

Wpłynęło 18.06.2015 r.  
Zrecenzowano 26.08.2015 r.  
Zaakceptowano 22.10.2015 r.

A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

# ZMIENNOŚĆ WARUNKÓW ANEMOMETRYCZNYCH W WOJEWÓDZTWIE WARMIŃSKO-MAZURSKIM W LATACH 1991–2010

**Katarzyna POŻARSKA**<sup>ABCDEF</sup>, **Jan GRABOWSKI**<sup>ABCDEF</sup>

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Gospodarki Wodnej, Klimatologii i Kształtowania Środowiska

## Streszczenie

Praca dotyczy kształtowania się warunków anemometrycznych w czterech miejscowościach województwa warmińsko-mazurskiego, zróżnicowanych pod względem warunków fizjograficznych.

Celem podjętych badań była analiza przebiegu warunków anemometrycznych w latach 1991–2010 pod względem różnych klas prędkości, na podstawie 360-stopniowej róży wiatrów. Uwzględniono także częstość występowania cisz atmosferycznych w badanym okresie.

Dane wyjściowe dotyczące średnich prędkości i kierunków wiatru dla stacji meteorologicznych w Elblągu, Kętrzynie, Mikołajkach i Olsztynie uzyskano z IMGW-PIB.

Na podstawie analizy warunków anemometrycznych w badanym 20-leciu stwierdzono, że największe średnie prędkości wiatru występowały w Kętrzynie ( $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), a najmniejsze w Mikołajkach i Olsztynie ( $2,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Spośród badanych miejscowości w Elblągu przeważały wiatry z kierunku południowego, a w pozostałych miejscowościach z zachodu i południa. Cisze atmosferyczne najczęściej występowały w Olsztynie (7,4%).

**Słowa kluczowe:** *cisza atmosferyczna, kierunek, prędkość, wiatr*

## WSTĘP

Jednym z istotniejszych czynników kształtujących klimat danego obszaru jest wiatr. Ma on zarówno korzystny, jak i niekorzystny wpływ na wzrost, rozwój i plonowanie roślin. Jest również ważnym elementem wpływającym na transport

---

**Do cytowania For citation:** Pożarska K., Grabowski J. 2015. Zmienność warunków anemometrycznych w województwie warmińsko-mazurskim w latach 1991–2010. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 15. Z. 4 (52) s. 29–38.

różnych zanieczyszczeń na dalsze odległości [GRABOWSKI 1996; HUTOROWICZ 1982]. Kierunek oraz prędkość wiatru może także prowadzić do oczyszczania powietrza lub napływu nowych, szkodliwych dla środowiska związków, emitowanych ze źródeł przemysłowych, komunalnych i komunikacyjnych [PAWLAK 2014]. Niekorzystnym zjawiskiem w aglomeracjach miejskich są m.in. cisze atmosferyczne, efektem których zanieczyszczenia powietrza pochodzenia głównie antropogenicznego nie są usuwane i pozostają nad danym obszarem [CZARNECKA, NIDZGORSKA-LENCEWICZ 2007; NIDZGORSKA-LENCEWICZ, CZARNECKA 2011; PARCZEWSKI 1973; ŻYROMSKI i in. 2014].

Wraz z postępującymi zmianami klimatycznymi, powodowanymi między innymi efektem szklarniowym, przekształceniami fizjografii i architektury krajobrazu, warunki anemometryczne zmieniają się. Weryfikacja dotychczasowego przebiegu warunków anemometrycznych może mieć aspekt agrotechniczny lub energetyczny [BRZEZIŃSKA-RAWA, GOŹDZIEWICZ-BIECHOŃSKA 2014; FLAGA 2008; MAJEWSKI, NASIŁOWSKA 2011; MICHALAK, ZIMNY 2011; POŹARSKA, GRABOWSKI 2013].

