PRZEGLĄD GEOGRAFICZNY
2013, 85, 1, s. 87–102

Związek opadów atmosferycznych na polskim wybrzeżu Bałtyku z położeniem niżów barycznych nad Europą

The connection between configurations of lows over Europe and precipitation along Poland's Baltic coast

MAŁGORZATA ŚWIĄTEK
Instytut Nauk o Morzu, Uniwersytet Szczeciński,
70-383 Szczecin, ul. Mickiewicza 18; m.a.swiatek@gmail.com

Zarys treści. W pracy przedstawiono rozmieszczenie ośrodków niżowych nad Europą w stu dniach z najwyższą dobową sumą opadów oraz w przynajmniej tygodniowych ciągach dni bez opadu na polskim wybrzeżu w latach 1954–2003. W celu określenia znaczenia rozmieszczenia niżów barycznych nad Europą w kształtowaniu się opadów, porównano ich lokalizację w dniach o najwyższych sumach opadów w okresach bezopadowych.

Słowa kluczowe: opady atmosferyczne, niże baryczne, polskie wybrzeże Bałtyku, frekwencja.

Wprowadzenie

Cel pracy stanowi ocena wpływu rozmieszczenia niżów atmosferycznych nad Europą i morzami przyległymi na opady na wybranych stacjach polskiego wybrzeża Bałtyku poprzez wyznaczenie lokalizacji niżów w dniach o najwyższych dobowych sumach opadów oraz w okresach bezopadowych.

Niże baryczne odgrywają istotną rolę w kształtowaniu pogody i klimatu obszarów średnich i wysokich szerokości geograficznych. W krótkiej skali czasowej stanowią przyczynę ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak bardzo wysokie opady generujące powodzie. W dłuższej skali modyfikują klimat, m.in. w Europie warunkują adwekcję ciepłego i wilgotnego powietrza wpływającego na złagodzenie i zwiększenie wilgotności zim (Brayshaw, 2005). Szczególnie istotną rolę odgrywają w generowaniu pogody w rejonie Morza Bałtyckiego (Walther i Bennartz, 2006) ze względu na ich wyjątkowo częste występowanie nad tym obszarem.

http://dx.doi.org/10.7163/PrzG.2013.1.6

http://rcin.org.pl

Wpływ pola barycznego na opady na polskim wybrzeżu był już kilkakrotnie analizowany, różnymi metodami. J. Trapp (1993), J. Trapp i M. Malinowska (2003) wyznaczyli częstości sum obszarowych skorygowanego opadu w określonych przedziałach, w poszczególnych grupach typów cyrkulacji wydzielonych według kryteriów położenia głównych układów barycznych nad Polską oraz kierunków adwekcji w wyniku połączenia typów wyznaczonych przez B. Osuchowską-Klein (1978). M. Miętus (1996) do analiz porównawczych charakterystyk klimatycznych (m.in. sum opadów) w północnej Polsce z polem barycznym poszczególnych subobszarów wykorzystał składową strefową i południkową wiatru geostroficznego. M. Miętus i J. Filipiak (2002) badali zależność opadów na poszczególnych stacjach w rejonie Zatoki Gdańskiej od odpowiednio ukształtowanego pola barycznego za pomocą analizy redundancyjnej, określając maksymalną wariancję pola opadów liniowo zależnego od regionalnego pola barycznego. Wpływ regionalnej cyrkulacji atmosferycznej i struktury przestrzennej anomalii ciśnienia atmosferycznego na pole opadów był obrazowany również za pomocą korelacji kanonicznych CCA (Miętus, 2010). M. Kirschenstein (2002a,b; 2004) analizowała sumy opadów i liczbę dni z opadem w poszczególnych typach cyrkulacji atmosferycznej według klasyfikacji Osuchowskiej-Klein (1978) w północno-zachodniej Polsce, zwracając uwagę na częstość występowania opadów o wysokich sumach. Wspólnie z G. Dederko (2003) badała wpływ poszczególnych typów cyrkulacji na częstość występowania opadów w Koszalinie. M. Malinowska (2003) wyznaczyła częstość występowania opadu w poszczególnych sytuacjach synoptycznych oraz określiła współzależności między wskaźnikami cyrkulacji atmosferycznej a wystąpieniem opadu na Żuławach Wiślanych za pomocą współczynnika kontyngencji (2006). M. Świątek (2004) natomiast określała wpływ cyrkulacji na opady nad polskim wybrzeżem poprzez wykorzystanie parametrów wiatru geostroficznego nad południowym Bałtykiem. Uwarunkowania cyrkulacyjne opadów określane były również na podstawie związków z frekwencją typów cyrkulacji wyodrębnionych przez Lityńskiego (Girjatowicz i Świątek, 1999; Świątek, 2000/2001).

Dotychczas związki między opadami a polem barycznym danego obszaru nie były w Polsce analizowane na podstawie rozmieszczenia centrów układów niżowych. Zastosowanie takiego ujęcia problemu umożliwi ocenę wagi układów niżowych w kształtowaniu opadów poprzez porównanie map prezentujących liczby niżów nad obszarem Europy wyznaczonych na podstawie wartości ciśnienia zredukowanego do poziomu morza w dniach z najwyższymi dobowymi sumami opadów w wieloleciu na określonych stacjach polskiego wybrzeża oraz w okresach bezopadowych, ich usytuowanie względem danej stacji pomiarowej oraz różnice dotyczące wspomnianego rozmieszczenia w dniach o wysokich sumach opadów na stacjach położonych stosunkowo blisko siebie.

http://rcin.org.pl

Materiały i metody badań

W pracy scharakteryzowano zachodnią, środkową i wschodnią część polskiego wybrzeża, wykorzystując w tym celu dobowe sumy opadów atmosferycznych z lat 1954–2003 na stacjach: Świnoujście, Koszalin i Elbląg. Dane pochodzą z publikowanych (do 1981 r. w formie roczników) i niepublikowanych materiałów IMGW. Za najwyższe opady w badanym wieloleciu uznano 100 najwyższych sum dobowych w latach 1954–2003 na danej stacji. Na każdej ze stacji były to inne wielkości, pojawiające się zazwyczaj w innych dniach (tab. 1).

