

Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
e-mail: aziernik@poczta.fm

AGNIESZKA ZIERNICKA-WOJTASZEK

Klimatyczne uwarunkowania rozwoju agroturystyki w okresie zimowym na obszarze Polski nizinnej

Climatic conditions for the development of agrotourism during winter months
in the lowland areas of Poland

Streszczenie. Celem opracowania jest charakterystyka warunków termicznych i śnieżnych w okresie zimowym sprzyjających uprawianiu turystyki na obszarze Polski nizinnej. Wykorzystano średnie miesięczne wartości temperatury powietrza i liczby dni z pokrywą śnieżną o grubości ≥ 1 cm z 53 stacji meteorologicznych Polski z okresu 1970/1971–1999/2000. Obliczono średnią temperaturę okresu zimowego XII–III, stopień ostrości zimy wg Paczosa, ilość miesięcy z ujemną temperaturą powietrza w okresie zimowym, liczebność zim z dodatnią temperaturą powietrza we wszystkich miesiącach, ilość dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm. Wykazano wyraźne złagodzenie zimy – jej średnia temperatura wzrosła i zmieniła się od $1,0^{\circ}\text{C}$ na zachodzie Polski i w dolinie środkowej Odry do $-2,0^{\circ}\text{C}$ na jej północno-wschodnim krańcu w porównaniu z okresem 1950/51–1974/75, kiedy odpowiednie wartości wynosiły $0,5^{\circ}\text{C}$ i $-3,5^{\circ}\text{C}$. W 15-leciach 1970/71–1984/85 i 1985/86–1999/2000 liczba miesięcy o ujemnej temperaturze powietrza zmniejszyła się z 33 do 23. W 15-leciu 1985/86–1999/2000 pojawiły się cztery zimy o dodatniej temperaturze wszystkich miesięcy zimowych. Stwierdzono statystycznie istotny związek pomiędzy wartością średniej temperatury zimy a stopniem śnieżności zimy wyrażonym przez liczbę dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm określony równaniem: $y = -11,71x + 35,036$ ($R = 0,8284$). Zależność ta wskazuje, że wraz z postępującym ociepleniem klimatu będzie zmniejszała się liczba dni z pokrywą śnieżną, co wpłynie na pogorszenie się warunków do uprawiania różnych sportów zimowych związanych z obecnością pokrywy śnieżnej i negatywnie wpłynie na walory estetyczne krajobrazu.

Słowa kluczowe: temperatura powietrza, pokrywa śnieżna, agroturystyka, Polska nizinna

WSTĘP

Począwszy od ostatniej dekady XX w., realizowany jest w Polsce model wielofunkcyjnego rozwoju wsi i rolnictwa. Rozwój ten dokonuje się przez różnicowanie na obsza-

rach wiejskich asortymentu produkcji i usług w celu zmniejszenia ryzyka w prowadzeniu działalności gospodarczej oraz zapewnienia alternatywnych źródeł dochodów, w zgodzie z wymogami ochrony środowiska i przy zachowaniu walorów krajobrazowych. Jedną z takich form działalności pozarolniczej jest turystyka na obszarach wiejskich, agroturystyka i ekoturystyka. W związku z powyższym zadaniem meteorologii stosowanej na obszarach wiejskich jest nie tylko ocena warunków pogodowych i klimatycznych dla produkcji rolniczej, lecz również ocena warunków do uprawiania turystyki i rekreacji. Warunki meteorologiczne są w tym przypadku traktowane jako jeden z czynników przyrodniczych rozwoju turystyki. Nic też dziwnego, że zaczęły pojawiać się stosowne opracowania dla wybranych regionów [Samborski i Kołodziej 2000, Kalbarczyk i Kalbarczyk 2007, Koźmiński i Michalska 2011]. Dotyczą one przeważnie okresu letniego bądź całego roku.

Ruch turystyczny w Polsce wykazuje wyraźną sezonowość z maksimum w okresie letnim z uwagi nie tylko na warunki termiczne, ale i wykorzystywany w tym sezonie okres wakacyjno-urlopowy. Również okres zimowy, ze względu na przypadające w nim Święta Bożego Narodzenia, imprezy sylwestrowe, Nowy Rok, ferie szkolne i przerwę międzysemestralną, a także okres karnawału stwarza wiele okazji do świętowania, odpoczynku i uprawiania różnorodnych sportów zimowych, urządzania zjazdów integracyjnych, zimowisk, kuligów, polowań i tym podobnych imprez organizowanych także na obszarach nizinnych Polski mimo większego tradycyjnego zainteresowania narciarstwem zjazdowym w terenach górskich.

W okresie tym, bez względu na rodzaj przeżyć, imprez wypoczynkowych, czy uprawianych sportów, ważna jest obecność pokrywy śnieżnej również ze względu na estetyczne walory zimowego krajobrazu. Ten aspekt zagadnienia oddać może lepiej fragment dzienników polskiego podróżnika Kazimierza Nowaka, który po pięciu latach przemierzania Afryki rowerem tam i z powrotem (1931–1936), tak pisał po zakończeniu swej wędrówki: *Przedemną... Morze Śródziemne. Może niedługo przeprawić się będą przez te rude wody i znowu po pięciu latach ujrzą polską zimę. Zimą i śnieg... O, teraz znam już urok polskiego śniegu!* [Nowak 2007].

