

Katarzyna Tarnowska

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii
i Studiów Regionalnych, Zakład Klimatologii
00–927 Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 30
e-mail: katarzynatarnowska@gmail.com

**WIATRY SILNE NA POLSKIM WYBRZEŻU
MORZA BAŁTYCKIEGO**

Strong winds on Poland's Baltic Sea Coast

Summary. In the analysis of strong and very strong winds on the Polish Baltic Sea Coast, there have been presented the data of the average wind speed and direction of the eight observation during the day from the years 1971–1990 with 4 stations. It has been shown greater share of strong and very strong wind in winter and early spring – mostly from land directions. There has been found a little variation in the frequency of strong wind during the day. Strong winds were reported in general for a short period – rarely more than two consecutive measurements. The highest frequency of strong winds has been at Leba. It was found that the strong and very strong wind was most often during the NWC circulation, but isolated cases have been reported in all types of atmospheric circulation by Litynski. It was also shown that spatio-temporal variation of wind conditions due to the general atmospheric circulation, proximity to the Baltic and local factors.

Słowa kluczowe: kierunek i prędkość wiatru, cyrkulacja atmosferyczna, wybrzeże Bałtyku

Key words: wind speed and directions, atmospheric circulation, Baltic Sea Coast

WSTĘP

Niewiele jest prac dotyczących wyłącznie warunków wiatrowych na polskim wybrzeżu, zwłaszcza pełniej traktujących zagadnienie wiatrów silnych i bardzo silnych i ich rozkładu w ciągu doby i roku oraz wpływu sytuacji synoptycznej na ich występowanie. Na ogół problematyce wiatrów poświęcane są pojedyncze rozdziały w publikacjach dotyczących wybrzeża, klimatu Polski lub zasobów energetycznych (Lorenc 1996). Pracami dotyczącymi wyłącznie

charakterystyki wiatru są publikacje Taranowskiej (1957 i 1968) i Kuchty (1961) oraz, szeroko traktująca zagadnienie dni z wiatrem sztormowym, publikacja Trzeciaka (2001). Celem niniejszego opracowania jest syntetyczne przedstawienie całościowej charakterystyki warunków wiatrowych polskiego wybrzeża, zarówno w ciągu doby jak i roku, ze szczególnym uwzględnieniem wiatrów silnych i bardzo silnych, a także analiza sytuacji synoptycznej sprzyjającej ich występowaniu. Pełniejsze wyniki poniższego opracowania zaprezentowano w publikacji Tarnowskiej (2010).

OBIEKT BADAŃ I MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

Analizy wiatrów silnych na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego dokonano na podstawie danych z czterech stacji z lat 1971–1990. Wzięto pod uwagę stacje w Świnoujściu, Kołobrzegu, Ustce i Łebie. Wszystkie stacje znajdują się w odległości mniejszej niż 1,5 km od wybrzeża Morza Bałtyckiego. Dokonano również analizy przebiegu linii brzegowej oraz szorstkości podłoża w okolicy punktów pomiarowych, które odgrywają szczególną rolę w badaniach kierunku i prędkości wiatru.

Dane wykorzystane w opracowaniu zawierały wartości prędkości wiatru z dokładnością do $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i kierunku wiatru w podziale co 10° . Pomiarzy były dokonywane co trzy godziny (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 UTC). Do celów przedstawienia charakterystyki warunków wiatrowych zastosowano 5-stopniową klasyfikację prędkości wiatru Bartnickiego (Kossowska-Cezak i in. 2000) oraz dokonano transformacji metodą opisaną przez Pruchnickiego (1987) 36 wydzieleni kierunku wiatru na podział ośmioklasowy. Analizę częstości wystąpienia wiatru silnego i bardzo silnego w poszczególnych typach cyrkulacji wykonano na podstawie *Kalendarza typów cyrkulacji atmosferycznej wg J. Li-tyńskiego* (Stępniewska-Podrażka 1991). Do opisu sytuacji synoptycznej sprzyjającej występowaniu wiatru silnego i bardzo silnego wykorzystano mapy synoptyczne dolne z *Codziennych Biuletynów Meteorologicznych IMGW*.