Za okres bezopadowy uznano przynajmniej tygodniowy ciąg dni, w których opady nie występowały na żadnej z opisywanych stacji. Ze względu na występowanie dni z najwyższym opadem w około 90% w półroczu ciepłym (okres V–X), okresy bezopadowe wyznaczono w tej części roku. Wyznaczenie lokalizacji niżów barycznych w dniach o wysokich sumach opadów oraz w okresach bezopadowych w tym samym okresie roku (w półroczu ciepłym) ułatwiło określenie przyczyn występowania odmiennych warunków opadowych.

Rozmieszczenie centrów ośrodków niżowych przedstawiono na podstawie danych ESRL (Earth System Research Laboratory), wchodzącego w skład amerykańskiej NOAA (National Ocean and Atmospheric Administration). W wykorzystanej bazie danych *Storm Tracks Data* (Serreze i Lo, 2011) zastosowane zostało kryterium występowania lokalnego minimum ciśnienia w polu. Oznacza to klasyfikację danego punktu gridowego jako centrum niżu wówczas, gdy w czterech otaczających go punktach ciśnienie jest wyższe (Serreze, 1995). W związku z tak przyjętą definicją, za centrum niżu barycznego uznany może zostać nawet punkt o stosunkowo wysokiej wartości ciśnienia atmosferycznego, istotna jest jednakże forma generowanej przezeń cyrkulacji (lewoskrętny ruch powietrza).

Z opisanej bazy wyizolowano niże na obszarze od 35° N do 70° N oraz od 10°W do 45°E obejmującym Europę wraz z Morzem Norweskim, fragmentami Północnego Atlantyku, Morza Barentsa oraz północnej części Morza Śródziemnego (ryc. 1–8). Obszar ten podzielono na 408 sektorów o wielkości 2,5° na 2,5°, a następnie zliczono liczbę przypadków wystąpienia centrum niżu w ciągu analizowanych 100 dni w każdym z sektorów. W związku z wykonywaniem obserwacji co 6 godzin, potencjalnie w danym sektorze centrum niżu mogło wystąpić maksymalnie 400 razy (100 dni po 4 pomiary w ciągu doby). Po zliczeniu liczb przypadków we wszystkich sektorach, przyporządkowano uzyskane liczebności współrzędnym geograficznym środków poszczególnych sektorów. Następnie na podstawie tych punktów wykreślono izolinie prezentowane na mapach (ryc. 1–8). Przeanalizowanych dni tworzących okresy bezopadowe na wybrzeżu było 439. W związku z tym, że było ich 4,39-krotnie więcej niż dni z najwyższymi sumami opadów (tych było 100), otrzymane w poszczególnych sektorach

http://rcin.org.pl

liczebności centrów niżów podzielono przez 4,39. Umożliwiło to bezpośrednie porównanie z rozmieszczeniem niżów występujących w ciągu 100 dni z najwyższą sumą opadów w wieloleciu.

Wpływ rozmieszczenia niżów barycznych nad Europą i przyległymi do niej obszarami morskimi na opady nad polskim wybrzeżem Bałtyku określono poprzez porównanie lokalizacji centrów niżów w stu dniach z najwyższymi sumami opadów w wieloleciu na danej stacji oraz w okresach bezopadowych.

Rozmieszczenie ośrodków niżowych w dniach z najwyższymi sumami opadów

Najwyższe dobowe sumy opadów charakteryzowały Koszalin – 18 sierpnia 1991 r. zaobserwowano na tej stacji aż 101,3 mm. Łącznie w latach 1954–2003 na stacji zanotowano 18 dni z dobową sumą opadów przekraczającą 50 mm. W Elblągu najwyższa suma opadu w badanym wieloleciu wyniosła 83,3 mm, na stacji tej odnotowano 9 dni z sumą opadu powyżej 50 mm. Najniższe opady spośród trzech badanych stacji dotyczyły Świnoujścia – najwyższa zaobserwowana suma to 58,7 mm, co stanowi 58% maksymalnej dobowej sumy opadów w Koszalinie i 70% maksymalnej dobowej sumy opadów w Elblągu. W Świnoujściu w latach 1954–2003 odnotowano zaledwie 4 dni o sumach opadów przekraczających 50 mm. Najniższa dobowa suma opadu w jednym ze 100 dni z najwyższą dobową sumą opadu w wieloleciu wyniosła w Świnoujściu 19,2 mm, w Koszalinie 26,8 mm, a w Elblągu 24,9 mm. W tabeli 1 zestawiono 30 ze 100 analizowanych dat z największymi dobowymi sumami opadów w wieloleciu.

W dniach z najwyższą dobową sumą opadu w badanym wieloleciu ośrodki niżów barycznych znajdowały się najczęściej na północny wschód (dotyczy to dni z opadem w Świnoujściu i w Koszalinie) oraz na wschód (dotyczy to wszystkich trzech stacji) od danej stacji. Niże występowały również na południe od stacji (dotyczy Elbląga), przy czym średnie oddalenie ich centrów od wybrzeża jest większe niż niżów zlokalizowanych na wschód i północ (ryc. 2–4). Centra niżów bardzo często zlokalizowane były nad południowym Bałtykiem (ryc. 1, 2 i 4). O kluczowej roli strefy obniżonego ciśnienia z centrum usytuowanym nad południową częścią Bałtyku w generowaniu wyższych opadów w ciągu całego roku w rejonie Zatoki Gdańskiej pisali m.in. M. Miętus i J. Filipiak (2002), uważając ją nawet za ważniejszą w generowaniu odpowiedniej cyrkulacji sprzyjającej opadom niż północnoatlantycki układ baryczny tworzony przez Niż Islandzki i Wyż Azorski.