Region województwa warmińsko-mazurskiego charakteryzuje się różnorodnymi warunkami fizjograficznymi: znaczną ilością wód otwartych i dużych kompleksów leśnych, występowaniem aglomeracji miejskich, a w przypadku północno-zachodniej części tego obszaru – bliskim sąsiedztwem Morza Bałtyckiego. Cechuje go również znaczne pofałdowanie terenu z wyniesieniem 100–150 m n.p.m. Celem podjętych badań była analiza przebiegu warunków anemometrycznych w badanym 20-leciu, ich zróżnicowaniem pod względem klas prędkości, na podstawie przedstawionych 360-stopniowych róż wiatrów. Obliczono również częstość występowania cisz atmosferycznych na badanym obszarze.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W pracy wykorzystano materiał dokumentacyjny, zawierający średnie roczne prędkości i kierunki wiatru mierzone na poziomie 10 m n.p.g. z okresu 20-lecia – od 1991 r. do 2010 r. Dane źródłowe, dotyczące czterech stacji meteorologicznych: w Elblągu (54°10'N, 19°26'E, 40 m n.p.m.), Kętrzynie (54°04'N, 21°22'E, 108 m n.p.m.), Mikołajkach (53°47'N, 21°35'E, 127 m n.p.m.) i Olsztynie (53°46'N, 20°25'E, 133 m n.p.m.), uzyskano z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego.

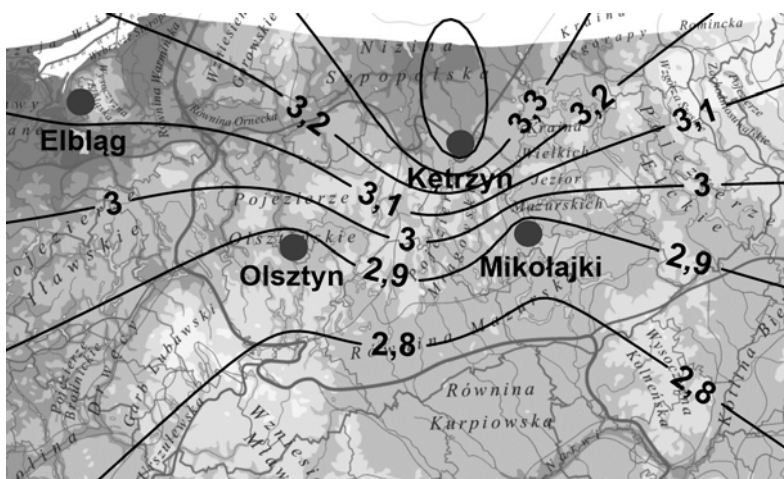
W badaniach uwzględniono średnie miesięczne i roczne prędkości wiatru w analizowanym 20-letnim okresie oraz częstość ich występowania z poszczególnych kierunków. Wyniki przedstawiono w formie 360-stopniowej róży wiatru, jako wielkości kąta, między kierunkiem północnym a danym sektorem, z którego wystąpił wiatr. Obliczono również częstość występowania cisz atmosferycznych oraz wiatru w różnych klasach prędkości, według BARTNICKIEGO [1930]: wiatr bardzo

słaby ( $1\text{--}2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), słaby ( $3\text{--}5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), umiarkowany ( $6\text{--}10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), silny ( $11\text{--}15\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) i bardzo silny ( $>15\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

Uzyskane wartości średniej prędkości wiatru z okresu 20-lecia przedstawiono w formie mapy rozkładu przestrzennego za pomocą programu SURFER ver. 10.