METODY BADAŃ

W celu stworzenia odpowiedniego tła dla właściwych rozważań, dokonano najpierw analizy ogólnych warunków wiatrowych w badanym regionie. Stworzono ją na podstawie średnich miesięcznych i godzinowych prędkości wiatru, a także liczby dni z ciszą w ciągu roku. Analizę kierunku wiatru przeprowadzono w podziale na pory roku (na podstawie danych z ich środkowych miesięcy) na podstawie kierunkowych róż wiatru.

Następnie zajęto się charakterystyką rozkładu przestrzennego i czasowego wiatrów silnych i bardzo silnych. Obliczono roczny i dobowy przebieg częstości występowania wiatru > 10 i $> 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ oraz określono jego kierunek. Określono największą prędkość wiatru w badanym 20-leciu, obliczono percentyl 0,95 prędkości wiatru, wyliczono liczbę dni z wiatrem > 10 i $> 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ oraz określono najdłuższe nieprzerwane okresy z wiatrem > 10 i $> 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Dokonano również określenia rocznej częstości ich występowania w poszczególnych typach cyrkulacji wg Lityńskiego.

WYNIKI

Średni roczny udział wiatrów silnych i bardzo silnych jest niewielki – od ok. 1% w Kołobrzegu i Ustce do ok. 7% w Łebie (1% = 584,4 obserwacje). Widać wyraźne zróżnicowanie ich częstości w ciągu roku. Najwięcej przypadków wiatru silnego stwierdzono zimą (ryc. 1a), a najmniej latem. Wiatr silny najczęściej występuje w Łebie – do ok. 10% zimą. Najmniejszy jego udział stwierdzono w Kołobrzegu. W Świnoujściu największą częstością wiatru silnego charakteryzuje się kwiecień i maj, co jest związane z ogólną cyrkulacją atmosferyczną i przebiegiem linii brzegowej. Wiatr bardzo silny (ryc. 1b) cechuje się dużo mniejszą częstością, dochodzącą jedynie do ok. 100 przypadków w rozpatrywanym 20-leciu w styczniu w Łebie. Największą liczbę przypadków stwierdzono w półroczu chłodnym, a w ciepłym wiatry bardzo silne niemal nie występowały. W Kołobrzegu podczas badanego 20-lecia zanotowano 2 przypadki wiatru bardzo silnego.

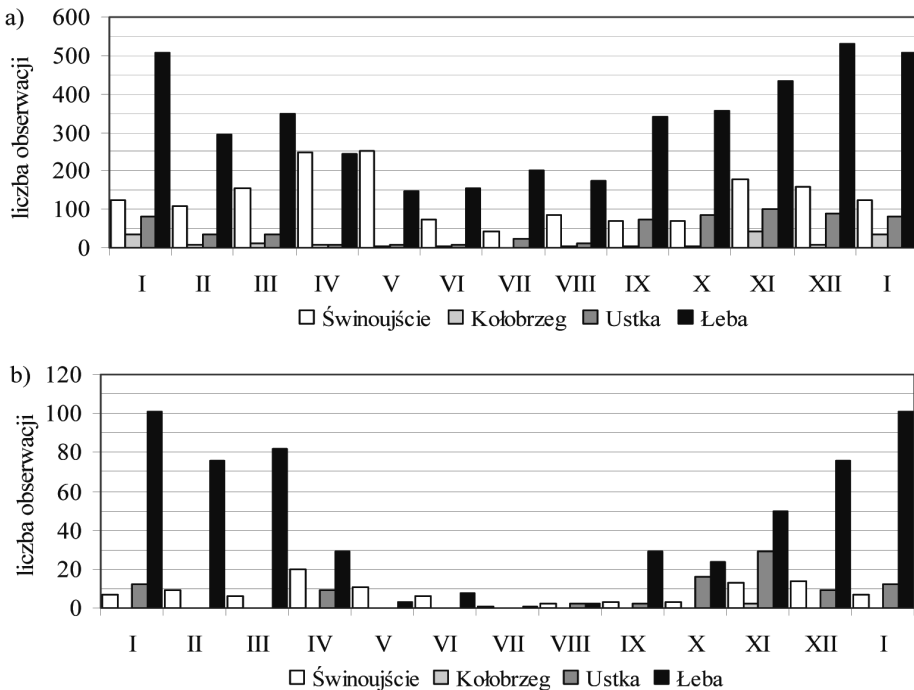
Innym parametrem pozwalającym określić ekstremalne warunki wiatrowe jest liczba dni z wiatrem silnym i bardzo silnym. Największą średnią liczbą dni z wiatrem silnym (ryc. 2) cechują się jesień i zima, a w Świnoujściu również wiosna. Najwięcej dni z wiatrem silnym stwierdzono w Łebie – do 9 dni w grudniu, a najmniej w Kołobrzegu – mniej niż 1 dzień w styczniu i listopadzie. Dni z wiatrem silnym w Ustce i Kołobrzegu latem praktycznie nie występują, w Łebie natomiast stwierdzono latem średnio po 3 takie dni w miesiącu.