Na zachód od analizowanych stacji centra niżowe w wyznaczonych dobach niemalże w ogóle nie wystąpiły (ryc. 1–3). M. Sobik i M. Błaś (2010), badając uwarunkowania opadów atmosferycznych o wyjątkowo wysokich sumach na Dolnym Śląsku, również zauważyli brak niżów na zachód od strefy opadów. Występowanie układów niżowych w bezpośrednim sąsiedztwie na wschód lub południowy wschód od Dolnego Śląska, przy jednocześnie szybkim wzroście

http://rcin.org.pl

Tabela 1. Dni z najwyższą dobową sumą opadów na poszczególnych stacjach (1954–2003)
Days with the highest precipitation totals at particular stations (1954–2003)

Świnoujście		Koszalin		Elbląg	
data *day*	suma opadu *precipitation* (mm)	data *day*	suma opadu *precipitation* (mm)	data *day*	suma opadu *precipitation* (mm)
29.08.1969	58,7	18.08.1991	101,3	6.09.1992	83,8
18.07.1987	53,5	10.06.1988	88,3	18.08.1970	72,9
18.06.1980	52,3	1.08.1959	87,4	4.09.1965	71,4
16.07.1958	51,1	27.08.1979	77,8	9.10.1994	70,7
3.09.1995	44,7	9.07.1996	73,6	10.07.1980	67,9
22.08.1958	40,8	1.09.1992	66,0	29.08.1995	61,5
8.08.1978	40,3	11.07.1993	65,4	22.08.1972	56,6
10.10.1976	39,5	27.07.1975	60,6	6.06.1984	53,5
16.07.1967	39,3	7.09.1983	58,5	27.07.1960	50,3
21.09.1990	38,8	15.06.1987	57,3	26.07.1975	47,3
16.09.1968	38,7	13.09.1998	53,7	28.07.1960	45,2
15.07.1972	37,1	19.07.1974	53,4	16.06.1962	44,4
22.11.1970	35,4	28.06.1991	53,2	7.09.1992	42,6
29.06.1994	34,9	3.09.1978	53,1	30.10.1990	41,5
12.04.1967	34,7	31.08.1983	51,4	27.07.1988	41,4
31.08.1992	34,4	31.07.1961	50,7	27.06.1982	40,9
11.07.1993	33,9	21.07.1957	50,6	2.08.1983	40,6
9.10.1964	33,1	29.02.1956	50,2	14.09.1961	40,2
24.09.1968	32,8	18.06.1986	49,6	10.09.1993	39,7
29.10.1959	31,9	25.06.1981	49,0	4.09.1956	39,1
28.06.1991	31,7	26.08.1969	48,9	27.06.1993	38,0
19.07.1975	31,3	13.10.1956	48,6	11.06.1986	37,8
26.08.1979	31,0	11.09.1967	47,2	9.09.1958	37,5
5.07.1956	30,9	8.08.1978	47,2	20.07.1981	37,5
8.10.1989	30,9	15.06.1980	47,2	15.08.1976	37,4
12.06.1993	30,6	1.05.1985	46,6	4.07.1977	36,6
22.08.1975	30,1	7.09.1961	46,3	19.06.1981	36,5
20.06.1972	29,8	3.05.1988	45,7	24.08.1998	36,3
29.04.1956	29,3	2.08.1960	45,5	16.08.1957	36,1
10.09.1970	28,8	3.11.1970	45,5	22.05.1963	36,1

Źródło danych: publikowane i niepublikowane materiały IMGW.

Source: published and unpublished materials of Poland's Institute of Meteorology and Water Management (IMGW).

http://rcin.org.pl

Ryc. 1. Liczba centrów niżów barycznych w dniach z najwyższymi dobowymi sumami opadów w Świnoujściu (1954–2003)

Numbers of centres of lows on the days with the highest daily precipitation totals in Świnoujście (1954–2003)

Ryc. 2. Liczba centrów niżów barycznych w dniach z najwyższymi dobowymi sumami opadów w Koszalinie (1954–2003)

Numbers of centres of lows on the days with the highest daily precipitation totals in Koszalin (1954–2003)

http://rcin.org.pl

Rycina 3. Liczba centrów niżów barycznych w dniach z najwyższymi dobowymi sumami opadów w Elblągu (1954–2003)

Numbers of centres of lows on the days with the highest daily precipitation totals in Elbląg (1954–2003)

ciśnienia w kierunku zachodnim – w związku z rozbudowanym nad Europą Zachodnią klinem wyżowym – powodowało duży gradient baryczny generujący silną adwekcję powietrza z sektora północnego. Podobne cechy pola barycznego towarzyszyły również wielu przypadkom intensywnych opadów na wybrzeżu, umożliwiając wdzieranie się chłodnego powietrza z północy nad nagrzany ląd. O częstym położeniu ośrodków niżowych na wschód i południowy wschód od strefy opadów pisała B. Wrona (2008), zauważając zaleganie niżów nad południowo-wschodnią Polską lub Ukrainą podczas ekstremalnie wysokich opadów w dorzeczu górnej i środkowej Odry. W przypadku opadów na wybrzeżu niże występują również na północ od strefy opadów – nad akwenem morskim (ryc. 4). Stosunkowo mało niżów ma swoje centra w najbliższym sąsiedztwie analizowanych stacji (ryc. 1–4). W dniach z opadem niże występują w rejonie wybrzeża, ale relatywnie rzadko bezpośrednio nad nim (ryc. 4).

