C, a w poszczególnych stacjach meteorologicznych zmieniła się od —155°C (Hel) do —769°C na Śnieżce i —918°C na Kasprowym Wierchu (ryc. 2). Najniższe średnie wartości „sum

Ryc. 2. Średnia „suma zimna" na obszarze Polski dla zimy XII—III w okresie 1950/51 — 1979/80

Mean air temperature in winter (December — March) for Poland during the period 1950/51 — 1979/80

zimna", wynoszące poniżej —500°, notowano na obszarze Karpat i Sudetów oraz w północno-wschodniej części Polski (Suwałki —503°C). Najwyższe wartości, wynoszące około —200°C, występowały tylko wąskim pasem wzdłuż wybrzeża Bałtyku.

W poszczególnych zimach średnie wartości „sum zimna", obliczone jako średnie arytmetyczne z 57 stacji meteorologicznych, znacznie odbiegały od

Ryc. 3. Przebieg średniej wartości „sumy zimna" dla Polski w okresie 1950/51 — 1979/80

Variation of mean value of "total of cold" for Poland during the period 1950/51 — 1979/80

wartości średniej wieloletniej (ryc. 3). Najniższe średnie „sumy zimna" wystąpiły w zimie 1962/63, a najwyższe w zimie 1974/75. Średnia „suma zimna" w zimie 1962/63 wyniosła na obszarze Polski —770°C, a więc była ponad dwukrotnie niższa od średniej wieloletniej. W poszczególnych stacjach meteorologicznych wartości „sum zimna" tej zimy zmieniały się od —409° na Helu do —1278°C na Kasprowym Wierchu. Średnia „suma zimna" w zimie 1974/75 wyniosła na obszarze Polski —76°C, a w poszczególnych stacjach meteorologicznych zmieniała się od —5°C na Helu do —529°C na Śnieżce (Sudety) i do —561°C na Kasprowym Wierchu (Karpaty). Wahania „sum zimna" tak między poszczególnymi stacjami meteorogicznymi, jak też i między poszczególnymi zimami w omawianym trzydziestoleciu były znaczne (tab. 1).

Tab. 1. Skrajne wartości „sumy zimna" dla wybranych stacji meteorologicznych w okresie 1950/51 — 1979/80

Extreme values of "total of cold" for some meteorological stations during the period 1950/51 — 1979/80

| Nazwa stacji | Szer. geogr. | Dług. geogr. | Wysokość n.p.m. | „Suma zimna" najwyż. | najniższa |
|---|---|---|---|---|---|
| Hel | 54°36' | 18°49' | 1 | —4,8°C | —409,1°C |
| Suwałki | 54°08' | 22°57' | 184 | —86,7 | —955,7 |
| Świnoujście | 53°55' | 14°14' | 1 | —11,4 | —510,6 |
| Słubice | 52°21' | 14°36' | 21 | —29,0 | —648,0 |
| Siedlce | 52°11' | 22°16' | 146 | —64,5 | —943,8 |
| Łódź | 51°44' | 19°24' | 187 | —58,4 | —810,4 |
| Śnieżka | 50°44' | 15°44' | 1603 | —511,4 | —1123,0 |
| Kasprowy Wierch | 49°44' | 19°59' | 1991 | —561,0 | —1277,8 |

Jeśli przyjąć proponowaną przez autora klasyfikację opartą na średniej wieloletniej „sumie zimna" i odchyleniu standardowym (Paczos 1982), to omawiane w niniejszym opracowaniu zimy znajdą się w następujących typach ostrości:

1) bardzo ciepła (powyżej —110°C) — 1974/75,
2) ciepła (od —110 do —210°C) — 1956/57, 1958/59, 1960/61, 1972/73, 1973/74, 1976/77,
3) łagodna (od —210° do —320°C) — 1950/51, 1951/52, 1952/53, 1954/55, 1957/58, 1964/65, 1966/67, 1967/68, 1970/71, 1971/72, 1977/78,
4) umiarkowanie łagodna (od —320° do —420°C) — 1959/60, 1961/62, 1975/76, 1979/80,
5) umiarkowanie chłodna (od —420° do —530°C) — 1955/56, 1963/64, 1968/69, 1978/79,
6) chłodna (od —530° do —630°C) — 1953/54, 1969/70,
7) umiarkowanie mroźna (od —630° do —740°C) — brak tego typu ostrości,
8) mroźna (od —740° do — 840°C) — 1962/63,
9) bardzo mroźna (od —840° do —950°C) — brak tego typu ostrości,
10) nadzwyczaj mroźna (poniżej —950°C) — brak tego typu ostrości.

