

# PRĘDKOŚĆ I KIERUNEK WIATRU NA ŚWIĘTYM KRZYŻU

Jerzy L. Olszewski, Grzegorz Żarnowiecki, Hanna Rzepka

Olszewski J.L., Żarnowiecki G., Rzepka H., 1994: *Prędkość i kierunek wiatru na Świętym Krzyżu (Velocity and direction of wind on Święty Krzyż Mt.)*. Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego, nr 2, s. 55-59, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

**Zarys treści:** Na podstawie 33-letniej serii pomiarowej stacji meteorologicznej Święty Krzyż przeanalizowano zmienność kierunków wiatru w cyklu rocznym oraz zmienność prędkości wiatru w wieloletnim, cyklu rocznym i dobowym.

Jerzy L. Olszewski, Grzegorz Żarnowiecki, Hanna Rzepka, Instytut Geografii, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, ul. M. Konopnickiej 21, 25-406 Kielce

## 1. Wstęp

Poznanie warunków anemometrycznych stacji meteorologicznej na Świętym Krzyżu ma duże znaczenie nie tylko w skali lokalnej, jako jednego z elementów klimatu Łysogór. Dzięki umieszczeniu wiatromieryza na wysokości 614,5 m n.p.m., na budynku Muzeum Świętokrzyskiego Parku Narodowego, a więc wyżej od najwyższego szczytu Gór Świętokrzyskich, otrzymujemy informacje o wietrze, którego kierunek i prędkość – gdy chodzi o pomiary naziemne – najbardziej nawiązuje do parametrów wiatru górnego (geostroficznego). Ponieważ zanieczyszczenia pochodzące z odległych źródeł emisji są przenoszone właśnie przez wiatry górne na wysokościach rzędu setek – kilku tysięcy metrów, rozkład kierunków wiatrów na Świętym Krzyżu – najwyższym punkcie w promieniu ok. 200 km – jest cenną informacją dla monitoringu powietrza atmosferycznego w regionie świętokrzyskim.

W dotychczasowym piśmiennictwie warunki anemometryczne Gór Świętokrzyskich charakteryzowano ogólnie na podstawie krótkich serii pomiarowych kilku innych stacji meteorologicznych [Kozłowska-Szczęsna, Paszyński 1967] a szczegółową analizę wiatru w oparciu o dane ze stacji meteorologicznej w Kielcach zawiera praca Żarnowieckiego [1993]. Celowość takiego opracowania dla Świętego Krzyża wynika również z faktu, że znajduje się on w parku narodowym.

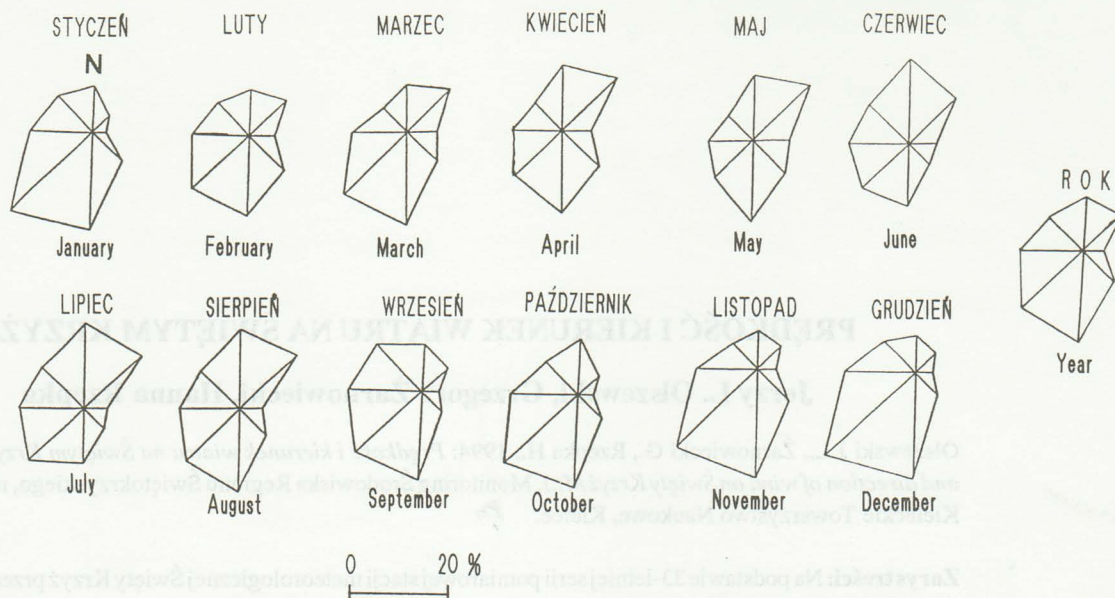
W niniejszej pracy przeanalizowano zmienność kierunku i prędkości wiatru na Świętym Krzyżu na podstawie codziennych terminowych pomiarów stacji meteorologicznej PIHM-