## WYNIKI I Dyskusja

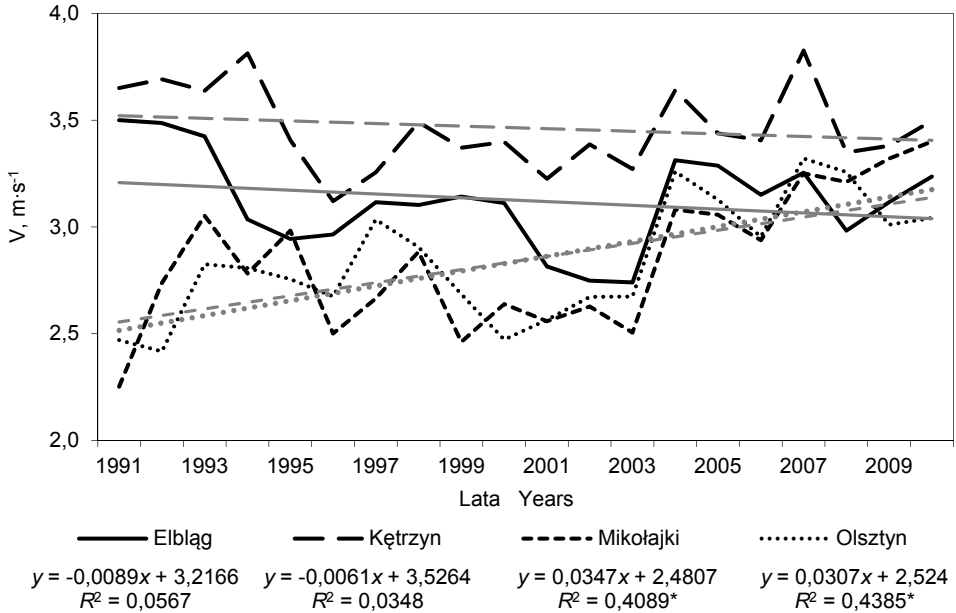
Na podstawie przeprowadzonych analiz dla okresu 20-lecia (1991–2010) stwierdzono, że z wybranych miejscowości województwa warmińsko-mazurskiego, największą średnią prędkość wiatru zanotowano w Kętrzynie ( $3,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), nieco mniejszą w Elblągu ( $3,1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), a najmniejszą w Mikołajkach i Olsztynie –  $2,9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (rys. 1). Przedstawione wartości były nieco mniejsze od średnich okresu 30-letniego (1971–2000) dla województwa warmińsko-mazurskiego, wynoszących  $3,0\text{--}4,0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  [LORENC (red.) 2005] oraz dla innego wielolecia (1971–1990) [GRABOWSKI 1996].



Rys. 1. Rozkład średnich prędkości wiatru ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) na obszarze województwa warmińsko-mazurskiego w latach 1991–2010; źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Distribution of mean wind speeds ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) in the Warmińsko-Mazurskie Province in the years 1991–2010; source: own elaboration

Największą średnią roczną prędkość wiatru ( $3,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) zanotowano w Kętrzynie – w latach 1994 i 2007. Najmniejszą, wynoszącą  $2,3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , w Mikołajkach w 1991 r. Ponadto w Mikołajkach i Olsztynie stwierdzono istotny trend wzrostowy średnich rocznych prędkości wiatru (rys. 2). W latach 1971–2000, na obszarze województwa warmińsko-mazurskiego, średnia roczna prędkość wiatru mieściła się w przedziale  $3,0\text{--}4,0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  [LORENC 2005]. W innym wieloleciu (1971–1990),



Rys. 2. Średnie prędkości wiatru ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) w badanych miejscowościach w latach 1991–2010; źródło: opracowanie własne

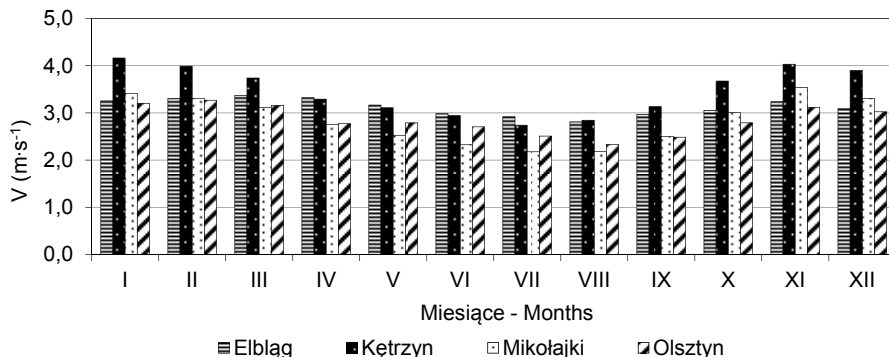
Fig. 2. Mean wind speeds ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) in the examined localities in the years 1991–2010; source: own elaboration

średnia roczna prędkość wiatru wynosiła  $3,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  [GRABOWSKI 1996]. W Elblągu, w latach 1972–1997, średnia roczna prędkość wiatru była większa niż w innych miejscowościach północno-wschodniej Polski. Mogło o tym zdecydować położenie stacji w bliskiej odległości od Morza Bałtyckiego [GRABOWSKI 2001].

Dla porównania, na obszarze Polski średnie roczne prędkości wiatru w latach 1966–1990 kształtowały się od  $1,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  do  $5,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  [LORENC 1996].