Średnio w dniach z najwyższymi sumami opadów nad obszarem Polski i południowego Bałtyku znajduje się niemal 20% wszystkich analizowanych niżów barycznych, podczas gdy powierzchnia ta (Polska oraz Bałtyk do szerokości geograficznej Gotlandii) zajmuje zaledwie około 3,5% branego pod uwagę obszaru między 35° N a 70° N oraz od 10°W do 45°E.

Częste występowanie ośrodków niżowych charakteryzuje również północne Włochy, Korsykę i Sardynię (ryc. 1 i 2) oraz w mniejszym stopniu obszar

http://rcin.org.pl

Rycina 4. Liczba centrów niżów barycznych w dniach z najwyższymi dobowymi sumami opadów na polskim wybrzeżu (średnia z 3 stacji)

Numbers of centres of lows on the days with the highest precipitation totals along the Polish coast (average for 3 stations combined)

Danii (ryc. 2). Morze Liguryjskie wraz z Korsyką oraz północnymi Włochami jest jednym z ważnych obszarów formowania się niżów na Morzu Śródziemnym (Alpert i inni, 1990), które generują także wyjątkowo wysokie opady w Polsce (Morozowska, 1987; Saramak, 2004). Rejon północnych Włoch stanowi początek ważnej trasy przemieszczania się niżów, określonej przez van Bebbera jako tor Vb uaktywniający się latem, przebiegającej od Niziny Padańskiej w kierunku Węgier i dalej na północ (za: Bartoszek, 2006). Wprawdzie w związku z dużą odległością od polskiego wybrzeża, niże formujące się w basenie Morza Śródziemnego docierają nad Polskę zazwyczaj po 2–3 dobach (Sobik i Błaś, 2010), niemniej, jak wynika z przeprowadzonych analiz, niże powstałe nad Morzem Liguryjskim i Niziną Padu mogą w ciągu jednej doby przemieścić się nad polskie wybrzeże i spowodować tutaj obfite opady (ryc. 1 i 2). Według M. Miętusa i D. Wielbińskiej (1996) średnie ciśnienie w rejonie Cieśnin Duńskich jest zazwyczaj nieco niższe niż nad obszarami sąsiednimi. Również niniejsze analizy wykazały podwyższoną frekwencję niżów nad tym obszarem w dniach wystąpienia bardzo obfitych opadów w Koszalinie (ryc. 2).

Na rycinach 1–3 zaprezentowano najczęstszą lokalizację niżów barycznych w dniach z najwyższymi sumami opadów na określonych stacjach. Rycina 4 powstała poprzez uśrednienie liczb centrów niżów w poszczególnych sektorach, stanowiących materiał wyjściowy do utworzenia map 1–3. Liczby opisujące izo-

http://rcin.org.pl

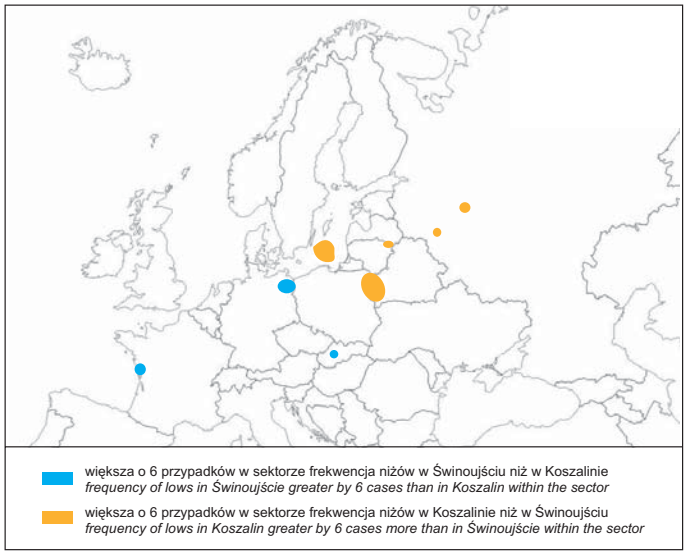
linie przedstawiają liczbę przypadków wystąpienia centrów niżów barycznych w dniach z najwyższymi sumami opadów w wieloleciu. Analizowane stacje zaznaczono szarymi kołami.

Mimo że analizowane stacje są położone w niewielkiej odległości od siebie, daty najwyższych opadów nie pokrywają się. Dowodzi to nieciągłości przestrzennej opadów (w przeciwieństwie do takich parametrów jak temperatura powietrza, wilgotność czy ciśnienie atmosferyczne). Szczególnie wyraźnie dotyczy to opadów o dużej intensywności, a krótkim czasie trwania. Na zmienność przestrzenną opadów wpływają zróżnicowane uwarunkowania lokalne. Formowaniu się wysokich opadów w Koszalinie sprzyja usytuowanie po dowietrznej stronie (na północ) wyniesień Pojezierza Pomorskiego. Intensywne opady w ciepłej połowie roku na tej stacji wiążą się ze stopniowym nagrzewaniem się powietrza napływającego znad morza, co powoduje występowanie wysokich opadów na eksponowanych ku północnemu zachodowi stokach wzniesień (Ewert, 1984) i ich przedpolu. Uwarunkowania opadów o wysokich sumach w Elblągu znacząco różnią się od rozmieszczenia niżów barycznych sprzyjających opadom w Świnoujściu czy w Koszalinie, między innymi ze względu na specyficzne usytuowanie stacji na zachodnim, dowietrznym stoku Wzniesienia Elbląskiego, czyli w rejonie progu między nisko położonymi Żuławami Wiślanymi a Wysoczyzną Elbląską. Lokalizacja ta sprzyja formowaniu się opadów orograficznych przy napływie powietrza z zachodu – typowych dla obszarów górskich (Trapp i Malinowska, 2003). Taka sytuacja towarzyszy występowaniu obszaru obniżonego ciśnienia na południe od stacji (co jest dość powszechne w przypadku Elbląga), a podwyższonego na północ od niej. Świnoujście natomiast znajduje się na rozległym, dosyć płaskim terenie, do tego w cieniu opadowym wyspy Rugia, co sprawia, że sumy opadów są niższe niż na pozostałych analizowanych stacjach. „Wychodzenie" z cienia opadowego Rugii ma miejsce na polskim wybrzeżu dopiero na odcinku między Sarbinowem a Darłówkiem (Stach, 2009).