IMGW (576 m n.p.m.) w okresie 1955-1987. Dane zostały udostępnione przez Pracownię Naukowo-Badawczą Świętokrzyskiego Parku Narodowego, za co serdecznie dziękujemy Dyrekcji Parku. Były one uprzednio obiektem pracy magisterskiej Hanny Rzepki [1991].

## 2. Kierunek wiatru

Na Świętym Krzyżu przeważającym jest kierunek południowy (S) o średniej dla wielolecia rocznej częstości 18,96%. Na sektor o składowej południowej (SE, S i SW) przypada 45,02% obserwacji, a na sektor zachodni (SW, W, NW) 40,16% (tab. 1). Najrzadziej wiatry wieją ze wschodu (4,80%), południowego wschodu (8,25%). Taki rozkład częstości jest nietypowy, gdyż na większości polskich stacji dominują wiatry z sektora zachodniego, a kierunkami o najmniejszej częstości jest zwykle kierunek północno-wschodni lub północny. Interesujące jest, że zbliżoną kształtem różę wiatrów ma stacja na Kasprowym Wierchu [Kaczorowska 1977].

Również pod względem rocznego przebiegu częstości wiatru stacja na Świętym Krzyżu wykazuje pewne indywidualne cechy. W listopadzie obserwujemy tu zmianę przeważającego kierunku z południowego na południowo-zachodni (rys. 1), a więc zgodnie z ruchem wskazówek zegara, natomiast prawidłowością dla większości polskich stacji jest przesunięcie o



Rys. 1. Średnia miesięczna i roczna częstość (%) kierunków wiatru na Świętym Krzyżu (1955-1987)  
 Fig. 1. Mean monthly and annual frequency (%) of wind directions on Święty Krzyż Mt. (1955-1987)

tej porze roku kierunku dominującego przeciwnie do ruchu wskazówek zegara (zwykle z W na SW).

Kierunek południowy jest na Świętym Krzyżu przeważającym dla siedmiu miesięcy (od lutego do maja i od sierpnia do października). Drugi pod względem rocznej częstości kierunek południowo-zachodni dominuje od listopada do stycznia. W maju duże częstości mają kierunki północno-wschodni i północny. Jest to zarazem miesiąc, w którym najmniejsze w przebiegu rocznym częstości mają dwa inne kierunki południowo-zachodni i zachodni.