Z analizy średnich prędkości wiatru w poszczególnych miesiącach z lat 1991–2010 wynika, że największą prędkością charakteryzowały się wiatry w okresie miesięcy zimowych, a najmniejszą w letnich (rys. 3). W Kętrzynie największą średnią prędkość wiatru, wynoszącą  $4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , notowano w styczniu, w Olsztynie w lutym –  $3,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , w Elblągu w marcu  $3,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , a w Mikołajkach w listopadzie –  $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Najmniejsze średnie prędkości wiatru przedstawiały się następująco: w Mikołajkach  $2,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  w lipcu i sierpniu, w Kętrzynie  $2,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  w lipcu, a w Olsztynie i Elblągu w sierpniu, odpowiednio:  $2,3$  i  $2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Podobne wyniki uzyskano dla wcześniej analizowanych wieloleci: 1965–1995, 1966–1990 i 1971–1990 [GRABOWSKI 1996; LORENC 1996; OLBA-ZIĘTY i in. 2007].

Duże prędkości wiatru, które pojawiają się jednocześnie wraz z niską temperaturą powietrza podczas okresu zimowego, są niekorzystnym zjawiskiem atmosferycznym [NOWICKA, GRABOWSKA 1989]. Mogą bowiem być szkodliwe dla ozimin,



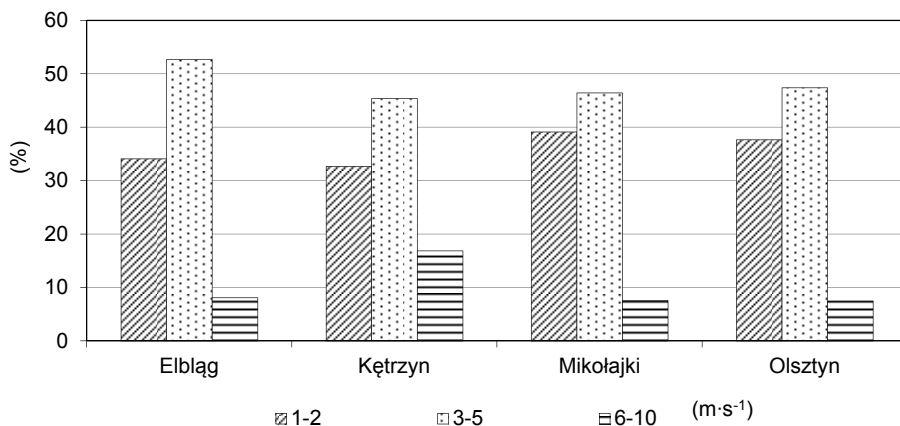
Rys. 3. Średnie miesięczne prędkości wiatru ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) w latach 1991–2010; źródło: opracowanie własne

Fig. 3. Monthly mean wind speeds ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) in the years 1991–2010; source: own elaboration

gdź przemieszczają pokrywą śnieżną i odsłaniają rośliny oraz powierzchnię gruntu. Wtedy dochodzi do wysmalania roślin oraz występowania zjawiska erozji wietrznej, powodującej zubożenie i degradację powierzchni gleby [GRABOWSKI 1996]. Zróżnicowanie miesięcznych i rocznych prędkości wiatru mogło być spowodowane, oprócz różnic deniwelacyjnych badanego obszaru Polski północno-wschodniej, także układem ciśnienia zwanym Oscylacją Północnoatlantycką (North Atlantic Oscillation – NAO) [DEGIRMENDŹIĆ i in. 2004; VAN DEN BESSELAAR i in. 2010]. Tworzą go dwa układy baryczne: Niż Islandzki i Wyż Azorski, które mają istotny wpływ na pogodę i klimat Europy, w tym także Polski. Nad obszar Polski przemieszczają się głównie masy powietrza z zachodu na wschód kontynentu, przy gradiencie ciśnienia skierowanym na północ. Podczas gdy gradient ciśnienia skierowany jest w kierunku zachodnim lub wschodnim, powietrze przemieszcza się na północ lub na południe kontynentu [BORYCZKA, STOPA-BORYCZKA 2004].