Najbardziej zróżnicowany charakter termiczny miała zima 1963/64, kiedy to na obszarze Polski wystąpiły typy ostrości od 2 (Hel) do 10 (Kasprowy Wierch). W zimie najbardziej ostrej (1962/63) na obszarze Polski wystąpiły w poszczególnych stacjach meteorologicznych typy ostrości od 4 do 10, z tego najliczniej reprezentowane były typy: 7, 8 i 9. W zimie najbardziej łagodnej (1974/75) na 52 stacjach meteorologicznych (57 uwzględniono w opracowaniu) wystąpił 1 typ ostrości, w dwóch (Barwinek i Rabka) typ 2, w jednej (Zakopane) typ 4 oraz w dwu (Kasprowy Wierch i Śnieżka) typ 6.

Przedstawiona wyżej klasyfikacja ostrości zim jest przystosowana do warunków termicznych zim w Polsce, ale może być wykorzystana przy opracowaniu tego zagadnienia na obszarze Europy środkowej i zachodniej. Znaczne zróżnicowanie „sum zimna" zarówno między poszczególnymi zimami, jak i stacjami meteorologiczymi wskazuje na zmiany termicznego charakteru zimy w czasie i w przestrzeni na obszarze Polski.

## ŚREDNIA TEMPERATURA ZIMY Z OKRESU XII—III

Średnia temperatura zimy obliczona dla czterech miesięcy: grudzień — marzec z okresu 1950/51 — 1979/80 wyniosła na obszarze Polski —1,2°C, przy czym zmieniała się od 0,6°C w Świnoujściu do —7,6°C na Kasprowym Wierchu. Najniższe średnie temperatury zimy występowały na obszarze Karpat i Sudetów oraz w północno-wschodniej części Polski (ryc. 4). W poszczególnych zimach średnia tempratura powietrza znacznie odbiegała od wartości wieloletniej (ryc. 5). Najniższą średnią temperaturą zimy charakteryzowała się zima 1962/63 (—6,0°C), a najwyższą — zima 1974/75 (1,9°C).

Jeśli przyjąć, podobnie jak przy „sumach zimna", klasyfikację ostrości zim zawierającą się w 10 typach, które zaproponował Paczos (1982) dla obszaru Polski, to podział na poszczególne zimy jest następujący:

1) bardzo ciepła (powyżej 3,3°C) — brak typu ostrości,
2) ciepła (od 1,9 do 3,3°C) — 1974/75,

Ryc. 4. Srednia temperatura powietrza w zimie XII—III na obszarze Polski dla okresu 1950/51 — 1979/80

Mean air temperature in winter (December — March)) for Poland during the period 1950/51—1979/80

Ryc. 5. Przebieg średniej temperatury zimy na obszarze Polski w poszczególnych zimach okresu 1950/51 — 1979/80

Variation of mean winter temperature in Poland during winters of 1950/51 to 1979/80

3) łagodna (od 0,4 do 1,9°C) — 1956/57, 1958/59, 1960/61, 1972/73, 1973/74, 1976/77,
4) umiarkowanie łagodna (od —1,1 do 0,3°C) — 1950/51, 1951/52, 1952/53, 1959/60, 1965/66, 1967/68, 1970/71, 1966/67, 1971/72 1977/78,
5) umiarkowanie chłodna (od —2,6 do —1,2°C) — 1954/55, 1957/58, 1961/62, 1964/65, 1975/76, 1979/80,
6) chłodna (od —4,1 do —2,7°C) — 1953/54, 1955/56, 1963/64, 1968/69, 1978/79,
7) umiarkowanie mroźna (od —5,6 do —4,2°C) — 1969/70,
8) mroźna (od —7,1 do —5,7°C) — 1962/63,
9) bardzo mroźna — (od —8,7 do —7,2°C) — brak typu ostrości,
10) nadzwyczaj mroźna (poniżej —8,7°C) — brak typu ostrości.

Dotychczasowe rozważania odnosiły się do typów ostrości wydzielonych na podstawie średnich temperatur zimy obliczonych dla całej Polski. Analiza ostrości zim w poszczególnych stacjach meteorologicznych wskazuje na występowanie wszystkich wymienionych wyżej typów ostrości od 1 do 10. Skrajne typy ostrości występowały jednak tylko sporadycznie. Typ pierwszy wystąpił tylko w zimie 1974/75 na kilku stacjach meteorologicznych (Ustka, Kołobrzeg, Świnoujście, Szczecin, Słubice i Legnica), natomiast typ 10 wystąpił tylko na Kasprowym Wierchu i Śnieżce w kilku zimach (1955/56, 1961/62, 1962/63/ 1967/68, 1969/70.