Z inspirujących naukowych opracowań i analiz dotyczących polskiej zimy wymienić można monografię Paczosa [1982] na temat warunków termicznych i śnieżnych w Polsce. Autor w sposób niezwykle sumienny i szczegółowy przeanalizował sposoby i metody wyodrębniania i charakterystyki okresu zimowego od początku piśmiennictwa meteorologicznego, a po przedstawieniu wszystkich możliwości zdecydował się na uznanie za okres zimowy kalendarzowego okresu od grudnia do marca. Swoje opracowanie oparł na 25-leciu 1950/51–1974/75, a więc na okresie sprzed wyraźnego wzrostu temperatury powietrza, jaki zaznaczył się w dwóch ostatnich dekadach XX w. [Kozuchowski i Żmudzka 2001].

Dla późniejszych okresów brak jest tego typu opracowań dotyczących całej Polski obejmujących jednocześnie charakterystykę warunków termicznych i śnieżnych. Z badań regionalnych wymienić można opracowanie dla Lubelszczyzny [Bednarek i in. 1979] i dla doliny Biebrzy [Olba-Zięty i Grabowski 2007], z lokalnych dla Lublina [Nowosad 1998, Janasz 2000] i Warszawy [Majewski i in. 2011]. Wiele charakterystyk dla Polski bądź jej regionów lub miejscowości dotyczy samej tylko charakterystyki termicznej zim [Piotrowicz 2002–2003] lub samej tylko pokrywy śnieżnej [Chrzanowski 1986, Falarz 2007, Nowosad i Bartoszek 2007, Czarnecka 2012].

Celem opracowania jest charakterystyka warunków termicznych i śnieżnych sprzyjających uprawianiu turystyki na obszarach wiejskich i agroturystyki w okresie zimowym na obszarze Polski nizinnej. Do Polski nizinnej włączono również regiony Wyżyny Lubelskiej, Roztocza, Gór Świętokrzyskich i Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Założono, że dla różnorodnych form turystyki i rekreacji oraz przeżyć estetycznych niezbędną jest obecność pokrywy śnieżnej uwarunkowanej odpowiednimi warunkami termicznymi. Równorzędnym celem przedstawionego opracowania jest także odpowiedź na pytanie – jak zmieniły się ważniejsze charakterystyki ostrości i śnieżności zim na obszarze Polski nizinnej w okresie 1971–2000 w porównaniu z okresem charakteryzowanym przez wspomniane opracowanie Paczosa [1982] w kontekście możliwości uprawiania wypoczynku, turystyki i sportów zimowych na obszarach wiejskich.

Hipotezę roboczą można sformułować w brzmieniu: wzrost średniej temperatury powietrza w okresie badanego 30-lecia 1971–2000 jest wyraźny. Zwłaszcza zimy stały się łagodniejsze i mniej śnieżne. Często występują miesiące z dodatnimi temperaturami w kalendarzowych okresach zimowych i okresy bezśnieżne. Pogorszy to warunki uprawiania typowych form turystyki, a także spowoduje utratę walorów krajobrazowych, jakie daje istniejąca pokrywa śnieżna w okresie zimowym na większości obszaru Polski nizinnej, zwłaszcza w ich zachodnich regionach.

MATERIAŁ I METODY

W opracowaniu wykorzystano średnie miesięczne wartości temperatury powietrza i liczbę dni z pokrywą śnieżną o grubości ≥ 1 cm z 53 stacji meteorologicznych położonych na terenach nizinnych Polski z okresu 1970/1971–1999/2000. Źródłem informacji były Biuletyny Agrometeorologiczne IMGW i b. PIHM z okresu 1970 do III 1999, a w dalszym okresie – materiały archiwalne IMGW. Dla ustanowienia relacji pomiędzy liczbą dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm i ≥ 10 cm wykorzystano dane dotyczące codziennych grubości pokrywy śnieżnej z lat 1955–60 i 1962–65 publikowane w Rocznikach Meteorologicznych b. PIHM. Stosowane w opracowaniu metody miały wskazać na postępujący proces ocieplenia w okresie zimowym i zmniejszania się długości okresu występowania pokrywy śnieżnej jako naturalnego czynnika podnoszącego walory estetyczne krajobrazu i umożliwiającego uprawianie różnego rodzaju sportów i rodzajów wypoczynku w okresie zimowym.

Za okres zimowy przyjęto za Paczosem [1982] okres kalendarzowy XII–III. Porównywano zmiany, które zaszły od stanu udokumentowanego przez wspomnianego autora z opracowywanym okresem 1970/1971–1999/2000, poświęcając szczególną uwagę na zmiany warunków termicznych i śnieżnych. Dla określenia dynamiki zmian w II połowie XX w. stosowano porównanie wyników Paczosa z okresu 1950/51–1974/75 z wynikami z okresu 1975/76–1999/2000 lub 1970/71–1999/2000. Przeanalizowano także zmiany, jakie zaszły w dwóch porównywanych 15-leciach okresu 1970/71–2000, tzn. w latach 1970/71–1984/85 i 1985/86–1999/2000. Ze wskaźników charakteryzujących okres zimowy stosowano takie jak: stopień ostrości zimy wg Paczosa, średnia temperatura okresu zimowego XII–III, ilość miesięcy z ujemną temperaturą powietrza w okresie zimowym, przypadki lutego chłodniejszego od stycznia, przypadki ujemnych temperatur marca, przypadki, w których grudzień był najchłodniejszy ze wszystkich miesięcy zimowych,

liczebność zim, w których wszystkie miesiące okresu zimowego miały temperaturę dodatnią, liczebność najchłodniejszych miesięcy stycznia i lutego z dodatnią temperaturą powietrza, ilość dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm i ≥ 10 cm w okresie zimowym.

