

## UWARUNKOWANIA SYNOPTYCZNE PORYWÓW WIATRU W ŻEŃSKU (2008–2009)

*Monika Lisowska*

### Synoptic conditions of wind gusts at Żeńsko in Western Pomerania (2008–2009)

*Abstract:* Wind gusts are a dangerous meteorological phenomenon which may cause material damage and risk to human life. In recent years they have been observed more frequently. The purpose of this analysis is to examine synoptic situations favouring the occurrence of wind gust in Żeńsko (Western Pomerania) and to characterize their seasonal, monthly and diurnal variations. The study uses data on wind speed and direction from the wind data collection tower at Żeńsko from the period between January 2008 and December 2009. Wind speed was measured at two heights – 25 and 50 m above ground level. The location selected for this analysis represents lakeland landscape, typical for this part of Poland. Wind Gusts at Żeńsko are observed throughout the year. The maximum of their occurrence is observed in March and August, while the minimum in May and September. During the day they most often occur in the afternoon hours. A synoptic situation favouring the occurrence of wind gusts is a baric col over Poland. They equally often occur during fronts transition, particularly with a cold front. The investigation revealed that wind gusts always occur on days with the advection of more than one air mass. They also occur with a high probability (over 25%) in the cases of tropical and polar continental air flow.

*Keywords:* wind gusts, Żeńsko, Western Pomerania, atmospheric circulation

*Zarys treści:* Porywy wiatru są niebezpiecznym zjawiskiem meteorologicznym, mogącym powodować straty materialne i zagrożenie życia ludzkiego. W ostatnich latach obserwuje się ich coraz więcej. Celem artykułu jest wskazanie sytuacji synoptycznych sprzyjających

występowaniu porywów wiatru w Żeńsku (Pomorze Zachodnie) oraz charakterystyka ich przebiegu rocznego i dobowego. W badaniach wykorzystano prędkości wiatru z wysokości 25 i 50 m n.p.g. w latach 2008 i 2009. Porywy wiatru w Żeńsku są obserwowane przez cały rok. Maksimum ich występowania przypada na marzec oraz sierpień. Najrzadziej występują w maju i wrześniu. W ciągu doby najczęstsze są w godzinach okołopołudniowych. Sytuacją synoptyczną sprzyjającą pojawianiu się porywów wiatru jest siodło baryczne nad obszarem Polski. Równie często występują przy przejściu frontów atmosferycznych, szczególnie frontu chłodnego. W latach 2008 i 2009 porywy wiatru występowały zawsze w dniach z więcej niż jedną masą powietrzną napływającą nad Pomorze Zachodnie. Również z ponad 25% prawdopodobieństwem można się ich spodziewać przy adwekcji powietrza zwrotnikowego i polarnego kontynentalnego.

*Słowa kluczowe:* cyrkulacja atmosferyczna, porywy wiatru, Żeńsko, Pomorze Zachodnie

## Wstęp

W ostatnich latach można zaobserwować wzrost zagrożenia życia i mienia ludzkiego, związanego z występowaniem silnego wiatru i trąb powietrznych. Badaniami maksymalnych prędkości wiatru w Polsce zajmowała się m.in. Lorenc (1996; 2012), która stwierdziła, że poznanie warunków synoptycznych towarzyszących porywom wiatru umożliwiłoby prognozowanie ich występowania i wczesne ostrzeżenie przed zagrożeniem.

Celem niniejszego opracowania jest określenie sytuacji synoptycznych, w których na wysokości 25 i 50 m n.p.g. najczęściej występują porywy wiatru w Żeńsku. Dodatkowo na obu poziomach scharakteryzowano ich przebieg roczny, sezonowy i dobowy. Zgodnie z definicją *Słownika meteorologicznego* (2003) za poryw wiatru uznaje się chwilowy przyrost prędkości wiatru, przewyższający przynajmniej o  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  prędkość średnią 2-minutową. Ze względu na sposób uśredniania danych wykorzystanych w niniejszym opracowaniu za poryw wiatru przyjęto chwilowy przyrost prędkości wiatru, przewyższający co najmniej o  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  prędkość średnią 10-minutową.