Warto zwrócić uwagę na większą częstość występowania niżów nad Bałtykiem w dniach z opadem w Koszalinie niż w czasie opadów na pozostałych stacjach. Inna ważna różnica – to występowanie w dniach z najwyższymi opadami w Elblągu zdecydowanie wyższej frekwencji ośrodków niżowych nad wschodnią Polską i obszarami położonymi na wschód i północny wschód od Polski niż w dniach z najwyższymi opadami w Świnoujściu czy w Koszalinie. Wiąże się to w dużej mierze z położeniem Elbląga na wschód od pozostałych dwóch stacji. Warunkuje to zróżnicowany wpływ na warunki pluwialne niżów napływających znad Morza Śródziemnego. Ponadto większa jest frekwencja niżów u południowo-wschodnich wybrzeży Szwecji podczas dni z opadem w Świnoujściu niż w Elblągu.

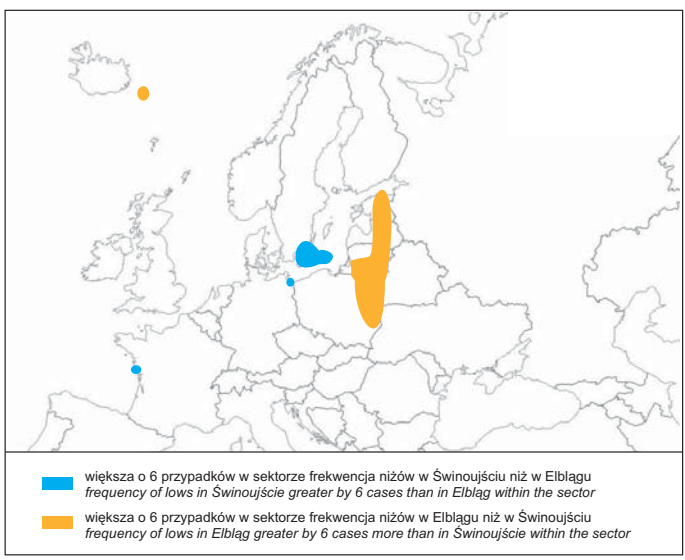
Ryciny 5–7 przedstawiają największe różnice między rozmieszczeniem niżów w dniach z najwyższymi sumami opadów na poszczególnych stacjach. Zaznaczono na nich obszary występowania różnic między frekwencjami niżów podczas opadów na określonych stacjach.

http://rcin.org.pl



Ryc. 5. Różnice między częstością centrów niżów barycznych w dniach z najwyższymi dobowymi sumami opadów w Świnoujściu a odpowiednimi wartościami w Koszalinie (1954–2003)

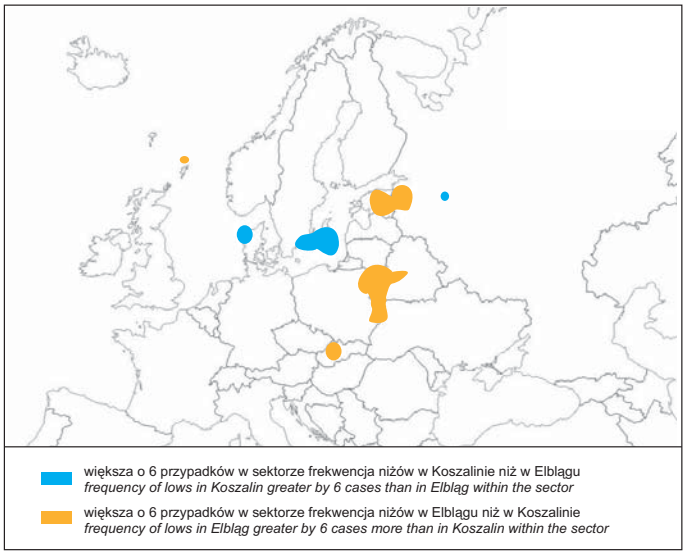
Differences between the frequency of occurrence of centres of lows on days with the highest daily precipitation totals in Świnoujście and comparable values in Koszalin (1954–2003)



Ryc. 6. Różnice między częstością centrów niżów barycznych w dniach z najwyższymi dobowymi sumami opadów w Świnoujściu a odpowiednimi wartościami w Elblągu (1954–2003)

Differences between the frequency of occurrence of centres of lows on days with the highest daily precipitation totals in Świnoujście and comparable values in Elbląg (1954–2003)

http://rcin.org.pl



Ryc. 7. Różnice między częstością centrów niżów barycznych w dniach z najwyższymi dobowymi sumami opadów w Koszalinie a odpowiednimi wartościami w Elblągu (1954–2003)

Differences between the frequency of occurrence of centres of lows on days with the highest daily precipitation totals in Koszalin and comparable values in Elbląg (1954–2003)