WYNIKI

Obraz zmian stopni ostrości zimy, jakie zaszły w okresie 1950/1951–1974/1975 i 1975/76–1999/2000, przedstawiono w porównaniu zamieszczonym w tabeli 1. W okresie 1975/76–1999/2000 nastąpiło wyraźne złagodzenie zim. Największe różnice wystąpiły w liczebności zim typów „łagodna” i „umiarkowanie łagodna”. Liczba zim „łagodnych” zwiększyła się z 5 do 9 przypadków, i odwrotnie – liczba przypadków zim nieco ostrzejszych „umiarkowanie łagodnych” zmniejszyła się z 9 do 5 w porównywanych 25-leciach. Można również zauważyć, że w 25-leciu 1975/1976–1999/2000 pojawił się jeden przypadek zimy „bardzo ciepłej” o wartości temperatury $3,6^{\circ}\text{C}$ w 1990 r., natomiast nie wystąpił przypadek zimy „mroźnej” w przedziale wartości temperatury od $-7,1$ do $-5,7^{\circ}\text{C}$, jaki miał miejsce w 1963 r.

Tabela 1. Porównanie liczebności typów ostrości zim na obszarze Polski w okresie 1950/51–1974/75 i 1975/76–1999/2000
Table 1. Comparison of the number of winter severity types in Poland during the period 1950/51–1974/75, 1975/76–1999/2000

Przedział temperatury powietrza $^{\circ}\text{C}$ Temperature interval $^{\circ}\text{C}$	> 3,3	1,9 do 3,3	0,4 do 1,8	0,3 do -1,1	-2,6 do -1,2	-4,1 do -2,7	-5,6 do -4,2	-7,1 do -5,7
Typ ostrości Severity type	bardzo ciepła very warm	ciepła warm	łagodna mild	umiark. łagodna temperate- mild	umiark. chłodna temperate- cool	chłodna cool	umiark. mroźna temperate- severe	mroźna severe
Liczba przypadków w latach 1950/51–1974/75 Number of cases in the years 1950/51–1974/75	–	1	5	9	4	4	1	1
Liczba przypadków w latach 1975/76–1999/2000 Number of cases in the years 1975/76–1999/2000	1	1	9	5	5	3	1	–

Interesujące wyniki dotyczące postępującego ocieplenia w okresie zimowym daje porównanie niektórych wskaźników termicznych w okresie 1970/71–1984/85 i 1985/86–1999/2000 (tab. 2).

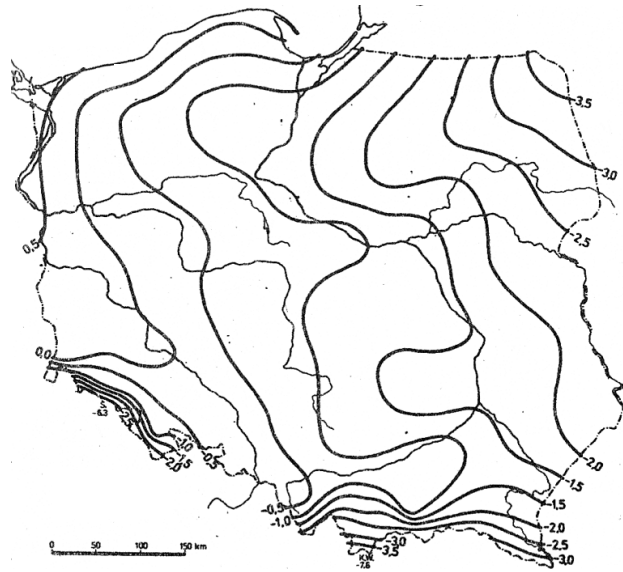
Tabela 2. Porównanie niektórych wskaźników termicznych na obszarze Polski w okresie 1970/71–1984/85 i 1985/86–1999/2000

Table 2. Comparison of selected thermal indices in Poland in the years 1970/71–1984/85 and 1985/86–1999/2000

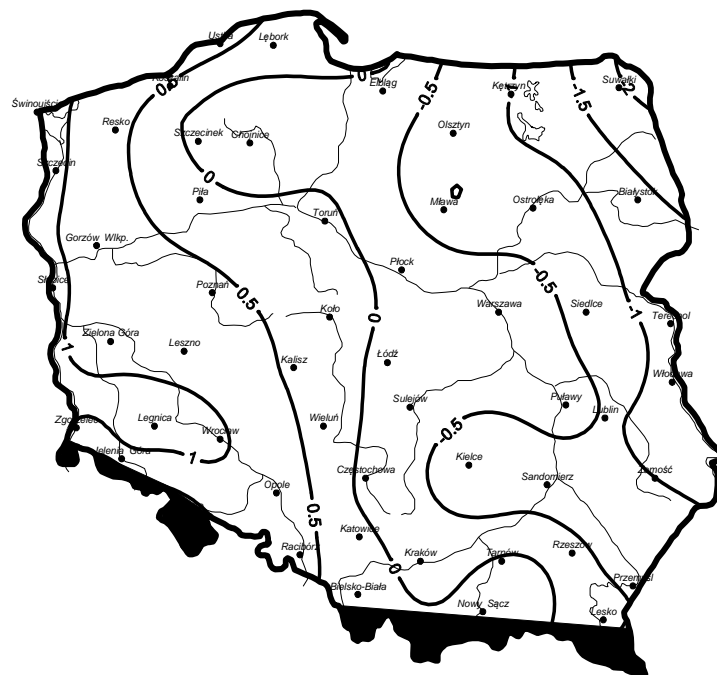
Wyszczególnienie Specification	Okres – Period	
	1970/71–1984/85	1985/86–1999/2000
Średnia temperatura zimy XII–III °C Winter mean temperature Dec.–Mar. °C	–0,3	0,3
Liczba miesięcy o ujemnej temperaturze XII–III Number of months with temperatures below freezing Dec.–Mar.	33	23
Liczba przypadków najchłodniejszego grudnia w okresie zimowym Number of cases of the coldest December during the winter period	1	7
Liczba przypadków marca o ujemnej temperaturze średniej Number of cases when March had below freezing mean temp.	3	2
Wszystkie miesiące okresu zimowego XII–III o temperaturze dodatniej All winter months with above freezing temp. (Dec.–Mar.)	–	4
Ilość przypadków lutego chłodniejszego od stycznia Number of cases when February was colder than January	5	6