Liczba dni z wiatrem bardzo silnym na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego nie przekracza 2 w miesiącu. Największą stwierdzono w Łebie – powyżej 1 dnia od września do marca. Na pozostałych stacjach liczba przypadków dnia z wiatrem bardzo silnym w analizowanym 20-leciu jest znikoma. Latem praktycznie nie notuje się dni z wiatrem bardzo silnym.

Przebieg dobowy częstości wiatru silnego (ryc. 3a) nie jest tak wyrazisty jak przebieg roczny. Więcej przypadków wiatru silnego obserwowano w godzinach popołudniowych, jednak przedpołudnie i noc cechują się niewielkim tylko spadkiem ich liczby. Podobną sytuację stwierdzono w przypadku wiatru bardzo silnego (ryc. 3b).

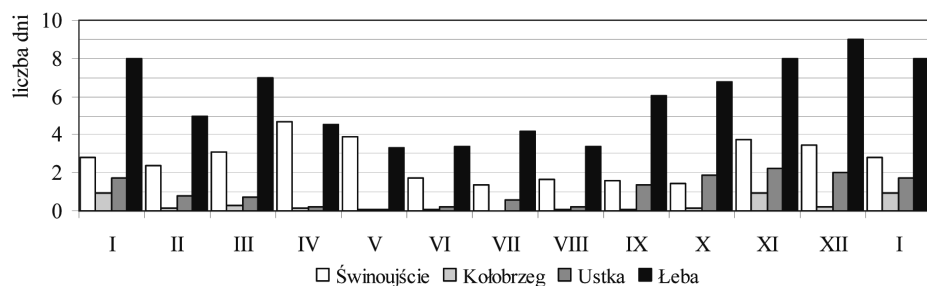
Największą prędkość wiatru (tab. 1) w badanym 20-leciu stwierdzono w miesiącach, w których liczba przypadków wiatru silnego była największa. W Łebie największa prędkość wiatru była też największą na całym wybrzeżu ($25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w 25 listopada 1981 r. i 15 stycznia 1989 r.). W Świnoujściu natomiast największą prędkość wiatru w badanym 20-leciu odnotowano 10 kwietnia 1986 r. ($22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Percentyl 0,95 prędkości wiatru w poszczególnych miesiącach jedynie w kilku przypadkach, w Świnoujściu na wiosnę, a w Łebie jesienią i zimą, przekroczył prędkość $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ – świadczy to o niewielkim udziale ekstremalnych warunków wiatrowych na polskim wybrzeżu. Wykazano również znikomy wpływ pory dnia na prędkość wiatru. Percentyl 0,95 prędkości wiatru na wszystkich stacjach jest niemal taki sam w ciągu doby i jedynie w Łebie przekracza $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Kierunek wiatru silnego i bardzo silnego jest ściśle związany z bliskością Morza Bałtyckiego. Wiatr o prędkości $> 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ występuje praktycznie wyłącznie z tych kierunków, z których stacje są otwarte na morze (ryc. 4). Na większości wybrzeża będzie to wiatr zachodni, a w Ustce również poł-