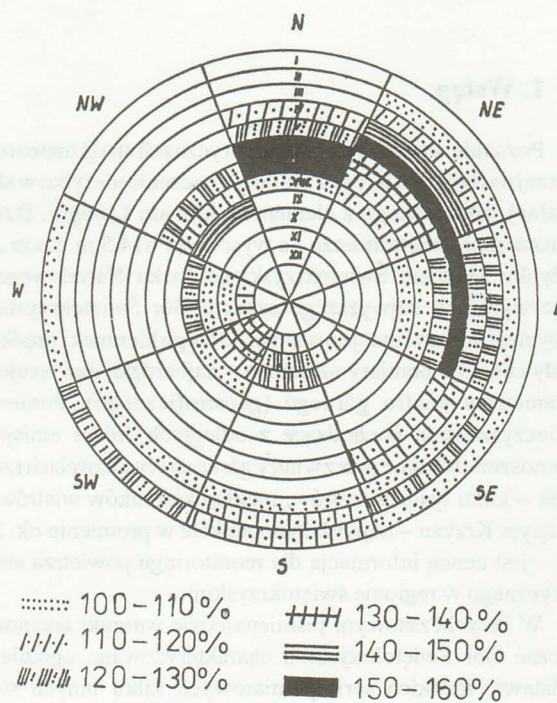
W ciągu roku największą średnią częstość mają wiatry z południowo-zachodu w grudniu (24,73%), i z południa w październiku (24,24%). Najrzadziej wieje wiatr ze wschodu w styczniu (2,78%). Kierunki wykazujące największą częstość cechuje również największa amplituda częstości kierunków w ciągu roku (tab. 1).

Tab. 1. Średnia miesięczna i roczna częstość (%) kierunków wiatru i cisze atmosferycznych na Świętym Krzyżu (1955-1987)  
 Fig. 1. Mean monthly and annual frequency (%) of wind directions and atmospheric calms on Święty Krzyż Mt. (1955-1987)

Miesiąc Month	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisze Calms
I	9,50	4,96	2,78	8,82	20,98	23,06	12,91	9,49	7,49
II	9,49	10,62	5,19	10,06	21,20	15,95	11,99	9,45	6,05
III	10,04	12,36	5,92	8,92	19,51	18,86	11,30	7,02	6,02
IV	13,36	15,27	6,13	9,79	17,49	13,65	10,53	8,26	5,49
V	14,09	16,73	7,28	9,74	17,43	11,02	9,71	7,26	6,74
VI	11,88	13,57	6,18	7,44	13,22	13,10	12,80	11,84	4,44
VII	17,69	12,36	4,97	5,53	11,74	15,62	13,67	12,31	6,11
VIII	12,72	12,44	4,89	8,02	17,64	14,74	12,38	11,13	6,03
IX	10,54	7,68	3,55	6,34	18,74	18,43	15,83	13,69	5,19
X	9,56	6,64	8,11	7,46	24,24	20,97	13,27	9,37	5,38
XI	8,05	6,86	4,17	9,39	22,94	23,56	13,10	7,60	4,31
XII	7,15	5,80	3,83	7,56	22,41	24,73	14,31	9,00	5,20
Rok Year	11,67	10,44	4,80	8,25	18,96	17,81	12,65	9,70	5,70

Uzupełnieniem charakterystyki przebiegów częstości poszczególnych kierunków wiatru jest tak zwana aktywność wiatru rozumiana jako częstość określonych kierunków w stosunku

do ich średniej rocznej częstości (Wójtowicz 1963). Uzyskane w ten sposób względne częstości wiatrów prezentuje quasi-spirala (rys. 2), na której w kolejnych miesiącach coraz to inne kierunki osiągną swoją największą aktywność. Skręt spirali w lewo wskazuje, że zmiany aktywności wiatru następują w kierunku odwrotnym do ruchu wskazówek zegara.



Rys. 2. Roczny przebieg aktywności wiatru (%) na Świętym Krzyżu (1955-1987) przedstawiony metodą quasi-spirali Wójtowicza (1963)  
 Fig. 2. Annual course of wind activity (%) on Święty Krzyż Mt. (1955-1987) presented by quasi-spiral method of Wójtowicz (1963)