I tak, średnia temperatura zimy obliczona z czterech miesięcy XII–III podniosła się w dwóch porównywanych 15-leciach 1970/71–1984/85 i 1985/86–1999/2000 z wartości –0,3 do wartości +0,3°C. Liczba miesięcy o ujemnej temperaturze powietrza w okresie zimowym XII–III zmniejszyła się z 33 do 23, a liczba miesięcy z ujemną temperaturą marca z 3 do 2 przypadków. O ile w 15-leciu 1970/71–1985/86 nie zaobserwowano takich sytuacji, w których wszystkie średnie wartości temperatury powietrza okresu zimowego XII–III miały temperaturę dodatnią, to w 15-leciu 1985/86–1999/2000 takich zim odnotowano 4. Jednocześnie stwierdzono wzrost liczby przypadków, w których grudzień był najchłodniejszym miesiącem zimy z 1 do 7 i nieznaczny z 5 do 6 wzrost liczby przypadków, w których luty był chłodniejszy od stycznia.

Porównywane wskaźniki świadczące o ocieplaniu się klimatu w okresie zimowym w 50-leciu 1951–2000 lub pod koniec tego okresu dotyczyły warunków uśrednionych dla obszaru Polski nizinnej. Zagadnienie ostrości i śnieżności zim ma również swój aspekt zróżnicowania regionalnego. Obraz zmian, jakie zaszły w rozkładzie przestrzennym stopnia ostrości zim w II połowie XX w., ilustruje porównanie map rozkładu przestrzennego temperatury okresu zimowego przedstawione w niniejszym opracowaniu dla okresu 1970/71–1999/2000 z mapą zamieszczoną w opracowaniu Paczosa [1982] dla 25-lecia 1950/51–1974/75 (rys. 1 i 2). Średnia temperatura zimy obliczona z czterech miesięcy zimowych XII–III w okresie 1950/51–1974/75 zmieniała się na obszarze Polski od wartości izotermi 0,5°C na północnym zachodzie Polski w okolicach Szczecina i Świnoujścia do –3,5°C na północno-wschodnim krańcu Polski.



Rys. 1. Temperatura zimy w Polsce w okresie 1950/51–1974/75 wg Paczosa [1982]
 Fig. 1. Winter mean temperature in Poland during the period 1950/51–1974/75 according to Paczos [1982]



Rys. 2. Temperatura zimy w Polsce w okresie 1970/71–1999/2000
 Fig. 2. Winter mean temperature in Poland during the period 1970/71–1999/2000

Natomiast w okresie 1970/71–1999/2000 następuje wyraźne złagodzenie zimy i w tym czasie temperatura okresu zimowego zmienia się od $1,0^{\circ}\text{C}$ na zachodzie Polski i w dolinie środkowej Odry do $-2,0^{\circ}\text{C}$ na jej północno-wschodnim krańcu. Izoterma $0,0^{\circ}\text{C}$ w okresie 1950/51–1974/75 przechodzi blisko zachodniej granicy Polski, wchodząc w dolinę środkowej Odry i biegnąc wzdłuż wybrzeża Bałtyku, natomiast w okresie 1970/71–1999/2000 przebiega przez środek Polski.

Dobrym wskaźnikiem zachodzących zmian klimatycznych w okresie zimowym jest występowanie miesięcy z dodatnią temperaturą powietrza. W przejściowym klimacie Polski w okresie zimowym w niektórych latach przy określonych sytuacjach synoptycznych, zwłaszcza w południowo-zachodniej i zachodniej sytuacji cyklonalnej, wartości temperatury na przykład w Warszawie są wyższe o około $4,0\text{--}5,0^{\circ}\text{C}$ od wartości przeciętnej [Paszyński i Niedźwiedz 1991]. Porównanie średniej temperatury stycznia w dwóch 15-leciach okresu 1970/71–1999/2000 wykazało, że w okresie 1970/71–1984/85 średnio w Polsce bez uwzględnienia różnic regionalnych z dodatnią temperaturą było 4,6 miesiąca, co stanowiło 31% rozpatrywanego 15-lecia. W następnym 15-leciu 1985/86–1999/2000 takich miesięcy było już 7,9, co stanowiło 53% tego okresu. Oznacza to, że w pierwszym 15-leciu co trzeci styczeń był z dodatnią temperaturą powietrza, a w następnym 15-leciu co drugi. Analogiczne porównanie wartości temperatury w lutym wykazało podobną tendencję.