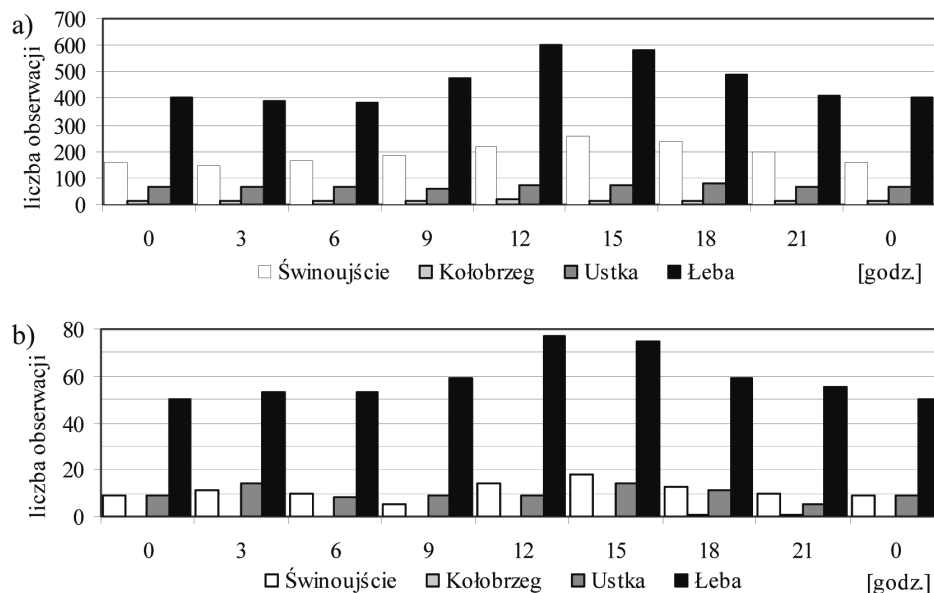
Ryc. 1. Przebieg roczny częstości wiatrów silnych ($> 10\text{--}15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (a) i bardzo silnych ($> 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (b) na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego (1971–1990)

Fig. 1. The annual frequency (number of observations) of strong winds ($> 10\text{--}15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (a) and very strong ($> 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (b) on the Polish Baltic Sea Coast (1971–1990)



Ryc. 2. Przebieg roczny liczby dni z wiatrem silnym ($> 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego (1971–1990)

Fig. 2. The annual number of days with strong wind ($> 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) on the Polish Baltic Sea Coast (1971–1990)



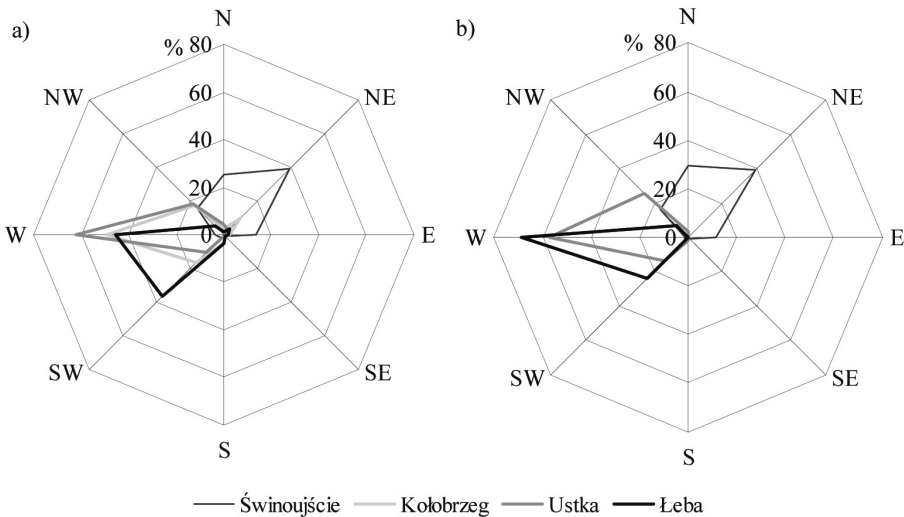
Ryc. 3. Przebieg dobowy częstości wiatrów silnych ($> 10\text{--}15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (a) i bardzo silnych ($> 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (b) na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego (1971–1990)

Fig. 3. The daily frequency (number of observations) of strong winds ($> 10\text{--}15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (a) and very strong ($> 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (b) on the Polish Baltic Sea Coast (1971–1990)

dniowo-zachodni. W Świnoujściu natomiast wiatr silny i bardzo silny występuje najczęściej z północo-wschodu i północy, co jest związane z osłonięciem stacji od zachodu przez wyspę Uznam. W Kołobrzegu jedyne dwa przypadki wiatru bardzo silnego w badanym 20-leciu stwierdzono z kierunku północno-zachodniego.