## WSKAŹNIK OSTROŚCI ZIMY I JEGO ZRÓŻNICOWANIE NA OBSZARZE POLSKI

W niniejszym opracowaniu do charakterystyki stopnia ostrości zim wykorzystano zaproponowany przez autora nowy wzór, który został skonstruowany dla obszaru Polski (Paczos 1982):

$$WOz = (1 - 0{,}25\ t)\ 0{,}8325 + 0{,}0144\ dz + 0{,}0087\ dm + 0{,}0045\ dbm - 0{,}0026\ St$$

Średni stopień ostrości zimy dla Polski wyniósł 3,27. W poszczególnych zimach zmieniał się od 1,16 (1974/75) do 6,40 (1962/63). Spośród 57 stacji meteorologicznych uwzględnionych w opracowaniu najniższą średnią wartością wskaźnika ostrości cechuje się Świnoujście (2,05), zaś najwyższą — Kasprowy Wierch (7,64). Najniższe wartości wskaźnika ostrości zimy (wynoszące poniżej 2,50) wystąpiły wzdłuż wybrzeża Bałtyku oraz na zachodnich krańcach Polski. (ryc. 6). Przeważający obszar kraju charakteryzuje się stopniem ostrości od 2,50 do 3,50. Wyraźnie wyższe wartości wskaźnika ostrości wystąpiły w Karpatach i Sudetach (Kasprowy Wierch 7,64, Śnieżka 6,74).

W rozkładzie wskaźnika ostrości zimy wyraźnie zaznaczył się wpływ ostrzejszych warunków termicznych wychłodzonego kontynentu Eurazji, sięgających klinem nad obszar Pojezierza Mazurskiego i Pomorskiego. Zaznaczył się także wpływ Atlantyku, którego oddziaływanie słabnie w miarę przesuwania się na południowy wschód. Obszary górskie Karpat i Sudetów zdają się być poza wpływem zarówno Atlantyku, jak i kontynentu Eurazji.

W niektórych zimach omawianego okresu wartości wskaźnika ostrości znacznie odbiegały od wartości średniej wieloletniej (ryc. 7). W zimie najostrzejszej (1962/63) najniższe wartości wskaźnika ostrości wystąpiły na wybrzeżu Bałtyku (Hel 4,56, Ustka 4,94, Świnoujście 4,99). zaś najwyższe w Tatrach (Kasprowy Wierch 9,47) i w Karkonoszach (Śnieżka 8,64). W zimie najłagodniejszej (1974/75) najniższe wartości, wynoszące nieco powyżej zera, wy-

**Ryc. 6. Średnia wartość wskaźnika ostrości zimy na obszarze Polski w okresie 1950/51 — 1979/80**

**Mean value of the index of winter severity in Poland during the period 1950/51 — 1979/80**

**Ryc. 7. Przebieg średniej wartości wskaźnika ostrości zimy dla Polski w okresie 1950/51 — 1979/80**

**Variation of mean value of the index of winter severity for Poland during the period 1950/51 — 1979/80**

stąpiły również na wybrzeżu Bałtyku (Hel 0,25, Ustka 0,23, Kołobrzeg 0,25, Swinoujście 0,29), a najwyższe w obszarach górskich Karpat (Kasprowy Wierch 6,16) i Sudetów (Śnieżka 5,48).

Na podstawie wskaźnika ostrości wydzielono 10 typów zim, od bardzo łagodnej do niezwykle surowej, przyjmując dla każdego typu rozpiętość przedziału wynoszącą 1 stopień (Paczos 1982):

1) zimy bardzo łagodne (od 0,01 do 1,00) — brak typu ostrości,
2) łagodne (od 1,01 do 2,00) — zimy 1960/61, 1973/74, 1974/75,
3) umiarkowanie łagodne (od 2,01 do 3,00) — zimy 1950/51, 1951/52, 1956/57, 1958/59, 1965/66, 1966/67, 1970/71, 1971/72 i 1972/73,
4) umiarkowanie chłodne (od 3,01 do 4,00) — zimy 1952/53, 1954/55, 1957/58, 1959/60, 1961/62, 1964/65, 1967/68,
5) chłodne (od 4,01 do 5,00) — zimy 1953/54, 1955/56, 1963/64 i 1968/69,