Tendencja ta jest zróżnicowana regionalnie. I tak, w okresie 1970/71–1984/85 w styczniu najmniej, bo dwa przypadki o dodatniej średniej temperaturze powietrza, odnotowano na stacjach położonych na wschodzie Polski (Suwałki, Białystok, Siedlce, Puławy, Sandomierz, Zamość, Rzeszów, Przemyśl). Ilość przypadków dodatniej temperatury wzrastała w kierunku zachodnim do 5 na Wybrzeżu, w zachodniej Polsce i w dolinie środkowej Odry (Koszalin – 5, Gorzów Wielkopolski – 5, Wrocław – 5, Opole – 5, Zgorzelec – 5) do wartości 7 przy granicy zachodniej w Świnoujściu, Szczecinie i Słubicach. W następnym 15-leciu 1985/86–1999/2000 liczba przypadków dodatniej temperatury w styczniu na wschodzie Polski wynosiła 3–4 i wzrastała systematycznie w kierunku zachodnim, przekraczając wartość 10 przypadków w Polsce północno-zachodniej (Słubice, Szczecin i Świnoujście po 12 przypadków). Oznacza to, że w najchłodniejszym miesiącu styczniu na zachodniej granicy Polski w 15-leciu 1985/86–1999/2000 aż w 80% przypadków styczeń miał dodatnią wartość średniej miesięcznej temperatury powietrza.

Podobnie w drugim najchłodniejszym miesiącu lutym w 15-leciu 1970/71–1984/85 tylko w Suwałkach nie notowano przypadków dodatniej średniej temperatury lutego, a na stacjach meteorologicznych położonych blisko wschodniej granicy, takich jak Kętrzyn, Ostrołęka, Białystok, Siedlce, Włodawa wystąpiły po dwa przypadki lutego o dodatniej średniej temperaturze. Ich liczba systematycznie wzrastała do wartości 7 na stacjach Koszalin, Resko, Gorzów Wielkopolski, Zgorzelec, Szczecin oraz Świnoujście i dochodziła do 8 przypadków na stacji Ustka i Słubice. W następnym 15-leciu 1985/86–1999/2000 wzrosła liczba przypadków występowania lutego o dodatniej średniej temperaturze, a zróżnicowanie przestrzenne zjawiska wynosiło od 6 przypadków przy granicy wschodniej do 10 przypadków na Wybrzeżu i w północno-zachodniej części Polski, co oznacza, że w tym ostatnim regionie w 67% przypadków luty wystąpił z dodatnią średnią dobową wartością temperatury powietrza.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń statystycznych dotyczących trendów zmian średnią temperaturę powietrza na stacjach Szczecin, Wrocław i Suwałki w styczniu, lutym i marcu w latach 1971–2000 charakteryzował wzrost wraz z upływem czasu.

W Przemysłu w styczniu i lutym stwierdzono wzrost temperatury powietrza wraz z upływem czasu, natomiast w marcu niewielki spadek. Równania trendów na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ nie były statystycznie istotne (tab. 3).

Tabela 3. Równania trendów średniej miesięcznej temperatury powietrza na obszarze Polski w latach 1971–2000

Table 3. Trend equations of mean monthly air temperature in Poland (1971–2000)

Miesiąc Month	Stacja/Station			
	Szczecin	Wrocław	Suwałki	Przemysł
I	$y = 0,0623x - 1,0952$ $R^2 = 0,026$	$y = 0,0458x - 1,6526$ $R^2 = 0,014$	$y = 0,1132x - 5,7582$ $R^2 = 0,0642$	$y = 0,0694x - 3,5862$ $R^2 = 0,0351$
II	$y = 0,0775x - 0,634$ $R^2 = 0,0449$	$y = 0,0515x - 0,0343$ $R^2 = 0,0209$	$y = 0,0894x - 4,8262$ $R^2 = 0,0404$	$y = 0,076x - 2,5416$ $R^2 = 0,0386$
III	$y = 0,0347x + 3,208$ $R^2 = 0,023$	$y = 0,0071x + 3,82$ $R^2 = 0,0009$	$y = 0,0347x - 0,4216$ $R^2 = 0,0158$	$y = -0,0091x + 2,808$ $R^2 = 0,001$

Objaśnienia: R^2 – współczynnik determinacji.

Explanations: R^2 – determination coefficient.

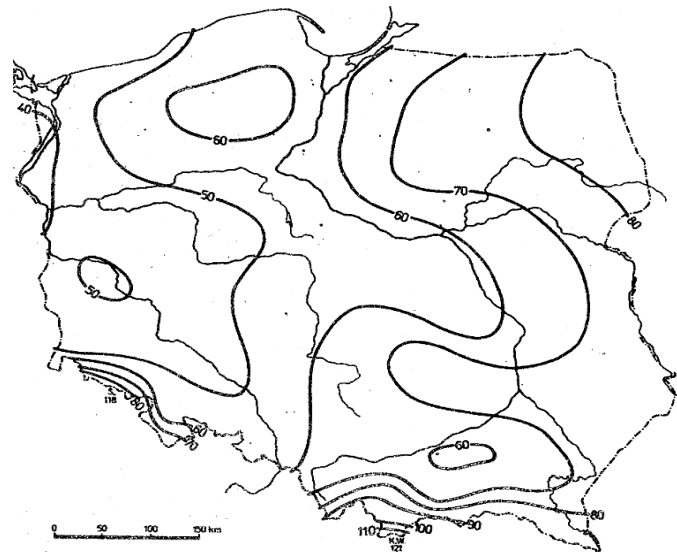
Wraz z podwyższeniem się temperatury powietrza wykazywanym przez wybrane wskaźniki termiczne zmniejszyła się śnieżność zim w Polsce. Średnia wieloletnia liczba dni z pokrywą śnieżną wynosiła w Polsce w okresie 1950/51–1974/75 [Paczos 1982] 64 dni i zmieniała się od 40 dni na zachodzie Polski do 80 dni na północnym wschodzie kraju. Natomiast w okresie 1970/71–1999/2000 zmniejszyła się przeciętnie o 20 dni, wynosiła 20 dni na zachodzie Polski i wzrastała do 60 dni na krańcach północno-wschodnich (rys. 3 i 4).