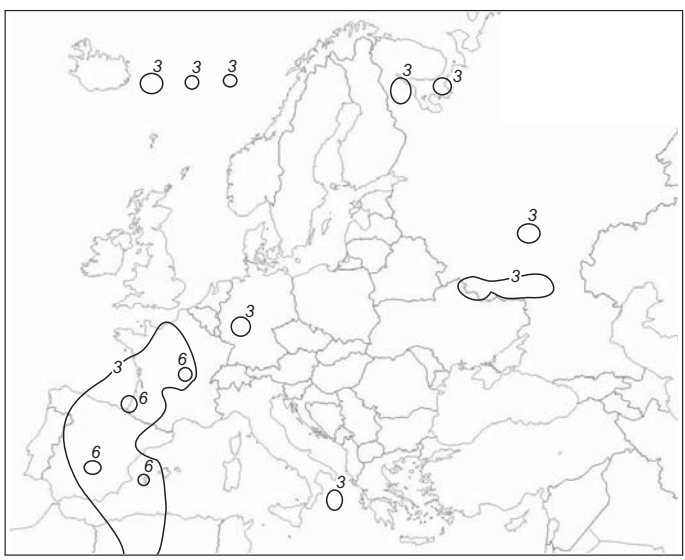
Rozmieszczenie ośrodków niżowych podczas okresów bezopadowych

W analizowanym wieloleciu zaobserwowano 45 okresów bezopadowych, czyli takich, w których opad nie wystąpił na żadnej z analizowanej stacji. Najdłuższy taki okres trwał 21 dni, od 16 lipca do 6 sierpnia 1994 r. W Świnoujściu ciągów przynajmniej tygodniowych bez opadów było 369, w Koszalinie 338, a w Elblągu 329. Najdłuższy okres bezopadowy wystąpił w Świnoujściu i trwał 42 dni, od 30 czerwca do 10 sierpnia 1994. Najdłuższy okres bezopadowy w Elblągu wystąpił również latem 1994 r. i trwał 31 dni, od 9 lipca do 8 sierpnia. W Koszalinie najdłuższy ciąg dni bez opadów miał miejsce od 9 czerwca do 13 lipca 1992, czyli obejmował 35 dni. Są to bardzo duże wartości zważywszy, że w Polsce okres przynajmniej dwutygodniowy bez opadu w sezonie wegetacyjnym uznaje się za stan suszy atmosferycznej. Średnia długość ciągów przynajmniej tygodniowych bez opadów wyniosła 10,8 dnia w Świnoujściu, 10,5 dnia w Koszalinie oraz 10,6 dnia w Elblągu.

W okresach bezopadowych w bezpośrednim sąsiedztwie polskiego wybrzeża Bałtyku niże niemal nie występują. W rejonach, w których niże w dniach z najwyższymi sumami opadów pojawiały się najczęściej (nad obszarem połu-

http://rcin.org.pl

dniowego Bałtyku i Polski oraz obszarami położonymi na wschód i południe od naszego kraju), w okresach bezopadowych ich nie obserwowano. Zliczenie wszystkich ośrodków niżowych zarejestrowanych w bazie *Storm Track* w sektorze od 10° W do 45° E od oraz od 35° N do 70° N we wszystkich 439 dniach tworzących okresy bezopadowe wykazało wartość 344 (średnio przypadało więc 0,78 niżów na dzień), a w 100 dniach z najwyższym opadem w wieloleciu – średnio na danej stacji 580 (średnio 5,8 niżów na dzień). Obszary o najczęstszym występowaniu dni z niżami podczas okresów bezopadowych półrocza ciepłego znajdują się na południowy zachód od polskiego wybrzeża – przede wszystkim nad Francją (rejon z wyjątkowo małą liczbą dni z niżami w okresach najwyższych opadów na wybrzeżu) oraz nad Hiszpanią i Balearami (ryc. 8).



Ryc. 8. Liczby centrów niżów barycznych w okresach bezopadowych na polskim wybrzeżu (1954–2003)

Numbers of centres of baric lows in periods without precipitation along the Polish coast (1954–2003)

*

Tabela 2 zawiera zestawienie frekwencji centrów niżów nad wybranymi obszarami w dniach z najwyższymi sumami opadów na wybrzeżu oraz w okresach bezopadowych. W związku z dużym zróżnicowaniem powierzchni wymienionych w tabeli obszarów, w ostatniej kolumnie przedstawiono przybliżone udziały ich powierzchni w całkowitej powierzchni obszaru prezentowanego na zamieszczonych wcześniej mapach.

http://rcin.org.pl

Tabela 2. Udział niżów nad wybranymi rejonami w całkowitej liczbie niżów nad obszarem 10°W÷45°E, 35°N÷70°N w dniach z najwyższą dobową sumą opadów na poszczególnych stacjach oraz w okresach bezopadowych na polskim wybrzeżu (1954–2003)

Shares of lows over selected areas in the total number of lows over the area bounded by coordinates 10°W÷45°E, 35°N÷70°N on the days with the highest precipitation totals at particular stations along the Polish coast in the years 1954–2003, as well as during periods without precipitation

Rejony najczęstszego występowania niżów *Regions of the most frequent of lows appearances*	Dni z najwyższą sumą opadu *Days with the highest precipitation*			Okresy bezopadowe *Periods without precipitation* (%)	*u* (%)
	S (%)	K (%)	E (%)		
Polska / *Poland*	**10**	**13**	**16**	0	2
Południowy Bałtyk (do Gotlandii) *The southern Baltic Sea (to Gotland)*	**7**	**9**	3	0	2
Morze Norweskie od 60°N do 70°N *The Norwegian Sea from 60°N to 70°N*	9	11	12	9	10
Północne Włochy, Korsyka, Sardynia *The Northern Italy, Corsica, Sardinia*	3	3	3	2	1

S – udział liczby niżów barycznych nad wybranym rejonem w ogólnej liczbie niżów w dniach z najwyższą sumą opadu w Świnoujściu, K – odpowiednio w Koszalinie, E – odpowiedniio w Elblągu; *u* – udział rejonu w całkowitej powierzchni analizowanego obszaru.