Na terenie Polski wiatr najczęściej występuje z sektora zachodniego [DEGIRMENDŹIĆ i in. 2004; HUTOROWICZ 1982; LORENC 2005]. W latach 1971–1990 na obszarze Pojezierza Mazurskiego wiatr najczęściej obserwowano także z zachodu oraz kierunku południowo-zachodniego [GRABOWSKI 1996].

Kolejnym etapem charakterystyki warunków anemometrycznych w wybranych miejscowościach województwa warmińsko-mazurskiego była częstość występowania kierunków wiatru w przyjętych przedziałach prędkości (rys. 4) oraz cisz atmosferycznych. Według klasyfikacji prędkości wiatru, przyjętej przez BARTNICKIEGO [1930], stwierdzono, że w badanych miejscowościach województwa warmińsko-mazurskiego najczęściej występował wiatr słaby ( $3\text{--}5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) o częstości od ok. 45% w Kętrzynie do ponad 50% w Elblągu (rys. 4). Wiatr silny ( $11\text{--}15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) i bardzo silny ( $>15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) notowano jedynie sporadycznie, dlatego wiatr w tych klasach prędkości nie został zaprezentowany na rysunku 5.



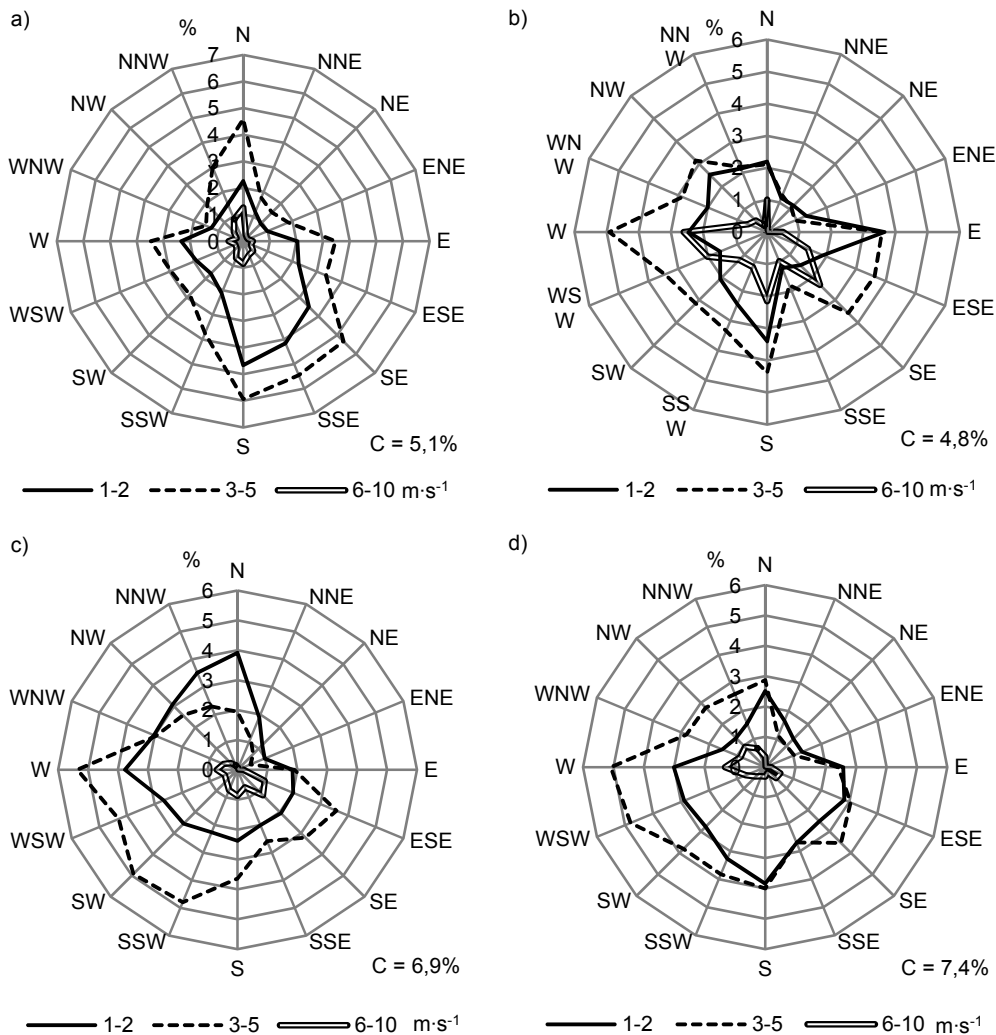
Rys. 4. Częstość występowania wiatru (%) według klas prędkości na podstawie średnich rocznych wartości w latach 1991–2010; źródło: opracowanie własne