Tab. 2 Częstość występowania określonych typów ostrości zimy na poszczególnych stacjach meteorologicznych w okresie 1950/51 — 1979/80
Frequency of occurrence of definite types of winter severity at some meteorological stations during the period 1950/51 — 1979/80

| Zima | Liczba typów ostrości zimy | | | | | | | | | | Suma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1950/51 | — | 8 | 39 | 7 | 1 | — | 2 | — | — | — | 57 |
| 1951/52 | — | 13 | 24 | 14 | 4 | — | — | 1 | 1 | — | 57 |
| 1952/53 | — | 4 | 24 | 24 | 3 | — | 1 | 1 | — | — | 57 |
| 1953/54 | — | — | — | 13 | 24 | 16 | 2 | 2 | — | — | 57 |
| 1954/55 | — | — | 20 | 31 | 4 | — | — | 2 | — | — | 57 |
| 1955/56 | — | — | — | 18 | 27 | 9 | 1 | — | 1 | 1 | 57 |
| 1956/57 | 1 | 30 | 17 | 7 | — | 1 | 1 | — | — | — | 57 |
| 1957/58 | — | — | 20 | 28 | 6 | 1 | — | 1 | 1 | — | 57 |
| 1958/59 | — | 20 | 33 | 2 | — | 1 | 1 | — | — | — | 57 |
| 1959/60 | — | 1 | 28 | 18 | 7 | 1 | 1 | 1 | — | — | 57 |
| 1960/61 | 7 | 42 | 5 | 1 | — | 1 | 1 | — | — | — | 57 |
| 1961/62 | — | — | 14 | 27 | 12 | 2 | — | 1 | 1 | — | 57 |
| 1962/63 | — | — | — | — | 3 | 13 | 31 | 8 | 1 | 1 | 57 |
| 1963/64 | — | — | 1 | 11 | 24 | 14 | 5 | 1 | 1 | — | 57 |
| 1964/65 | — | 4 | 13 | 27 | 10 | 1 | — | 1 | 1 | — | 57 |
| 1965/66 | — | — | 40 | 13 | 2 | — | 1 | 1 | — | — | 57 |
| 1966/67 | 2 | 22 | 22 | 6 | 3 | — | 1 | — | 1 | — | 57 |
| 1967/68 | — | 5 | 29 | 15 | 5 | 1 | — | 1 | 1 | — | 57 |
| 1968/69 | — | — | — | 11 | 24 | 18 | 1 | 3 | — | — | 57 |
| 1969/70 | — | — | — | — | 18 | 27 | 9 | 1 | 2 | — | 57 |
| 1970/71 | — | 5 | 33 | 15 | 2 | — | 1 | 1 | — | — | 57 |
| 1971/72 | — | 22 | 22 | 10 | 1 | 1 | 1 | — | — | — | 57 |
| 1972/73 | 5 | 24 | 22 | 4 | — | 1 | 1 | — | — | — | 57 |
| 1973/74 | 11 | 32 | 10 | 2 | — | 1 | 1 | — | — | — | 57 |
| 1974/75 | 31 | 22 | 1 | 1 | — | 1 | 1 | — | — | — | 57 |
| 1975/76 | — | — | 18 | 22 | 13 | 2 | — | 1 | 1 | — | 57 |
| 1976/77 | — | 17 | 34 | 4 | — | — | 2 | — | — | — | 57 |
| 1977/78 | — | 15 | 23 | 14 | 3 | — | 1 | 1 | — | — | 57 |
| 1978/79 | — | — | — | 25 | 20 | 8 | 2 | 2 | — | — | 57 |
| 1979/80 | — | — | 21 | 21 | 12 | 2 | — | 1 | — | — | 57 |
| Suma | 57 | 286 | 513 | 391 | 228 | 122 | 68 | 31 | 12 | 2 | 1710 |
| % | 3,3 | 16,7 | 30,0 | 22,9 | 13,4 | 7,1 | 4,0 | 1,8 | 0,7 | 0,1 | 100 |

6) umiarkowanie mroźne (od —5,01 do 6,00) — 1969/70,
7) mroźne (od 6,01 do 7,00) — 1962/63,
8) bardzo mroźne — (od 7,01 do 8,00) — brak typu ostrości
9) bardzo surowe (od 8,01 do 9,00) — brak typu ostrości,
10) niezwykle surowe (od 9,01 do 10,00) — brak typu ostrości.