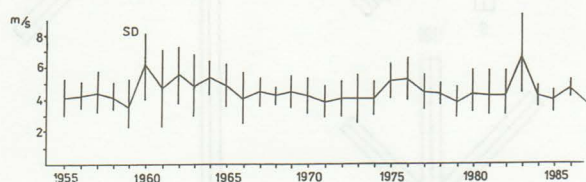
W cyklu rocznym aktywności wiatru zaznaczają się dwa okresy: pierwszy od października do stycznia ze wzmożoną aktywnością wiatrów o składowej południowej oraz drugi od

marca do sierpnia ze wzmożoną aktywnością wiatrów o składowej północnej. Luty jest miesiącem o najbardziej równomiernym rozkładzie aktywności wiatru. W ciągu roku charakterystyczne jest większe zróżnicowanie kierunków wiatrów najaktywniejszych niż kierunków wiatrów przeważających. Poza widoczną kolejnością zmian występuje wzajemna przeciwstawność kierunków wiatrów najaktywniejszych w ciepłej i chłodnej porze roku, co wynika z zasadniczo różnej sytuacji barycznej w Europie.

### 3. Prędkość wiatru

Średnia wieloletnia prędkość wiatru na Świętym Krzyżu wynosi 4,6 m/s, co jest wielkością porównywalną ze stacjami na wybrzeżu Bałtyku, na przykład dla Łeby wynosi ona 5,1 m/s, dla Helu 4,4 m/s [Kozierski, Wierzbicki 1964]. Większe prędkości wiatru w stosunku do terenów sąsiednich (Kielce 2,8 m/s) wynikają oczywiście z wyższego położenia stacji na Świętym Krzyżu, co jeszcze wyraźniej jest podkreślone niewielką częstością cisz wynoszącą tu 5,70% (w Kielcach 18,6%). Niekorzystne z punktu widzenia warunków higienicznych powietrza cisze występują przede wszystkim w styczniu (7,49%) przy częstych o tej porze inwersjach termicznych [Kłysik 1974]. Stosunkowo najmniej okresów bezwietrznych występuje w listopadzie (4,31%) i w czerwcu (4,44%).

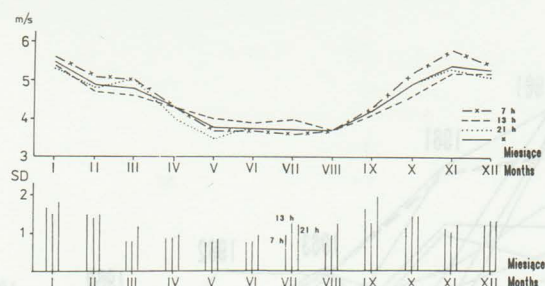
Przebieg średniej rocznej prędkości wiatru w wieloleciu jest dość wyrównany (rys. 3), choć można wyróżnić dwa maksima (rok 1960 – 6,7 m/s, rok 1983 – 6,6 m/s) i jedno minimum (rok 1959 – 3,5 m/s). W rozpatrywanym okresie zdecydowanie przeważały lata ze średnią prędkością mniejszą od średniej wieloletniej (takich lat było 23), a tylko w 9 latach prędkość wiatru była od niej większa. Według klasyfikacji Parczewskiego [1960] na Świętym Krzyżu dominują wiatry umiarkowane o prędkościach od 4 do 7 m/s. Tylko 5 lat miało średnie roczne prędkości w klasie wiatrów słabych (od 2 do 4 m/s). Biorąc pod uwagę średnie miesięczne prędkości wiatru w wieloleciu stwierdzamy, że miesiące o prędkościach w klasie wiatrów umiarkowanych było 57,8%, w klasie wiatrów słabych 35,0%, wiatrów silnych (od 7 do 10 m/s) 6,7%, a tylko 0,5% stanowiły miesiące ze średnią prędkością w klasie wiatrów bardzo słabych (poniżej 1 m/s).



Rys. 3. Średnie roczne prędkości (m/s) wiatru na Świętym Krzyżu w okresie 1955-1987  
Fig. 3. Mean annual wind velocity (m/s) on Święty Krzyż in the period 1955-1987

Nie stwierdzono statystycznie istotnego związku między średnią roczną prędkością wiatru a zmiennością tej prędkości w ciągu roku wyrażoną odchyleniem standardowym obliczonym dla wartości średnich miesięcznych.