Fig. 4. The frequency (%) of occurrence of wind in speed classes based on the mean annual wind speeds ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) in the years 1991–2010; source: own study

Z analizy częstości kierunków wiatru według przyjętych klas prędkości i cisz atmosferycznych w Elblągu wynika, że w badanym okresie 1991–2010 występowała przewaga wiatru słabego ( $3\text{--}5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) z kierunków: S (5,9%) i SSE (5,5%), natomiast z NE (1,5%), ENE (1,8%) i NNE (1,8%) – rys. 5a. Na uwagę zasługuje też fakt, że w sektorze północno-zachodnim – blisko Morza Bałtyckiego – również najrzadziej występował wiatr z kierunków WNW (1,5%) i NW (1,9%). Wcześniejsze badania HUTOROWICZ [1982] potwierdzają, że Morze Bałtyckie ma nieco mniejszy wpływ na kształtowanie się warunków klimatycznych występujących na obszarach nadbrzeżnych.

Według HUTOROWICZ [1982], w Elblągu w latach 1951–1965 wiatr występował najczęściej z kierunku południowego, co mogło być spowodowane znacznym wzniesieniem terenu usytuowanym na północnym wschodzie doliny Wisły, wskutek czego masy powietrza napływające z sektora południowo-zachodniego skręcają na północ.

W Kętrzynie w badanym okresie 20-letnim wiatr słaby ( $3\text{--}5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) najczęściej występował z kierunku W (4,9%) i S (4,4%), a najrzadziej z sektora północno-wschodniego: ENE (0,9%), NE (1,1%) i NNE (1,2%). Można to tłumaczyć tym, że z kierunku północnego i północno-wschodniego od stacji meteorologicznej, znajdują się duże kompleksy leśne i powiększający się corocznie obszar zabudowań miejskich. Zaobserwowano ponadto najmniejszą spośród wszystkich badanych miejscowości częstość występowania cisz atmosferycznych, wynoszącą 4,8% (rys. 5b), natomiast w latach 1951–1970 najczęściej występował wiatr z kierunku południowo-wschodniego [NOWICKA, GRABOWSKA 1989].



Rys. 5. Częstość występowania wiatru (%) według kierunku i przyjętych klas prędkości ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) oraz cisz atmosferycznych a) w Elblągu, b) w Kętrzynie, c) w Mikołajkach, d) w Olsztynie w latach 1991–2010; źródło: opracowanie własne

Fig. 5 The frequency (%) of occurrence of wind directions in the adopted speed classes ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) and of atmospheric calms in: a) Elbląg, b) Kętrzyn, c) Mikołajki, d) Olsztyn in the years 1991–2010; source: own elaboration

Z analizy występowania wiatru w Mikołajkach w zależności od kierunku w latach 1991–2010 wynika, że na badanym obszarze wiatr w przedziale prędkości od 3 do 5  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  najczęściej notowano z zachodu (5,4%), a najrzadziej z kierunku ENE (0,5%) oraz NE (0,7%) (rys. 5c). Jedną z przyczyn takiego rozkładu kierunków wiatru może być, podobnie jak w Kętrzynie, otoczenie stacji meteorologicznej. Od

strony, z której kierunek jest najmniej osłonięty, czyli z zachodu i południowego zachodu, w bliskiej odległości znajduje się Jezioro Mikołajskie, a najmniej z północnego wschodu, ponieważ znajdują się tam obszary zalesione i zabudowa miejska.

Wyniki badań nad warunkami anemometrycznymi, przeprowadzone przez HUTOROWICZ [1994] w latach 1987–1991 w okolicy Mikołajek potwierdzają, że przeważającym kierunkiem wiatru był południowo-zachodni oraz zachodni i południowy, a najrzadziej występował wiatr z sektora północno-wschodniego.