Przedstawiona klasyfikacja dokonana została na podstawie średnich wartości wskaźnika ostrości zimy, obliczonych jako średnie arytmetyczne z 57 stacji meteorologicznych. Taki tok postępowania pozwolił na określenie typu ostrości zimy charakterystycznego dla obszaru całej Polski, bez możliwości określenia zróżnicowania regionalnego. To regionalne zróżnicowanie można uzyskać rozpatrując ostrość zim w poszczególnych stacjach meteorologicznych. Analiza typów ostrości omawianych zim w poszczególnych stacjach meteorologicznych wykazała, że wszystkie wymienione typy ostrości od 1 do 10 wystąpiły na obszarze Polski (tab. 2). Biorąc pod uwagę średnią częstość występowania poszczególnych typów ostrości z uwzględnieniem wszystkich stacji meteorologicznych należy stwierdzić, że najczęściej występował typ 3 z częstością wynoszącą 30%, a najrzadziej typ 10 — tylko dwukrotnie na Kasprowym Wierchu.

## UWAGI KOŃCOWE

W opracowaniu dokonano przeglądu metod określania zróżnicowania termicznego charakteru zim. Przy pomocy trzech metod zobrazowano ostrość termiczną zim na obszarze Polski, wykorzystując w tym celu własne kryteria. Przyjęty w niniejszym opracowaniu okres (1950/51 — 1979/80) dla charakterystyki warunków termicznych zim okazał się wystarczający do przeanalizowania tego zagadnienia na obszarze Polski, ponieważ wystąpiły zimy o ekstremalnych warunkach meteorologicznych, reprezentatywne dla znacznie dłuższego czasu niż 30 lat. Określenie stopnia ostrości zimy na podstawie wartości poszczególnych charakterystyk termicznych nie daje jednoznacznej oceny. Wynikła zatem konieczność przyjęcia „wskaźnika ostrości" uwzględniającego kilka charakterystyk termicznych jednocześnie, który byłby przystosowany do warunków termicznych zim na obszarze Polski. Wykorzystanie zaproponowanego przez autora „wskaźnika ostrości" pozwoliło na uchwycenie czasowej i przestrzennej zmienności warunków termicznych poszczególnych zim na obszarze kraju. Wydaje się celowe przeprowadzenie w przyszłości adaptacji zaproponowanego wskaźnika dla innych obszarów, aby uzyskać porównywalność stopnia ostrości zimy na obszarze tylko jednego państwa, ale przynajmniej całej Europy.

## LITERATURA

Angot A. 1913, Sur un mode de classification des hivers, Ann. Soc. Meteor., 109, Paris.
Artemowa W. W. 1976, Tipizacyja zim Niżniego Powołża, Wopr. klim. pog. Niż. Pow. 5/12, 64, Saratow.
Babiczenko W. N., Szczerban M. I. 1972, Tiopłyje i chołodnyje zimy na Ukrainie, Mietleor. Klimatol. Gidrol., 8, 32, Kijew.

Baranow W. S., Kulikowa S. Ch. 1971, Ocena surowosti zim w Piermskoj obłasti, Ucz. Zap. Pierm. Uniw., 282, 161, Pierm.

Bednarek H., Kołodziej J., Liniewicz K. 1979, Charakterystyka termiki powietrza i szaty śnieżnej w chłodnej porze roku na Lubelszczyźnie, Folia Soc. Sci. Lublin., 21, 2, 75, Warszawa.

Błażejczyk K., Siemiaszko H. 1980, Niektóre metody wyznaczania ostrości klimatu okresu zimowego, Probl. Uzdr., 6, (152), 59, Warszawa.

Brose K., 1962.: Die Strenge der Winter im westlichen Deutschland, Meteor. Rund., 2, 54, Berlin.

Cehak K. 1980, Rezente Änderungen der Winterstrenge im Donauraum, Arch. Meteor. Geoph. Biokl., B, 28, 243, Wien.

Chajrullin K. S. 1976, Powtoriajemost' zimnych i posledujuszczich za nimi letnich siezonow i anomalii tiermiczeskogo rieżyma w Siewiernom Połuszarii, Rit. prirod. jawl., 106, Leningrad.

Easton C. 1922, Rangschikking der Winters, Hemel an Dampkr., 20, 12, Groningue.

Efanowa A. W. 1973, O mietodikie izuczenija chołodnych zim, Tr. GGO, 299, 66, Leningrad.

Exner F. M. 1929, Die Wetterlage im heurigen Winter, Meteor. Zeitschr., 4, 149, Wien.