Roczne przebiegi prędkości wiatru w wieloleciu 1955-1989 naniesiono na wykres o wspólnych współrzędnych (rys. 4) co pozwoliło na sugestywne przedstawienie zmienności prędkości wiatru z miesiąca na miesiąc oraz porównanie zakresu wahań tych prędkości z rocznym przebiegiem prędkości



Rys. 5. Średni roczny przebieg prędkości (m/s) wiatru na Świętym Krzyżu (1955-1987) w poszczególnych terminach obserwacyjnych oraz jej zmienność wyrażona odchyleniem standardowym (SD)

Fig. 5. Mean annual course of wind velocity (m/s) on Święty Krzyż Mt. (1955-1987) in particular observation times with standard deviations (SD)

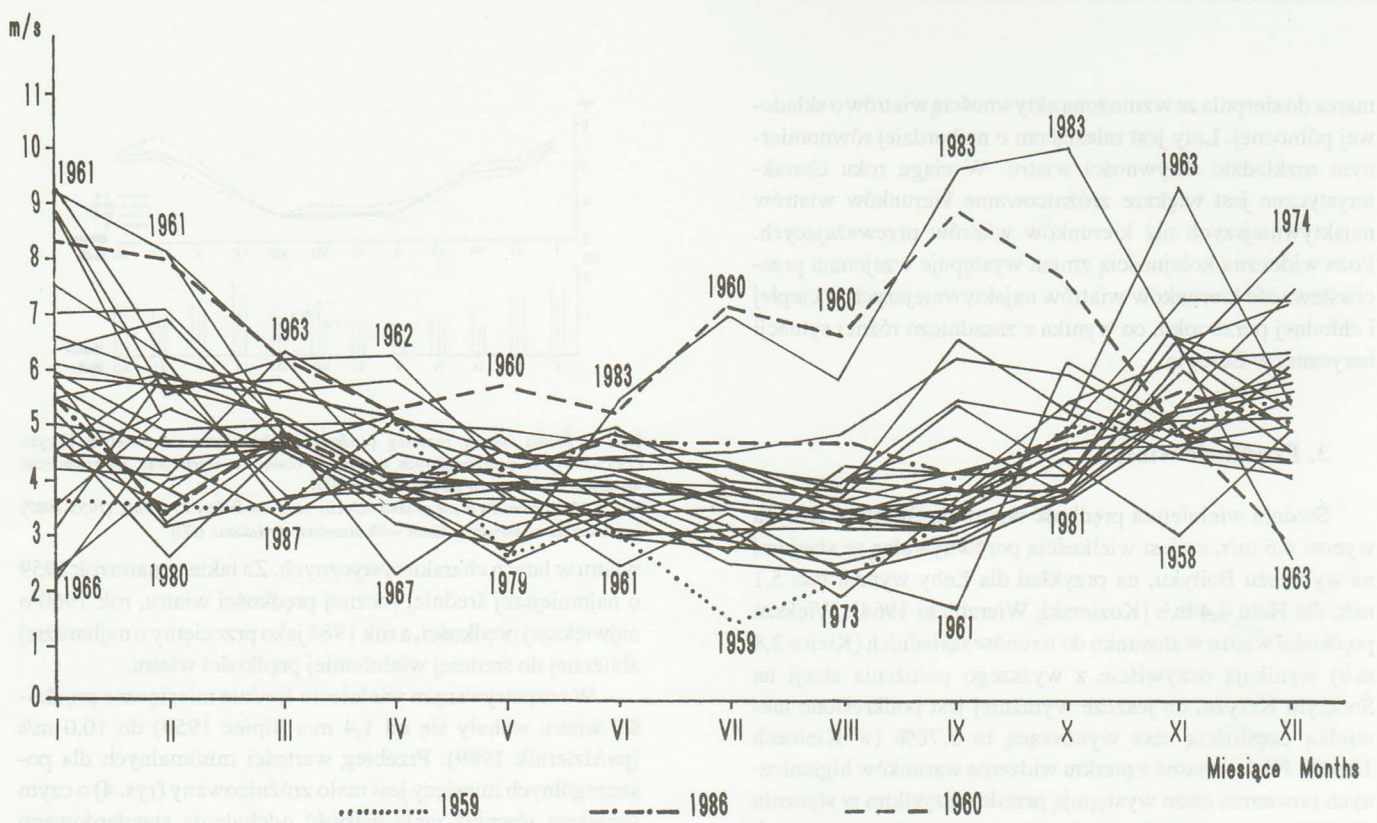
wiatru w latach charakterystycznych. Za takie uznano rok 1959 o najmniejszej średniej rocznej prędkości wiatru, rok 1960 o największej prędkości, a rok 1986 jako przeciętny o najbardziej zbliżonej do średniej wieloletniej prędkości wiatru.