Analizując średnie prędkości wiatru w badanych miejscowościach można stwierdzić, że najczęściej występował wiatr słaby ( $3\text{--}5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) z kierunku W (5,1%) i WSW (4,8%), a najrzadziej z NE, ENE i NNE (ok. 1%) (rys. 5d). Spośród badanych miejscowości, największą częstość występowania cisz atmosferycznych, wynoszącą 7,4%, zaobserwowano w Olsztynie. Dominująca częstość wiatru z sektora zachodniego jest również najczęściej notowaną na obszarze Polski północno-wschodniej. Przyczyną najmniejszej częstości wiatru z sektora północno-wschodniego mogą być występujące duże obszary leśne oraz zabudowania miejskie.

## WNIOSKI

1. W analizowanym okresie lat 1991–2010, najmniejsze średnie roczne prędkości wiatru notowano w centralnej części województwa warmińsko-mazurskiego – w Mikołajkach i Olsztynie, większe w kierunku północno-wschodnim.

2. W Kętrzynie, Mikołajkach i Olsztynie wiatr najczęściej występował z sektora zachodniego i południowego, a w Elblągu z południowego. We wszystkich badanych miejscowościach wiatr najrzadziej występował z sektora północno-wschodniego.

3. Spośród analizowanych miejscowości, najwięcej cisz atmosferycznych wystąpiło w centralnej części województwa – w Olsztynie i Mikołajkach, a najmniej na jego obrzeżach – w Elblągu i Kętrzynie.

## LITERATURA

- BARTNICKI L. 1930. Prądy powietrzne dolne w Polsce. *Prace Geofizyczne*. Z. 3 (9) s. 3–36.
- BORYCZKA J., STOPA-BORYCZKA M. 2004. Cykliczne wahania temperatury i opadów w Polsce w XIX – XXI wieku. *Acta Agrophysica*. Vol. 3 s. 21–33.
- BRZEZIŃSKA-RAWA A., GOŹDZIEWICZ-BIECHOŃSKA J. 2014. Recent developments in the wind energy sector in Poland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 38 s. 79–87. DOI: 10.1016/j.rser.2014.05.086.
- CZARNECKA M., NIDZGORSKA-LENCEWICZ J. 2007. Charakterystyka turbulencji na podstawie prędkości wiatru w rejonie Stargardu Szczecińskiego. *Acta Agrophysica*. Vol. 9. Nr 2 s. 321–332.
- DEGIRMENDŽIĆ J., KOZUCHOWSKI K., ŻMUDZKA E. 2004. Changes of air temperature and precipitation in Poland in the period 1951–2000 and their relationship to atmospheric circulation. *International Journal of Climatology*. Vol. 24. Iss. 3 s. 291–310. DOI: 10.1002/joc.1010.