Fischer P. L. 1974, Drei milde Winter in der Stadtmitte (1971—1974), Wetter und Leben, 26, 3—4, 6, Wien.

Flamarion K. 1977, Some hard European winters 1771—1871, J. Meteor., 2, 23, 336, Lancaster.

Goldschmidt H., Reuter A. 1949, Über Periodizitäten der strengen Winter im östlichen Mittel-Deutschland, Z. Meteor., 3, 1—2, 1, Berlin.

Hellmann G. 1917, Über strenge Winter, Sitzungsber. K. Preuss. Akad., 42, 738, Berlin.

Hellmann G., 1918, über milde Winter, Sitzungsber. K. Preuse Akad., 11, 213, Berlin.

Herzog J. 1969, Kältesummen von München, Meteor, Rund., 22, 4, 113, Berlin.

Hess M. 1967, O stosunkach termicznych Krakowa 1780—1963 (sum. On thermal conditions of Cracow 1780—1963), Prz. Geof., 12, (20), 3—4, 311, Warszawa.

Hesse W. 1953, Wintertypen, Eine synoptisch-klimatologische Studie über die letzten 101 Winter in Nordwestsachsen, Z. Meteor., 7, 12, 362, Berlin.

Heyer E. 1954, Über die Kennzeichung der Winter durch Kältesummen und den Temperaturlauf der Folgzeit, Z. Meteor., 8, 7—8, 211, Berlin.

Heyer E. 1955, Die wetterlagemäsige Betrachtung strengen Winter, Z. Meteor., 9, 3, 85, Berlin.

Hoinkes H., Siogas L. 1975, Insbrucker Winter seit 1890/91, Wetter und Leben, 27, 1—2, 3—14, Wien.

Ijnsen F. 1973, Winterweer in Nederland 1200 tot heden, Hemel an Dampkring, 1, 71, 14, Groningue.

Ijnsen F. 1975, 22-jährige zonnenvelkkenperiode in het optreden von Winterweer?, Zenith, 2, 5, 183, Amsterdam.

Knoch K. 1947, Über die Strenge der Winter in Norddeutschland nach der Berliner Beobachtungsreihe 1766—1947, Meteor. Rund. 1, 3, 137, Berlin.

Knoch K. 1957, Eine Chronik der Winterstrenge seit 1766 in Norddeutschland, Peter. Geogr. Mitt., 101, 1, 27, Gotha.

Knoch K. 1962, Milde Winter in Norddeutschland, Peter. Geogr. Mitt., 106, 1, 38, Gotha.

Kosiba A. 1954, Zagadnienie charakterystyki ostrości zim w świetle różnych kryteriów termicznych, Spr. Wrocł. Tow. Nauk., 9, 99, Wrocław.

Kosiba A. 1956, Zagadnienie klasyfikacji zim (sum. The problem of winter classification), Prz. Geof., 1 (9), 3—4, 201, Warszawa.

Kretschmer O. 1974, Über die Winterkälte im bayerisch — österreichischen Donautal, Wetter und Leben, 26, 3, 205, Wien.

Kretschmer O. 1975, Über Extremwerte von Winterkältesummen und Winterkälteperioden im bayerisch-österreichischen Donautal, Wetter und Leben, 27, 3—4, 240, Wien.

Kulikowa S. Ch. 1971, Surowost' zim na Sriedniem i Jużnom Urale, Sb. rab. Swierdł. Gidromiet. Obs., 12, 110, Swierdłowsk.

Labrijn A. 1947, Wintercriteria, Hemel an Dampkt., 45, 191, Groningue.

Lamb H. H. 1977, Climate, Present, Past and Future. Climatic history and the future, London.

Liliequist G. H. 1943, The severity of the winters at Stockholm in 1757—1942, Med. Meteor. Hydr., 46, 1, Stockholm.

Lyall I. T. 1971, English winters since 1950, Weather, 26, 10, 445, London.

Machalek A. 1976, Wintercharakteristik und Wetterlagen für die Zeit von 195' bis 1975, Wetter und Leben, 28, 1, 39, Wien.

Mackiewicz-Wojciechowicz M., Nowicka A. 1977, Termiczna charakterystyka zim regionu olsztyńskiego 1952/53—1969/70 (sum. Thermal characteristics of winters in Olsztyn region 1952/53—1969/70), Zesz. Nauk. ART., Roln., 21, 95, Olsztyn.

Mansikkaniemi H. 1979, Index of winter severity and its regional variation in Finland, Fennia, 175, 75, Helsinki.