Analizy sytuacji synoptycznej dokonano na podstawie drukowanych *Codziennych Biuletynów Meteorologicznych* Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Przy wykorzystaniu dostępnych map synoptycznych z godziny 00 UTC opisano sytuację synoptyczną nad Pomorzem Zachodnim – rodzaj układu barycznego i mas powietrznych. Uwzględniono również przechodzenie frontów atmosferycznych oraz występowanie takich zjawisk, jak mgły i burze. Następnie obliczono częstość oraz prawdopodobieństwo warunkowe występowania porywów wiatru w makrotypach cyrkulacji oraz masach powietrznych.

W badaniach wykorzystano dane z dwóch lat: 2008 i 2009, pochodzące z masztu wiatrowego w Żeńsku. Badania gradientowe w tej lokalizacji były prowadzone przez komercyjną firmę w celu określenia zasobów energetycznych wiatru na tym obszarze.

Po 2-letnim okresie prowadzenia pomiarów maszt został zdemontowany i przeniesiony w inne miejsce. Prędkość wiatru była mierzona na dwóch wysokościach – 25 m i 50 m n.p.g. za pomocą anemometrów czasowych, które były umieszczone na niezależnych, długich wspornikach. Taka konstrukcja masztu ma na celu wyeliminowanie oddziaływań aerodynamicznych między czujnikami i elementami konstrukcyjnymi masztu. Dane były uśredniane z krokiem czasowym 10-minutowym i zapisywane przez rejestrator, w który wyposażony był maszt. Wykorzystany w badaniach ciąg pomiarowy jest kompletny – na obu wysokościach nie wystąpiły luki w pomiarach.

Żeńsko jest położone w województwie zachodniopomorskim, w powiecie Choszczno (ryc. 1). Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Kondrackiego



Ryc. 1. Położenie Żeńska ([www.maps.google.pl](http://www.maps.google.pl))

Fig. 1. Location of Żeńsko ([www.maps.google.pl](http://www.maps.google.pl))

(1994) jest to obszar Pojezierza Choszczeńskiego. Teren ten charakteryzuje się rzeźbą polodowcową oraz występowaniem łuków wzgórz morenowych (maksymalna wysokość 100–120 m n.p.m.) i rynien polodowcowych.

Maszt pomiarowy był zlokalizowany na jednym ze wzgórz morenowych na wysokości 92 m n.p.m. Otaczający obszar był wykorzystywany rolniczo pod uprawę zbóż i roślin okopowych. W otoczeniu masztu nie występowały zwarte kompleksy leśne. Najbliższe drzewa znajdowały się w odległości ponad 1 km wzdłuż dróg prowadzących do Żeńska. Sama miejscowość położona jest w obniżeniu terenu, około 900 m na południowy wschód od masztu. Jest to niewielka wieś z luźną zabudową jednorodziną. W odległości niecałych 2 km od masztu znajduje się rynna polodowcowa z trzema niewielkimi jeziorami – Raduń, Żeńsko i Klukom.

## Przebieg roczny i dobowy porywów wiatru w Żeńsku

W latach 2008–2009 wystąpiło 157 dni z porywami wiatru, co oznacza, że były obserwowane średnio co 5 dni. Częściej występowały na wysokości 25 m niż na 50 m n.p.g. Jest to oczywistą konsekwencją spadku turbulencyjności atmosfery oraz zmniejszającego się wpływu wektora siły tarcia wraz ze wzrostem wysokości nad powierzchnią ziemi (Parczewski 1969; Kopcewicz 1959). Na wysokości 25 m n.p.g. wystąpiło 885 porywów wiatru, a na wysokości 50 m – 757 porywów, co w obu przypadkach stanowi około 1% wszystkich pomiarów.