Średnia 30-letnia liczba dni z pokrywą śnieżną zmieniała się w okresie 1970/71–1999/2000 od 12,9 dnia w Słubicach do 65,4 dnia w Suwałkach, a więc od prawie 2 tygodni do ponad 9 tygodni. W najmniej śnieżnym roku 1989/1990 pokrywa śnieżna zalegała średnio tylko 12,7 dnia, w najbardziej śnieżnym roku 1995/96 – 65,5 dnia. Taka też jest zmienność i możliwość turystycznego wykorzystania pokrywy śnieżnej w 30-leciu 1970/71–1999/2000. Trudno tu mówić o wartościach optymalnych, ponieważ dla turystyki korzystny jest długi okres zalegania pokrywy śnieżnej.

Zaznacza się wyraźny statystycznie istotny związek pomiędzy stopniem ostrości zimy wyrażonym przez wartość średniej temperatury zimy a stopniem śnieżności zimy wyrażonym przez liczbę dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm. Związek ten można określić równaniem:

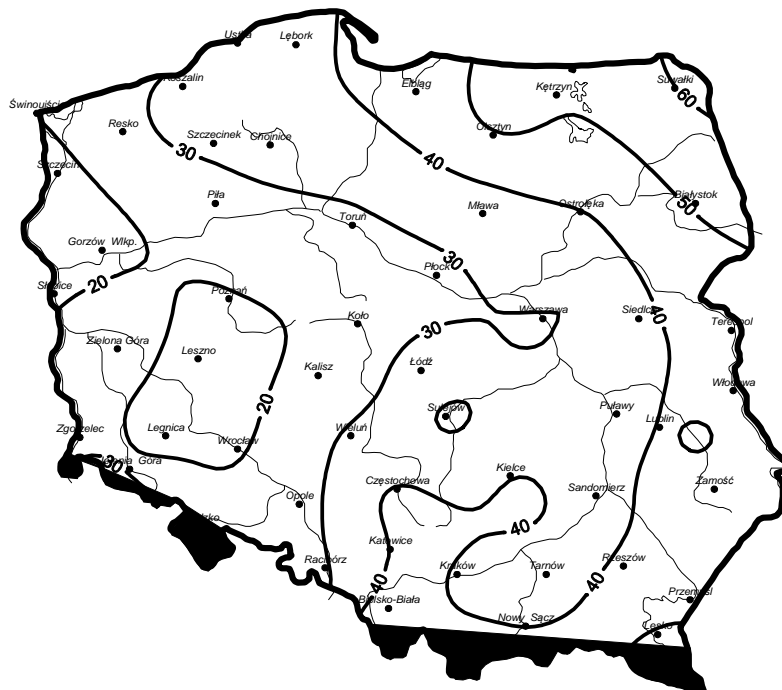
$$y = -11,71x + 35,036R = 0,8284$$

gdzie: y oznacza liczbę dni z pokrywą śnieżną w okresie XII–III, natomiast x wartość średniej temperatury okresu zimowego XII–III. Praktycznie oznacza to, że liczba dni z pokrywą śnieżną zmniejsza się w tempie 11,7 dnia na $1,0^\circ\text{C}$ wzrostu temperatury powietrza. Zależność ta sugeruje również, że wraz z postępującym ociepleniem klimatu będzie zmniejszała się liczba dni z pokrywą śnieżną, co wpłynie na pogorszenie się warunków do uprawiania różnych sportów zimowych związanych z obecnością pokrywy śnieżnej i pogorszy walory estetyczne krajobrazu uwarunkowane obecnością pokrywy śnieżnej.



Rys. 3. Liczba dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm w Polsce w okresie 1950/51–1974/75 wg Paczosa [1982]

Fig. 3. Number of days with snow cover ≥ 1 cm in Poland in the period 1950/51–1974/75 according to Paczos [1982]



Rys. 4. Liczba dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm w Polsce w okresie 1970/71–1999/2000

Fig. 4. Number of days with snow cover ≥ 1 cm in Poland in the period 1970/71–1999/2000

Tabela 4. Liczba dni z pokrywą śnieżną ≥ 10 cm w ogólnej ilości dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm (%)
 Table 4. Ratio of days with snow cover above 10 cm to the general number of days with snow cover

Stacja/Station	Miesiąc/Month				
	XII	I	II	III	XII–III
Szczecin	16	27	37	44	31
Wrocław	25	22	47	23	32
Suwałki	52	59	74	71	65
Przemyśl	42	53	72	62	58

Powyższe uwagi dotyczyły liczby dni z pokrywą śnieżną ≥ 1 cm. Podjęto również próbę określenia relacji tak określonej liczby dni do liczby dni z pokrywą śnieżną o grubości ≥ 10 cm umożliwiającą uprawianie narciarstwa i innych sportów zimowych. Na zachodzie Polski reprezentowanym przez przykładowe stacje: Szczecin i Wrocław, można przyjąć, że w okresie zimowym XII–III niewiele ponad 30% dni z pokrywą śnieżną będzie miało grubość ≥ 10 cm. Natomiast na wschodzie Polski będzie to rząd wielkości 60% (tab. 4). Jeśli chodzi o największy relatywny udział liczby dni z pokrywą śnieżną ≥ 10 cm w ogólnej liczbie dni z pokrywą śnieżną, to ranking miesięcy, poczynając od miesięcy optymalnych dla uprawiania sportów zimowych, przedstawiałby się następująco: luty, marzec, styczeń, grudzień.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Podsumowując przeprowadzone badania, należy stwierdzić dużą czasową zmienność warunków termicznych na obszarze Polski w okresie zimowym w poszczególnych latach. Przyjmując jako warunki komfortowe dla okresu zimowego przedział wartości temperatury od $3,0$ do $-5,0^{\circ}\text{C}$, można uznać, że w 90% przypadków w warunkach przeciętnych dla Polski bez uwzględniania zróżnicowania regionalnego temperatura powietrza mieści się w tym przedziale, w 3% (jeśli nie brać pod uwagę cieplejszego od $3,0^{\circ}\text{C}$ kwietnia) jest ona za wysoka, w 7% za niska. Generalnie warunki termiczne okresu zimowego uznać należy za sprzyjające. Wraz z postępującym ociepleniem klimatu będzie zwiększała się częstość zim zbyt ciepłych, lecz malała częstość zim mroźnych.