Mc Naughton D. 1963, Mean winter temperatures at Glasgow since 1868/69, Weather, 18, 8, 226, London.

Mitosek H. 1961, Próba klasyfikacji termicznej zim na podstawie spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach w latach 1918—1960 (sum. Trial of thermal classification of winters 1918—1960), Pr. IUNG., 3, 207, Puławy.

Naegler W. 1949, Die mildesten Winter in Leipzig (1829 bis 1948) mit besonderer Berücksichtigung des Winters 1947/48, Z. Meteor., 3, 1—2, 9, Berlin.

Nagajcew A. A. 1977, Riażym pogod — osnownyj kritierii klasyfikacyi i rajnirowanija zim, Probl. kompl. klimatol., 51, Moskwa.

Osokin I. M. 1968, O surowost'i zim siewiernoj Azii, Sb. Probl. rieg. zimowied., 2, 28, Cita.

Paczos S. 1982, Stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce, UMCS, Rozpr. hab. 24, Lublin.

Petrovic S. 1971, Temperatursummen der negativen Tagesmitteltemperatur als regionale Kenzitter der Temperaturverhältnisse, Acta Fac. Rer. Natur., Meteoral., 3, 83, Bratislava.

Rackliff P. 1965, Summer and winter indices at Armagh, Weather, 2, 38, London.

Raybould J. E. 1963, A study of cold winters in the Manchester Area, Weather, 18, 9, 275, London.

Rein F. 1980, Poznamky k pribehu zimy v Praze, Meteor. Zpr., 33, 5, 152, Praha.

Rocznik K. 1962, Das gehäufte Auftreten von milden Wintern seit der Jahrhundertwende, Meteor. Rund., 15, 2, 50, Berlin.

Samaj F., Valovic S. 1976, Klassification der Sommer und Winter in der kleinen Donautiefebene, Acta Fac. Rer. Natur., Meteor., 7, 55, Bratislava.

Sládek I. 1982; Mrazovy index na uzemi CSR, 35, 3, 65, Praha.

Selfe R. W. 1970, Periodictes in London Winters, Weather, 25, 374, London.

Smith C. G. 1969, Winters at Oxford since 1815, Weather, 24, 23, London.
Szwariewa J. N. 1977, Ustojcziwost' zim na tierritorii Sowietskogo Sojuza, Probl. kompl. klimatol., 54, Moskwa.
Tistea D., Sirbu V., Calinescu N. 1972, Repartitia gradului de asprimo at vremii calculat dupa formula lu Bodman, po teritoriul Romaniei, Hidrotech., 17, 9, 494, Bucuresti.
Trepińska J. 1971, Częstotliwość surowych zim w Krakowie w okresie 145 lat, Spr. PAN., 15, 2, 469, Kraków.
Wachter H. 1963, Temperatursummen, ihr Verteilungsetz und der Winter 1962/63, Meteor. Rund. 16, 4, 106, Berlin.
Wiszniewski W. 1948, Pogoda naszych zim, Gaz. Obs. PIHM, 1, 3, 1, Warszawa.
Wright P. B., 1975, Four mild winters in Europa, Weather, 30, 4, 125, London.
Vandenplas A. 1956, Les hivers a Bruxelles — Ucle 1833—1951, Publ. Inst. Royal Meteor., A, 2, 3, Ucle-Bruxelles.
Vekilska B. 1973, Termicna charakteristika na zimata po blgarskiego cernomorskiego krajbereże, Godis. Sof. Univ., 65, 2, 19, Sofia.
Visser M. A. 1972, De winter voor de jaarwisseling, Hemel an Dampkring, 70, 1, 12, Groninguen.
Zerche M. 1966, Die Temperaturen der Schweriner Winter seit 1894, Z. Meteor., 18, 5—7, 273, Berlin.

## SUMMARY

The paper presents a review of methods for a thermal classification of winters and describes a severity of winters in Poland during the period 1950/51 — 1979/80. This thermal characteristic of winters in Poland is based on maximum, minimum and mean daily air temperatures from 57 meteorological stations (Fig. 1).

A presentotion of thermal severity of winters is possible due to three methods:

a) total of mean daily air temperatures below 0 C ("total of cold") for the period December — March,

b) mean air temperature in winter (December — March) and deviation of this temperature from the mean many years' value,

c) mathematical definition of the index of winter severity. A mean "total of cold", named in the German literature the "Winterkältesumme" was equal —317°C in the territory of Poland and varied in individual meteorological stations from —155°C (Hel) to —918°C (Kasprowy Wierch). The lowest mean "totals of cold" occurred in Poland during the winters of 1962/63 (—770°C and the highest ones during the winter of 1974/75 (—76°C).