W badanym okresie maksimum częstości porywów wiatru na obu wysokościach przypadało na zimę i wiosnę – po około 30% (tab. 1). W przebiegu rocznym naj-

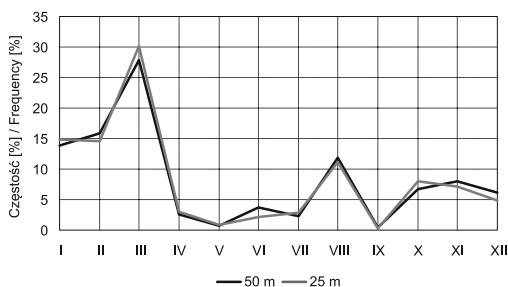
Tab. 1. Liczba przypadków (A) i częstość (%; B) porywów wiatru w porach roku i roku w Żeńsku (2008–2009)

Table 1. Number of cases (A) and frequency (%; B) of wind gusts at Żeńsko (2008–2009) – seasons and year

Pora roku / rok Season / year	Wysokość / Height			
	25 m n.p.g. / a.g.l.		50 m n.p.g. / a.g.l.	
	A	B	A	B
III–V	301	34,0	235	31,0
VI–VIII	143	16,2	135	17,8
IX–XI	137	15,5	115	15,2
XII–II	304	34,4	272	35,9
I–XII	885	100,0	757	100,0

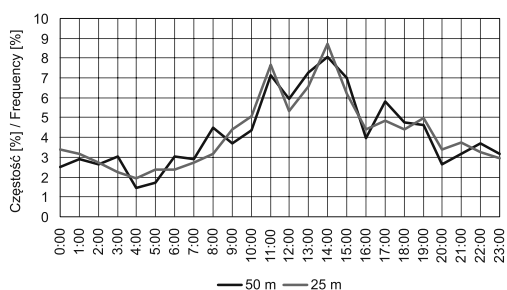
częściej występowały one w marcu – około 28%. Od kwietnia do lipca obserwuje się spadek częstości ich występowania. W sierpniu częstość wzrastała do około 12% i ponownie malała (ryc. 2). Porywy najrzadziej były obserwowane w maju i wrześniu. Różnice w przebiegu rocznym prędkości wiatru w Żeńsku są uwarunkowane cyrkulacją atmosferyczną. Na podstawie analizy codziennych map synoptycznych z lat 2008 i 2009 stwierdzono, że przez Pomorze Zachodnie w miesiącach zimowych najczęściej przemieszczają się układy cyklonalne znad Oceanu Atlantyckiego w kierunku wschodniej części Europy. W miesiącach letnich natomiast zaznacza się przewaga układów antycyklonalnych. Znajduje to również potwierdzenie w badaniach cyrkulacji atmosferycznej nad Pomorzem Zachodnim, przeprowadzanych dla dłuższych okresów pomiarowych (Kwiecień 1987; Paszyński i Niedźwiedź 1999).

Częstość porywów wiatru jest zróżnicowana w ciągu doby. Na obu wysokościach maksimum częstości przypadło na godziny okołopołudniowe, od 11.00 do 14.00 UTC. Porywy występujące w tej porze doby stanowiły około 30% wszystkich porywów wiatru. Najrzadziej porywy występowały w godzinach nocnych (ryc. 3). Zróżnicowanie dobowe częstości porywów jest związane z chwiejnością atmosfery. W godzinach okołopołudniowych rozwijają się intensywne ruchy turbulencyjne przyczyniające się do wzrostu prędkości wiatru i tym samym zwiększonej częstości porywów (Kozuchowski 1998).



Ryc. 2. Przebieg roczny częstości (%) porywów wiatru w Żeńsku (2008–2009)

Fig. 2. Variations of the annual wind gusts frequency (%) at Żeńsko (2008–2009)



Ryc. 3. Przebieg dobowy częstości (%) porywów wiatru w Żeńsku (2008–2009)

Fig. 3. Variations of the diurnal wind gusts frequency (%) at Żeńsko (2008–2009)

## Uwarunkowania synoptyczne porywów wiatru

Najczęściej porywy wiatru występowały przy napływie powietrza polarnego morskigo (ponad 70% przypadków). W chłodnej porze roku porywy wiatru występowały również dosyć często przy adwekcji powietrza arktycznego (tab. 2). Najrzadziej stwierdzano je w masie powietrznej zwrotnikowej i polarnej kontynentalnej. Najmniejsze prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia porywów wiatru jest przy napływie powietrza polarnego morskigo (20,3%), a największe (100%) w dniach z więcej niż jedną masą powietrzną nad tym obszarem. W sezonie letnim również jest duże prawdopodobieństwo (33,3%) pojawienia się porywów wiatru przy adwekcji powietrza polarnego kontynentalnego.