Istotnie statystycznie związki pomiędzy ostrością i śnieżnością zim potwierdzają wyniki badań wielu autorów. Na uwagę zasługuje wysoki i istotny współczynnik korelacji dla obszaru Polski o wartości 0,88 [Paczos 1982], 0,81 dla doliny Biebrzy [Olba-Zięty i Grabowski 2007] i 0,79 dla Warszawy [Majewski i in. 2011]. Charakterystyczne jest, że wymienieni autorzy otrzymali podobne wyniki na podstawie badań z różnych terenów i okresów.

Spadkową tendencję w rozkładzie wskaźników śnieżności zimy zaobserwowano również w północnych Niemczech i innych krajach Europy [Bednorz 2007]. Jednak prognozy dotyczące zmniejszania się liczby dni z pokrywą śnieżną są bardzo ostrożne. Badania Czarneckiej [2012] wykazały, że w 50-leciu 1960/61–2009/10 częstość zalegania oraz grubość pokrywy śnieżnej w dniach jej zalegania generalnie wykazują tendencję

spadkową, ale zmiany są na ogół nieistotne statystycznie. Statystycznie istotny, spadkowy trend liczby dni z pokrywą śnieżną zaznacza się prawie tak samo często w grudniu, jak i w styczniu, natomiast dni o wysokości pokrywy śnieżnej ponad 5 cm – głównie w grudniu.

Na podstawie przeprowadzonych badań można przedstawić następujące wnioski:

1. W okresie 1971–2000 stwierdzono na obszarze Polski dużą naturalną zmienność stopnia ostrości zim od „umiarkowanie mroźnych” o temperaturze średniej XII–III – 4,2°C do zim „bardzo ciepłych” o średniej temperaturze okresu zimowego 3,6°C. Przeważają (37%) zimy „łagodne” w przedziale średniej temperatury 0,4–1,8°C.

2. W 50-leciu 1950/51–1999/2000 nastąpiło znaczne złagodzenie zim. Porównanie wyników badań Paczosa z okresu 1950/51–1974/75 i okresu 1975/76–1999/2000 wykazuje, że dominującym typem zimy w pierwszym okresie był typ „umiarkowanie łagodna” (–1,1 do 0,3°C), natomiast w okresie następnym dominowały zimy „łagodne” z temperaturą od 0,4 do 1,8°C. Nie obserwowano zim „mroźnych” o temperaturze od –7,1 do –5,7°C, natomiast pojawiły się zimy „bardzo ciepłe”, o średniej temperaturze XII–III ponad 3,3°C.

3. W okresie 1970/71–1999/2000 obserwuje się dalszy postęp ocieplenia okresu zimowego. Temperatura okresu zimowego 15-lecia 1970/71–1985/86 z ujemnej –0,3 zmieniła się na dodatnią 0,3°C, liczba miesięcy o ujemnej temperaturze powietrza zmniejszyła się z 33 do 23, pojawiły się cztery zimy o dodatniej temperaturze wszystkich miesięcy zimowych.

4. Średnia temperatura zimy obliczona z czterech miesięcy zimowych XII–III w okresie 1950/51–1974/75 zmienia się na obszarze Polski od wartości izotermy 0,5°C na północnym zachodzie Polski w okolicach Szczecina i Świnoujścia do –3,5°C na północno-wschodnim krańcu Polski. Natomiast w okresie 1970/71–1999/2000 nastąpiło wyraźne złagodzenie zimy. W tym czasie temperatura okresu zimowego zmienia się od 1,0°C na zachodzie Polski i w dolinie środkowej Odry do –2,0°C na jej północno-wschodnim krańcu.

5. Zaznacza się statystycznie istotna zależność pomiędzy wskaźnikiem ostrości termicznej zim i ich śnieżności, co oznacza, że wraz z postępującym ociepleniem będzie się zmniejszała liczba dni z pokrywą śnieżną, co pogorszy warunki uprawiania różnych form turystyki w okresie zimowym.

6. Średnia temperatura powietrza poszczególnych miesięcy zimowych, pomijając liczbę ciepłych kwietni o temperaturze ponad 3,0°C w 90% zawiera się w przedziale komfortowych wartości od 3,0 do –5,0°C dla uprawiania turystyki w okresie zimowym, w 3% są to miesiące o temperaturze wyższej od przyjętego kryterium, w 7% o temperaturze niższej.

7. W przeważającej liczbie przypadków pokrywa śnieżna bez uwzględniania zróżnicowania regionalnego trwa najczęściej 31–40 dni z minimum wynoszącym 13 dni (w roku 1990) i maksimum 66 dni (w 1996 r.).

8. Na zachodzie Polski można przyjąć, że w okresie zimowym XII–III niewiele ponad 30% dni z pokrywą śnieżną będzie miało grubość ≥ 10 cm. Natomiast na wschodzie Polski będzie to rząd wielkości 60%.