Pogrubiono wartości udziałów w całkowitej liczbie niżów nad analizowanym obszarem wyraźnie wyższe niż udziały w jego powierzchni.

Opracowanie własne.

S – share of the number of lows over the selected area in the total number of lows in days with the highest precipitation totals in Świnoujście, K – respectively in Koszalin. E – respectively in Elbląg; *u* – share of the region in the whole analysis area.

Bolded values for shares of the total number of lows over the analysed region being markedly greater than the share of its area accounted for.

Author's own calculations.

Wartości zawarte w tabeli świadczą m.in. o wyjątkowo częstym (nieadekwatnym do wielkości powierzchni) występowaniu ośrodków niżowych nad Polską oraz nad południowym Bałtykiem w dniach z najwyższym opadem. Opady w Elblągu warunkują przede wszystkim niże zlokalizowane nad Polską. Dni z ośrodkami niżowych zlokalizowanymi nad południowym Bałtykiem jest wówczas stosunkowo niewiele, zdecydowanie mniej niż w okresach z wysokimi sumami opadów w Świnoujściu czy w Koszalinie. Stosunkowo często, zarówno w okresach z wysokim opadem, jak i bez, niże baryczne występują nad Morzem Norweskim (tab. 2), jednym z głównych obszarów powstawania niżów barycznych na świecie.

http://rcin.org.pl

Podsumowanie i wnioski

W latach 1954–2003 w dniach z najwyższą sumą opadów w wieloleciu na danej stacji niże najczęściej rozmieszczone były nad wschodnią połową Polski oraz południowym Bałtykiem. Znajdowały się na wschód, północ lub południe od analizowanego obszaru. Jedynie sporadycznie występowały na zachód od badanych stacji.

Różnice w obszarach występowania centrów ośrodków niżowych w dniach z najwyższymi sumami opadów w wieloleciu na poszczególnych stacjach są duże, jak na tak niewielkie odległości miedzy analizowanymi stacjami. Wyznaczając uśrednione położenie izolinii określających frekwencję centrów ośrodków niżowych (ryc. 4), warto więc pamiętać o różnicach między uśrednianymi wielkościami (ryc. 5–7). Różnice te dowodzą dużej wagi czynników lokalnych w kształtowaniu opadów i ich znacznej zmienności przestrzennej.

Duża frekwencja występowania układów niżowych w rejonie analizowanych stacji w dniach z wysokimi sumami opadów potwierdza znaczenie niżów barycznych jako głównej przyczyny występowania opadów w umiarkowanych szerokościach geograficznych. Wagi niżów w kształtowaniu się wysokich opadów na polskim wybrzeżu Bałtyku dowodzi fakt, że mapa prezentująca rozmieszczenie centrów niżów w dniach bez opadu (ryc. 8) stanowi niejako „negatyw" map charakteryzujących sytuację w dniach z najwyższymi sumami opadów (ryc. 1–4). W rejonach ze szczególnie dużą liczbą centrów ośrodków niżowych w dniach z najwyższym opadem, w okresach bezopadowych niże nie występowały. Tam natomiast, gdzie niże pojawiały się w okresach bezopadowych na polskim wybrzeżu, nie było ich w dniach o najwyższych dobowych sumach opadów.

Piśmiennictwo / References

Alpert P., Neeman B.U., Shay-El Y., 1990, *Climatological analysis of Mediterranean cyclones using ECMWF data*, Tellus, 42A, 1, s. 65–77.

Bartoszek K., 2006, *Niże Śródziemnomorskie*, Przegląd Geofizyczny, 51, 1, s. 35–43.

Brayshaw D., 2005, *Storm tracks under climate change*, www.met.rdg.ac.uk., Department of Meteorology at the University of Reading (19.03.2012).

Ewert A., 1984, *Opady atmosferyczne na obszarze Polski w przekroju rocznym*, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Słupsk.

Girjatowicz J., Świątek M., 1999, *Związki typów cyrkulacji atmosferycznej z warunkami opadowymi na wybrzeżu polskim ze szczególnym uwzględnieniem wybrzeża zachodniego*, Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, 202, s. 67–72.

Kirschenstein M., 2002a, *Opady a typy cyrkulacji w północno-zachodniej Polsce*, Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A: Geografia Fizyczna, 53, s. 57–82.

–, 2002b, *Cyrkulacyjne uwarunkowania opadów w północno-zachodniej Polsce*, Przegląd Geofizyczny, 47, 1–2, s. 45–59.

http://rcin.org.pl

–, 2004, *Rola cyrkulacji atmosferycznej w kształtowaniu opadów w północno-zachodniej Polsce*, Pomorska Akademia Pedagogiczna, Słupsk.

Kirschenstein M., Dederko G., 2003, *Cyrkulacyjne uwarunkowania opadów w Koszalinie w latach 1951–1990*, Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A: Geografia Fizyczna, 54, s. 85–100.

Malinowska M., 2003, *Sytuacje synoptyczne w Polsce Północnej a opady na Żuławach Wiślanych*, Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Seria A: Geografia Fizyczna, 54, s. 113–130.

–, 2006, *Makroskalowe uwarunkowania opadu atmosferycznego na Żuławach Wiślanych*, Wiadomości IMGW, 29, 1, s. 25–48.

Miętus M., 1996, *Zmienność lokalnej cyrkulacji atmosferycznej nad północną Polską i jej związek z elementami klimatu*, Wiadomości IMGW, 20, 1, s. 9–29.

– (red.), 2010, *Statystyczno-empiryczny model warunków pluwialnych w Polsce*, IMGW, Warszawa.

Miętus M., Filipiak J., 2002, *Struktura czasowo-przestrzennej zmienności warunków opadowych w rejonie Zatoki Gdańskiej*, Materiały Badawcze IMGW, Seria Meteorologia, 34.