W badanym okresie występowanie porywów wiatru w Żeńsku było związane głównie z występowaniem układów niskiego ciśnienia. W 30% dni z porywami wiatru wystąpił taki rozkład ciśnienia. Z podobną częstością występują one przy przejściu frontu (tab. 3). Najczęściej towarzyszą frontom chłodnym, a najrzadziej zokludowanym. Z około 22% prawdopodobieństwem można się spodziewać wystąpienia porywów wiatru zarówno przy układzie wyżowym, jak i niżowym. Nieco mniejsze (18%) prawdopodobieństwo związane jest z przejściem frontu. Najmniej prawdopodobne jest wystąpienie porywów wiatru przy przejściu frontu zokludowanego (9,3%).

W cieplej połowie roku w dniach z porywami wiatru w Żeńsku trzykrotnie wystąpiły burze. W chłodnej połowie roku, w ciągu 5 dni, wystąpiły mgły. Około 35% dni z porywami były to dni z opadami atmosferycznymi. W 90% przypadków były to opady deszczu związane z zaleganiem masy polarnej morskigo. Opady śniegu wystąpiły tylko przy napływie powietrza arktycznego nad ten obszar.

Tab. 2. Częstość (%) i prawdopodobieństwo warunkowe (%) wystąpienia porywów wiatru w różnych masach powietrznych w Żeńsku (2008–2009)

Table 2. Frequency (%) and conditional probability (%) of wind gusts occurrence in different air masses at Żeńsko (2008–2009)

Masa powietrzna Air mass	Liczba dni Number of days	Częstość [%] Frequency	Prawdopodobieństwo [%] Probability
PPm	115	73,2	20,3
PPk	7	4,5	26,9
PA	29	18,5	23,2
PZ	3	1,9	33,3
RMP (days with more than one air mass)	3	1,9	100,0

Tab. 3. Częstość (%) i prawdopodobieństwo warunkowe (%) porywów wiatru w zależności od sytuacji barycznej w Żeńsku (2008–2009)

Table 3. Frequency (%) and conditional probability (%) of wind gusts occurrence depending on the baric situation at Żeńsko (2008–2009)

Sytuacja baryczna Baric situation	Liczba dni Number of days	Częstość [%] Frequency	Prawdopodobieństwo [%] Probability
Wyż / High	39	24,8	21,9
Niż / Low	48	30,6	22,3
Siodło baryczne / Col	32	20,4	26,0
Front / Fronts:	38	24,2	17,9
Ciepły / Warm	12	31,6	19,0
Chłodny / Cold	21	55,3	22,1
Zokludowany / Occlusion	5	13,2	9,3

Najdłuższy ciąg dni z porywami wiatru w Żeńsku wynosił 8 kolejnych dni. Wystąpił on na przełomie lutego i marca 2008 r. W dniu 25 lutego rozbudował się nad Skandynawią rozległy układ niżowy. Polska znajdowała się pod wpływem powietrza polarnego morskiego, w ciepłym wycinku niżu. W kolejnych dniach rozbudował się kolejny ośrodek niżowy na południe od Islandii. Dnia 1 marca Polska znalazła się w strefie opadów związanych z przejściem front ciepłego. W kolejnych dniach przeszedł przez Polskę front chłodny, a ośrodki niżowe przesunęły się nad Europę Wschodnią. W ciągu całego okresu Polska znajdowała się w masie polarnej morskiej. W tych dniach stwierdzono porywy wiatru na obu wysokościach pomiarowych. Występowały one w różnych porach doby, z wyraźną przewagą w godzinach popołudniowych. Średnia różnica między średnią a maksymalną prędkością wiatru wyniosła  $5,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Największa różnica między prędkością średnią a maksymalną wyniosła  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  i wystąpiła 1 marca 2008 r.