Mean winter temperature in Poland was equal —1.2°C but it was varying from 0.6°C at Świnoujście to —7.6°C at Kasprowy Wierch. The lowest mean temperature was characteristic of the winter of 1962/63 (—6.0°C) and the highest one for the winter 1974/75 (1.9°C).

Mean index of winter severity, calculated according to the formula proposed by the author (Paczos 1982), was equal 3.27 for Poland. It was varying from 1.16 for the mildest winter of 1974/75 to 6.40 during the most severe one of 1962/63.

Basing on the severity index ten types of winters were distinguished, starting from a very mild one to extremely severe one. For every type the interval spread

of one degree was accepted Taking into account a mean frequency of occurrence of definite severity types at meteorological stations considered in this paper, the third type was found to be the most common. It has a frequency of 30% whereas the fourth type — of 23% and the most rare, tenth type — of 0.1%.

An influence of "more severe" thermic conditions of cool Eurasia is distinctly marked in a spatial pattern of analyzed thermal characteristic of winter. This influence forms awedge-like zone in eastern Poland. On the other hand there is "a palliative" influence of the Atlantic Ocean, the action of which gets weaker from the west southeastwards of the country. The mountain areas of the Carpathians and the Sudetes seem to be beyond the influence of the Atlantic as well as the continent of Eurasia.

An application of three methods for finding the thermal characteristic of winter enabled to define the time and spatial variability of thermal conditions of individual winters in the country. It seems reasonable to adapt in future the author's severity index also for other areas to receive the fully comparable results, not only within a single country but also for at least a single continent.

## РЕЗЮМЕ

В работе рассматриваются методы термической классификации зим, а также острота зим в Польше на протяжении 1950/51—1979/80 годов. Материал для характеристики термической зимы в Польше — это максимальные, минимальные и средние суточные температуры воздуха из 57 метеостанций (рис. 1).

Для представления термической остроты зим применались три методы:

а) средних суточных сумм температур воздуха ниже 0°C (суммы холода) для времени декабрь—март;

б) средней температуры воздуха зимнего времени декабрь—март, а также отклонения температуры от средней многолетней;

г) математического определения показателя остроты зимы.

Средняя „сумма холода" называемая в немецкой литературе „Winterkältesumme" составляла в Польше −317°C, а в отдельных метеостанциях изменялась от −155°C (Хель) до 918°C (Каспровы Верх). Найболее низкие средние „суммы холода" на территории Польши отмечены были зимой 1962/63 (−770°C), а самые высокие зимой 1974/75 (−76°C).

Средняя температура зимы выступившая на территории Польши −1,2°C, при чем она изменялась от 0,6°C в Свиноуйсте до −7,6°C на Каспровом Верхну. Самой низкой средней температурой отличалась зима 1962/63 (−6,0°C), а самой высокой — зима 1974/75 (1,9°C).

Средний показатель остроты зимы, подсчитанный по формуле предложенной автором (С. Пачос 1982) составлял для Польши 3,27. На протяжении отдельных зим он изменялся от 1,16 в самую легкую зиму 1974/75 по 6,40 во время найболее суровой зимы 1962/63 года.

На основании показателя остроты выделены 10 типов зим, от более мягкой до очень суровой, принимая для каждого типа предел 1 градуса. Принимая во внимание среднюю частоту появления отдельных типов остроты, опираясь на учитываемых в работе метеостанциях констатировано, что найболее часто выступал третий тип с частотой составляющей 30% и четвертый тип — 23%, а реже всех тип 10 — 0,1%.

В пространственном ходе анализированных термических характеристик зимы отчетливо намечается влияние „более суровых" термических условий холодного климата Евразии, вторгающихся клином над район восточной Польши и „смягчающее" влияние Атлантики, влияние которой ослабливает по мере продвижения из запада на юго-восток страны. Горные районы Карпат и Судет оказываются быть вне влияния как Атлантики так и континента Евразии.

Исследование трех методов определения термической дифференцировки характера зимы, позволило уловить временную и пространственную изменчивость термических условий отдельных зим на территории страны. Целесообразным кажется в будущем применить предложенную автором формулу показателя остроты для других районов, для получения сопоставляемости результатов полученных в разных странах по меньшей мере одного континента.