PIŚMIENNICTWO

- Bednarek H., Kołodziej J., Liniewicz H., 1979. Charakterystyka termiki powietrza i szaty śnieżnej w chłodnej porze roku na Lubelszczyźnie (1950/51–1969/70). *Folia Soc. Sci. Lubl.* 21, Geografia, 2, 75–81.

- Bednorz E., 2007. Zmiany występowania pokrywy śnieżnej w północnych Niemczech. W: Wahania klimatu w różnych skalach czasowych i przestrzennych. Praca zbiorowa (red. K. Piotrowicz, R. Twardosz). Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Krakowie, 215–223.
- Chrzanowski J., 1986. Pokrywa śnieżna w Polsce i klasyfikacja jej grubości. Wiad. Inst. Meteorol. Gosp. Wod. 9/30, 2, 11–29.
- Czarnecka M., 2012. Częstość występowania i grubość pokrywy śnieżnej w Polsce. Acta Agrophysica 19 (3), 501–514.
- Falarz M., 2007. Potencjalny okres występowania pokrywy śnieżnej w Polsce i jego zmiany w XX wieku. W: Wahania klimatu w różnych skalach czasowych i przestrzennych. Red. K. Piotrowicz, R. Twardosz. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Krakowie, 205–213.
- Janasz J., 2000. Warunki termiczne i śnieżne zim w Lublinie (1960/61–1994/95). Acta Agrophysica 34, 71–78.
- Kalbarczyk E., Kalbarczyk R., 2007. Klimatyczne uwarunkowania rozwoju turystyki na Pomorzu Środkowym. Prz. Nauk. Inż. Kształt. Śr. 16, 3(36), 52–63.
- Kozuchowski K., Żmudzka E., 2001. Ocieplenie w Polsce: skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku. Prz. Geofiz. 46, 1–2, 81–90.
- Koźmiński Cz., Michalska B., 2011. Meteorologiczne uwarunkowania rozwoju turystyki i rekreacji w strefie polskiego wybrzeża Bałtyku. Acta Balneol. 53I, 1, 68–74.
- Majewski G., Gołaszewski D., Prewoźniczuk W., Rozbicki T., 2011. Warunki termiczne i śnieżne zim w Warszawie w latach 1978/79–2009/10. Pr. Stud. Geogr. 47, 147–155.
- Nowak K., 2007. Rowerem i pieszo przez Czarny Łąd. Listy z podróży afrykańskiej z lat 1931–1936. Sarus, Poznań.
- Nowosad M., 1998. Występowanie pokrywy śnieżnej w Lublinie .W: Problemy współczesnej klimatologii i agrometeorologii regionu lubelskiego. Wyd. UMCS, Lublin, 67–72.
- Nowosad M., Bartoszek K., 2007. Wieloletnia zmienność grubości pokrywy śnieżnej w okolicach Lublina. W: Wahania klimatu w różnych skalach czasowych i przestrzennych. Red. K. Piotrowicz, R. Twardosz. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Krakowie, 411–421.
- Olba-Zięty E., Grabowski J., 2007. Warunki termiczne i śnieżne zim doliny Biebrzy w latach 1980/1981–2004/2005. Acta Agrophysica 10 (3), 625–634.
- Paczos S., 1982. Stosunki termiczne i śnieżne zim w Polsce. Rozprawy habilitacyjne UMCS Lublin, 24.
- Paszyński J., Niedźwiedz T., 1991. Klimat . W: Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. Red. L. Starkel. PWN, Warszawa.
- Piotrowicz K., 2002–2003. Warunki termiczne zim w Krakowie w latach 1792–2002. Folia Geogr., Ser. Geogr.-Phys. 33–34, 89–104.
- Samborski A.S., Kołodziej J., 2000. Wpływ warunków pogodowych latem na rozwój agroturystyki w okolicach Zamościa. Acta Agrophysica 34, 147–156.

Summary. The purpose of this article is to characterize thermal and snow conditions in terms of agro-tourism during the winter season in lowland areas of Poland. The author used the mean monthly temperature data and the number of days with a snow cover ≥ 1 cm from 53 first order meteorological stations in Poland. The period employed in this study covers 31 winter seasons and includes the years from 1970 until 2000. The following meteorological indices were used: mean winter air temperature (Dec.-Feb.), winter severity index (according to Paczos), mean monthly temperature of the coldest month, the number of months with temperature above freezing during the winter season, the total number of months with temperature above freezing, and the number of days with a snow cover ≥ 1 cm. This study confirmed clear mitigation of winter seasons – the mean temperature during this period increased and varied from 1.0°C in western Poland and the central Odra river valley to –2.0°C in the north and northeast parts of the country. When we compare this data with winters during the period 1950–1975 we can note that the values were lower,

and ranged from 0.5°C and —3.5°C, respectively. When we consider separate 15-year periods (1970/71–1984/85 and 1985/86–1999/2000) we can clearly see that the total number of months with below freezing temperatures decreased from 33 to 23. In the period 1985–2000 there were four winter seasons when above freezing temperatures were registered during each month.

This study confirms a statistically significant association between the mean winter air temperature and the degree of winter snowiness, which is expressed in the number of days with a snow cover ≥ 1 cm. This can be subsequently determined by the following formula: $y = -11.71x + 35.036$ ($R = 0.8284$). This particular association indicates that with a progressing climate change (increase in temperature) the number of days with a snow cover will decrease, which will obviously have a negative effect on snow conditions and, subsequently, winter sports. It also should be pointed out that the lack of snow cover will surely deteriorate the esthetic qualities of the landscape.

Key words: air temperature, snow cover, agro-tourism, lowland Poland