- FLAGA A. 2008. Inżynieria wiatrowa. Podstawy i zastosowania. Warszawa. Wydaw. Arkady. ISBN 978-83-213-4526-0 ss. 720.
- GRABOWSKI J. 1996. Analiza warunków anemometrycznych i zachmurzenia w wybranych miejscowościach Pojezierza Warmińsko-Mazurskiego w latach 1971–1990. *Acta Academiae Agriculturae Ac Technicae Olstenensis. Agricultura*. Nr 62 s. 3–12.
- GRABOWSKI J. 2001. Meteorologiczne warunki plonowania ziemniaka w Polsce północno-wschodniej. *Rozprawy i Monografie UW-M Olsztyn*. Nr 45. ISBN 83-7299-109-X ss.71.
- HUTOROWICZ H. 1982. Charakterystyka niektórych elementów klimatu terenów woj. Elbląskiego. I. Wiatr. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie. Rolnictwo*. Nr 32 s. 3–16.
- HUTOROWICZ H. 1994. Próba oszacowania niektórych charakterystyk agroklimatu okolic Baranowa k. Mikołajek. III. Stosunki anemometryczne, zachmurzenie. *Acta Academiae Agriculturae Ac Technicae Olstenensis. Agricultura*. Nr 57 s. 17–22.
- LORENC H. 1996. Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce. *Materiały Badawcze. Ser. Meteorologia*. Nr 25. Warszawa. Wydaw. IMGW. ISSN 0239-6262 ss. 155.
- LORENC H. (red.) 2005. *Atlas Klimatu Polski*. Warszawa. Wydaw. IMGW. ISBN 83-88897-43-8 ss. 116.
- MAJEWSKI G., NASIŁOWSKA B. 2011. Energia wiatru – ocena zasobów i problemy inwestycji w odnawialne źródła energii na przykładzie gminy Latowicz (woj. mazowieckie). *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*. Nr 51 s. 61–71.
- MICHALAK P., ZIMNY J. 2011. Wind energy development in the world, Europe and Poland from 1995 to 2009; current status and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 15. Iss. 5 s. 2330–2341. DOI: 10.1016/j.rser.2011.02.008.
- NIDZGORSKA-LENCEWICZ J., CZARNECKA M. 2011. Deformacja warunków anemometrycznych w Szczecinie. *Prace i Studia Geograficzne*. T. 47 s. 401–408.
- NOWICKA A., GRABOWSKA K. 1989. Charakterystyka ważniejszych elementów klimatu Pojezierza Warmińsko-Mazurskiego. V. Stosunki anemometryczne. *Acta Academiae Agriculturae Ac Technicae Olstenensis. Agricultura*. Nr 50 s. 49–59.
- OLBA-ZIĘTY E., GRABOWSKI J., GRABOWSKA K. 2007. Porównanie wybranych warunków pogodowych w dwóch mezoregionach Pojezierza Mazurskiego. *Acta Agrophysica*. Vol. 9. Nr 3 s. 699–709.
- PARCZEWSKI W. 1973. Struktura dobowego przebiegu dolnych cisz atmosferycznych w Warszawie. *Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej*. T. 9 (21). Z. 2–3 (94–95) s. 39–50.
- PAWLAK W. 2014. Wymiana turbulencyjna dwutlenku węgla między atmosferą a terenem zurbanizowanym, rolniczym i podmokłym – różnice w rocznej i dobowej zmienności. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*. Vol. 23. Iss. 2 (64) s. 131–139.
- POŻARSKA K., GRABOWSKI J. 2013. Kształtowanie się prędkości wiatrów w wybranych miejscowościach Polski północno-wschodniej w aspekcie ich wykorzystania energetycznego. *Nauka Przyroda Technologie*. T. 7. Z. 4 (65) s. 1–8.
- VAN DEN BESSELAAR E.J.M., KLEIN TANK A.M.G., VAN DER SCHRIER G. 2010. Influence of circulation types on temperature extremes in Europe. *Theoretical and Applied Climatology*. Vol. 99. Iss. 3–4 s. 431–439. DOI: 10.1007/s00704-009-0153-6.
- ŻYROMSKI A., BINIAK-PIERÓG M., BURSZTA-ADAMIAK E., ZAMIAK Z. 2014. Evaluation of relationship between air pollutant concentration and meteorological elements in winter months. *Journal of Water and Land Development*. No. 22 s. 25–32. DOI: 10.2478/jwld-2014-0019.

Katarzyna POŻARSKA, Jan GRABOWSKI

**VARIABILITY OF ANEMOMETRIC CONDITIONS  
IN THE WARMIŃSKO-MAZURSKIE PROVINCE IN THE YEARS 1991–2010**

**Key words:** atmospheric calm, direction, speed, wind

**S u m m a r y**

This paper describes anemometric conditions in four localities of the Warmińsko-Mazurskie Province of different physiographic conditions. The aim of this study was to analyse the anemometric conditions in the years 1991–2010 in different speed classes based on 360 degree wind rose. Furthermore, the frequency of calms during this period was also calculated.

The input data on the average wind speed and direction were obtained from meteorological stations of the Institute of Meteorology and Water Management – National Research Institute located in Elbląg, Kętrzyn, Mikołajki and Olsztyn.

Based on the analysis of the anemometric conditions in the analyzed 20-year period it was found that the highest average wind speed was in Kętrzyn ( $3.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) and the lowest was in Mikołajki and Olsztyn ( $2.9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Among all studied localities, the southerly winds dominated in Elbląg, in other localities westerly and southerly winds were dominating. The largest frequency of atmospheric calms (7.4%) occurred in Olsztyn.

**Adres do korespondencji:** mgr inż. K. Pożarska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Gospodarki Wodnej, Klimatologii i Kształtowania Środowiska, pl. Łódzki 1, 10-727 Olsztyn; tel. +48 89 523-43-36, e-mail: katarzyna.pozarska@uwm.edu.pl