## Podsumowanie i wnioski

W związku z silniejszym oddziaływaniem podłoża na prądy powietrzne porywy wiatru w Żeńsku częściej występują na wysokości 25 m niż 50 m n.p.g. Przebieg roczny częstości porywów wiatru jest zróżnicowany. Maksimum występuje w marcu, a minimum w maju i wrześniu. Maksimum zimowe związane jest z przemieszczaniem

się układów niskiego ciśnienia znad Oceanu Atlantyckiego, w kierunku Europy Wschodniej. Zaobserwowano także znaczący wzrost częstości porywów wiatru w sierpniu, który jest spowodowany chwiejną stratyfikacją atmosfery oraz intensywnym rozwojem ruchów turbulencyjnych w tej porze roku.

Przebieg dobowy porywów wiatru na obu wysokościach przyjmuje rozkład jednomodalny. Maksimum przypada na godziny okołopołudniowe, minimum zaobserwowano między godziną 3.00 i 5.00 w nocy.

Układem synoptycznym sprzyjającym występowaniu porywów wiatrów jest siodło baryczne. Prawdopodobieństwo warunkowe porywów wiatru przy tym układzie wynosi 26%. Często występują również przy przejściu frontów atmosferycznych, głównie chłodnych. Najmniejsze prawdopodobieństwo porywów wiatru jest związane z przejściem frontu zokludowanego i wynosi 9,3%.

W analizowanym okresie najczęściej porywy wiatru występowały przy adwekcji powietrza polarnego morskigo – ponad 70% wszystkich dni z porywami, lecz ze względu na dużą frekwencję adwekcji tej masy powietrznej nad Pomorze Zachodnie prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia porywów wiatru w powietrzu polarnym morskim wynosiło 20,3%. Największe (100%) jest przy napływie kilku mas powietrznych nad ten obszar.

Badaniem porywów wiatru i ich zróżnicowania przestrzennego zajmowała się Lorenc (1996). Autorka ta zauważyła również, że w tej części Polski miesiące letnie charakteryzują się spadkiem częstości występowania porywów wiatru. Badała także uwarunkowania cyrkulacyjne występowania porywów wiatru i stwierdziła, że sprzyjają temu układy cyklonalne. Ze względu jednak na wykorzystanie przez tę autorkę danych z poziomu 10 m n.p.g. nie ma możliwości bezpośredniego porównania z wynikami jej badań.

## Literatura

- Codzienny Biuletyn Meteorologiczny*, 2008–2009, IMGW, Warszawa.
- Kopcewicz T., 1959, *Fizyka atmosfery*, 3, PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 1994, *Geografia fizyczna Polski*, PWN, Warszawa.
- Kożuchowski K., 1998, *Atmosfera klimat ekoklimat*, PWN, Warszawa.
- Kwiecień K., 1987, *Warunki klimatyczne*, [w:] B. Augustowski (red.), *Bałtyk Południowy*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Ossolineum, Wrocław, 219–287.
- Lorenc H., 1996, *Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce*, Materiały Badawcze IMGW, seria Meteorologia, 25, Warszawa.
- Lorenc H., 2012, *Maksymalne prędkości wiatru w Polsce*, IMGW, Warszawa.
- Słownik meteorologiczny*, 2003, T. Niedźwiedź (red.), PTGeof./IMGW, Warszawa.



Parczewski W., 1969, *Pogoda a zanieczyszczenia przemysłowe atmosfery*, Centralny Urząd Gospodarki Wodnej i Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.

Paszyński J., Niedźwiedź T., 1999, *Klimat*, [w:] L. Starkel (red.), *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, PWN, Warszawa, 288–343.

[www.maps.google.pl](http://www.maps.google.pl) (dostęp: 10.11.2014).

*Monika Lisowska*

*Uniwersytet Warszawski*

*Instytut Geografii Fizycznej*

*ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa*

*e-mail: [mlisowska@uw.edu.pl](mailto:mlisowska@uw.edu.pl)*