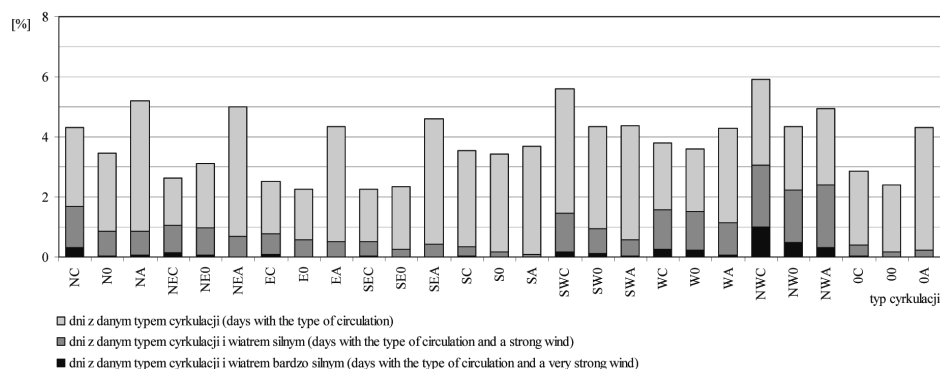
Tabela 1. Maksymalna prędkość wiatru i percentyl 0,95 prędkości wiatru w poszczególnych miesiącach na stacjach polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego (1971–1990)
Table 1. Maximum wind speed and 0.95 percentile wind speed in each month at the stations of the Polish Baltic Sea Coast (1971–1990)

Stacja	Prędkość wiatru (m·s ⁻¹)	Miesiąc											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Świnoujście	prec. 0,95	9	9	9	11	11	8	8	8	8	8	10	10
	max	18	19	18	22	18	19	19	17	18	17	19	19
Kołobrzeg	prec. 0,95	8	7	7	7	7	6	6	6	7	7	8	8
	max	15	12	13	13	12	12	10	12	12	14	17	12
Ustka	prec. 0,95	9	8	8	7	7	7	8	7	8	8	9	9
	max	18	15	15	19	12	13	15	16	18	18	22	18
Łeba	prec. 0,95	13	12	12	11	10	10	10	10	12	12	12	13
	max	25	24	24	22	17	18	16	17	19	20	25	20



Ryc. 4. Średni roczny udział wiatru z poszczególnych kierunków w różnych przedziałach prędkości na stacjach polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego (1971–1990): a) wiatr silny, b) wiatr bardzo silny

Fig. 4. The average annual share of wind from different directions on Polish Baltic Sea Coast (1971–1990): a) strong wind, b) very strong wind



Ryc. 5. Roczny udział dni z wiatrem silnym i bardzo silnym w poszczególnych typach cyrkulacji atmosferycznej na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego (1971–1990)

Fig. 5. The annual share of days with strong wind and very strong wind in certain types of atmospheric circulation on the Polish Baltic Sea Coast (1971–1990)

Wiatr silny na polskim wybrzeżu stwierdzano głównie w pojedynczym pomiarze (ponad 40% na większości stacji). Udział pojedynczych pomiarów wiatru silnego wzrasta latem, a najmniejszy jest na przełomie zimy i jesieni. Wiatr silny podczas 2 lub 3 kolejnych pomiarów na wybrzeżu obserwuje rzadziej, ale udział takich ciągów pomiarowych wzrasta w chłodnej połowie roku. Sporadycznie w badanym 20-leciu stwierdzono przypadki wiatru o średniej prędkości $> 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ przez dłużej niż 8 kolejnych pomiarów. Najdłuższe ciągi stwierdzono wiosną w Świnoujściu i Łebie – do 36 kolejnych pomiarów z wiatrem silnym. Były to jednak pojedyncze zdarzenia.