Miętus M., Wielbińska D., 1996, *Średni rozkład ciśnienia atmosferycznego nad Europą i jego modyfikacja w rejonie Morza Bałtyckiego*, Wiadomości IMGW, 20, 3, s. 85–100.

Morozowska I., 1987, *Prognoza obfitych opadów w Polsce związanych z przemieszczaniem się cyklonów południowoeuropejskich*, Wiadomości IMGW, 21, 4, s. 63–78.

Osuchowska-Klein B., 1978, *Katalog typów cyrkulacji atmosferycznej*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.

Saramak A., 2004, *The influence of synoptic situations on extreme precipitation in the Raba Valley*, [w:] H.J. Isemer (red.), *4th Study Conference on BALTEX*, International BALTEX Sekretariat, Geethacht, s. 65–66.

Serreze M.C., 1995, *Climatological aspects of cyclone development and decay in the Arctic*, Atmosphere-Ocean, 33, 1, s. 1–33.

Serreze M. C., Lo F., *Storm Track Data*, ftp.cdc.noaa.gov/Datasets.other/map/storm, National Oceanic and Atmospheric Administration (26.03.2012).

Sobik M., Błaś M., 2010, *Wyjątkowe zdarzenia meteorologiczne*, [w:] P. Migoń (red.), *Wyjątkowe zdarzenia przyrodnicze na Dolnym Śląsku*, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław, s. 35–59.

Stach A., 2009, *Maksymalne opady dobowe w strefie polskiego wybrzeża Bałtyku,* [w:] *Materiały I. Ogólnopolskiej Konferencji „Geosystem wybrzeży klifowych", Międzyzdroje, 4–6.06.2009 r.*, Wydawnictwo UAM, Poznań.

Świątek M., 2000/2001; *Związki między częstością występowania poszczególnych typów cyrkulacji atmosferycznej a liczbą dni z opadem silnym na polskim wybrzeżu*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 55–56, s. 339–347.

–, 2004, *Effects of zonal circulation over the southern Baltic on precipitation at Polish coastal stations*, Baltic Coastal Zone, 8, s. 23–35.

Trapp J., 1993, *Geograficzne uwarunkowania atmosferycznej fazy pionowej wymiany wody na Żuławach Wiślanych*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk.

Trapp J., Malinowska M., 2003, *Atmospheric conditions of water exchange on the Vistula River Plain*, Wiadomości IMGW, 26, 2, s. 13–25.

Walther A., Bennartz R., 2006, *Radar-based precipitation type analysis in the Baltic area*, Tellus, 58A, 3, s. 331–343.

Wrona B., 2008, *Meteorologiczne i morfologiczne uwarunkowania ekstremalnych opadów atmosferycznych w dorzeczu górnej i środkowej Odry*, IMGW, Warszawa.

[Wpłynęło: listopad 2011; poprawiono; kwiecień 2012 r.]

http://rcin.org.pl

MAŁGORZATA ŚWIĄTEK

THE CONNECTION BETWEEN CONFIGURATIONS OF LOWS OVER EUROPE AND PRECIPITATION ALONG POLAND'S BALTIC COAST

Moving cyclones with front systems constitute one of the direct reasons for the variability to be observed in regard to the pluvial conditions shaping the climate along the Polish coast. Indeed, the presence of cyclones has major implications for rainfall, as is revealed in the charts included with this paper. Specifically, the work presented here addressed the arrangement of the centers of lows over Europe on the 100 days with the highest precipitation totals recorded over multiannual periods at selected meteorological stations, as well as during periods of at least 7 days when there was no precipitation at the Polish seaside. The dataset used in fact consisted of mean daily precipitation totals across the whole 1954–2003 period, as recorded at Poland's Świnoujście, Koszalin and Elbląg meteorological stations. The precipitation data were retrieved from published and unpublished materials of the Institute of Meteorology and Water Management. Days without rainfall were considered in relation to the warm half-year (i.e. the period from the beginning of May to the end of October), the sole reason for this being the possibility for results to be compared with locations of the centers of lows on the days with the highest precipitation totals overall, these being almost entirely confined to the warm half-year.

The highest of all precipitation totals in the period 1954–2003 were, in the case of Koszalin,the 101.3 mm recorded on October 15th 1991, in the case of Elbląg the 83.8 mm recorded on September 6th 1992, and in the case of Świnoujście the 58.7 mm recorded on August 29th 1969. There were also 45 periods free of precipitation for at least 7 days, the longest period of all at the stations analyzed being the 21 days extending from 19th July to 6th August 1994.

The occurrence of lows in the area from 35 to 70°N and from 10°W to 45°E was as published by the ESRL – NOAA (Earth System Research Laboratory under the US National Oceanic and Atmospheric Administration) in the *Storm Tracks Data* base (ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets.other/map/storm). The storm tracks are generated from the six-hourly NCEP reanalysis dataset, and an algorithm developed by Mark Serreze and Fiona Lo. The detection of cyclones is based on a local minimum threshold for sea-level pressure.

On days with intensive rainfall a very high frequency of occurrence of cyclones over the eastern half of Poland and the southern Baltic Sea was observed, while on days without precipitation lows did not occur at all in the vicinity of the analyzed stations. This attests to the major implications that arrangements of cyclones have for pluvial conditions along Poland's Baltic coast. It is possible to note a lack of lows on days with heavy precipitation west of the stations, and only a small number of them immediately above stations. Their presence south of a site is much more probable. Lows also appeared near the northern part of the Apennine Peninsula, as well as the islands of Corsica and Sardinia.

The locations of the centres to lows I on days with the heaviest precipitation recorded during the multiannual period at the different stations do differ in kind, especially in the case of Elbląg. This is connected with the local conditions around this station situated at the point where the Vistula River meets the Elbląg Plateau.

http://rcin.org.pl