Wiatr bardzo silny na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego występuje najczęściej przez jeden lub kolejne dwa pomiary – podczas ok. 60–70% przypadków. Dłuższe jego okresy stwierdzano sporadycznie – najczęściej w Łebie i Świnoujściu. W badanym 20-leciu najdłuższy pomiar wiatru bardzo silnego w kolejnych terminach obserwacyjnych stwierdzono w Łebie w lutym w 1990 r. – wiatr o średniej prędkości $> 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ obserwowano przez 16 kolejnych pomiarów.

Wiatr silny najczęściej występuje podczas północno-zachodniego typu cyrkulacji niezależnie od jej charakteru (ryc. 5). Równie częste są dni z wiatrem silnym przy cyrkulacji antycyklonalnej zachodniej (W_A) i północnej (N_A). Zimą stwierdzono częste dni z wiatrem silnym także przy cyrkulacji północno-zachodniej antycyklonalnej (NW_A) (powyżej 50%) oraz południowo-zachodniej cyklonalnej (SW_C). Wykazano również większy udział dni z wiatrem silnym wiosną przy cyrkulacji północno-zachodniej. Dni z wiatrem bardzo silnym na polskim wybrzeżu stwierdzono najczęściej przy typach cyrkulacji, podczas których było najwięcej dni z wiatrem silnym. Częściej wiatr silny i bardzo silny stwierdzano w cyrkulacjach o charakterze cyklonalnym.

W badaniach wykazano również związek ekstremalnych warunków wiatrowych, takich jak długotrwały okres z wiatrem silnym lub bardzo silnym, czy występowanie wiatru bardzo silnego jednocześnie na całym wybrzeżu, z określoną cyrkulacją atmosferyczną. Stwierdzono, że nad Polską przez kilka dni muszą utrzymywać się duże gradienty ciśnienia atmosferycznego, by takie sytuacje mogły zaistnieć.

WNIOSKI

Jak pokazują wyniki badań, istnieje potrzeba stworzenia pełniejszego opracowania warunków wiatrowych na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego. Przedstawione wnioski mogą pomóc w lepszym rozpoznaniu warunków wiatrowych polskiego wybrzeża, a także przyczynić się do lepszej jego ochrony. Praca ta jednak nie wyczerpuje problemu i konieczne są dalsze badania zarówno w skali lokalnej – w obrębie poszczególnych miejscowości, jak i całego regionu. Poznanie zróżnicowania wiatrów silnych i bardzo silnych na wybrzeżu odgrywa szczególną rolę. Możliwość ich prognozowania może pozwolić na lepszą ochronę mieszkańców i infrastruktury. Warto jest w dalszych badaniach poszerzyć analizę o ostatni okres (lata 1991–2010), pomiary z Morza Bałtyckiego, a także pełniejszą analizę sytuacji synoptycznej sprzyjającej występowaniu wiatrów bardzo silnych.

Literatura

- Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski K., Kopacz-Lembowicz M., 2000, *Meteorologia i klimatologia. Pomiar, obserwacje, opracowania*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa-Łódź.
- Kuchta E., 1961, *Wiatry dolne na Bałtyku Południowym w latach 1955 do 1959*. Wiad. Sł. Hydr. i Met., 4, 44, 219–283.
- Lorenc H., 1996, *Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce*. Mat. Bad., seria Meteorologia, 25, IMGW, Warszawa.
- Pruchnicki J., 1987, *Metody opracowań klimatologicznych*. PWN, Łódź.
- Stępniewska-Podraźka M., 1991, *Kalendarz typów cyrkulacji atmosferycznej (1951–1990)*. IMGW, Warszawa.
- Taranowska S., 1957, *Występowanie wiatrów na wybrzeżu*. Wiad. Sł. Hydr. i Met., 4, 1, 3–10.
- Taranowska S., 1968, *O kierunkach i prędkościach wiatrów dolnych na obszarze środkowego i południowego Bałtyku (1947–1960)*. Prz. Geof., 13(21), 1, 75–85.
- Tarnowska K., 2010, *Zróżnicowanie wiatrów silnych na polskim wybrzeżu Morza Bałtyckiego*. Praca magisterska, maszynopis, WGSR UW, Warszawa.
- Trzeciak S., 2001, *Wiatry sztormowe na polskim wybrzeżu Bałtyku*. Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie, Szczecin.