W rozpatrywanym wieloleciu średnie miesięczne prędkości wiatru wahały się od 1,4 m/s (lipiec 1959) do 10,0 m/s (październik 1989). Przebieg wartości minimalnych dla poszczególnych miesięcy jest mało zróżnicowany (rys. 4) o czym świadczy również mała wartość odchylenia standardowego (SD = 0,53 m/s). Dla wartości maksymalnych odchylenie standardowe jest trzykrotnie większe (SD = 1,62 m/s), a ich roczny przebieg cechuje duża nieregularność. W rocznym przebiegu wartości maksymalnych zaznacza się minimum wiosenne (IV-VI) i maksimum jesienne (IX-XI). Największe wahania prędkości wiatru występują we wrześniu i w październiku, a miesiącami o najbardziej stabilnej średniej prędkości są czerwiec, marzec i maj.

Na Świętym Krzyżu największe średnie dobowe prędkości wiatru występują jesienią i zimą z maksimum w listopadzie (5,7 m/s). Najmniejsze średnie dobowe prędkości wiatru (3,8 m/s) występują od maja do sierpnia. Biorąc pod uwagę również dane z trzech terminów obserwacyjnych zauważa się (rys. 5), że zimą największe prędkości występują o godz. 7 (I termin), natomiast latem o godz. 13 (II termin), gdy wzmożona konwekcja i turbulencja ujawnia się przez wzrost prędkości wiatru. Od września do marca najmniejsze prędkości wiatru występują w II terminie, w kwietniu i w maju w terminie wieczornym (III) o godz. 21, w czerwcu w terminie rannym (I). Nietypowy okazał się sierpień, którego średnie prędkości w trzech terminach są bardzo zbliżone.

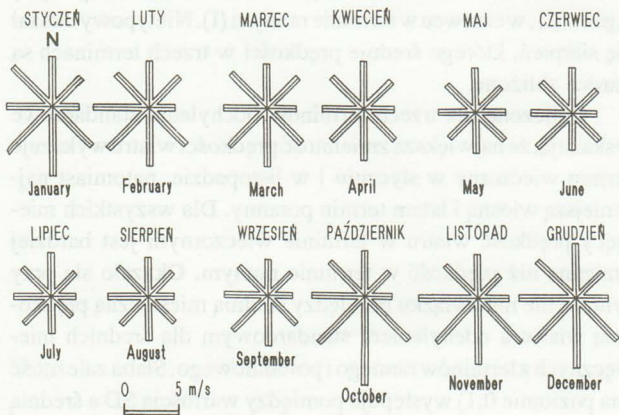
Obliczone dla trzech terminów odchylenia standardowe wskazują, że największą zmienność prędkości wiatru wykazuje termin wieczorny w styczniu i w listopadzie, natomiast najmniejszą wiosną i latem termin poranny. Dla wszystkich miesięcy prędkość wiatru w terminie wieczornym jest bardziej zmienna niż prędkość w terminie rannym. Okazało się przy tym, że nie ma związku pomiędzy średnią miesięczną prędkością wiatru a odchyleniem standardowym dla średnich miesięcznych z terminów rannego i południowego. Słaba zależność (na poziomie 0,1) występuje pomiędzy wartością SD a średnią prędkością dobową ( $r = 0,56$ ) i pomiędzy wartością SD a średnią prędkością wiatru z terminu wieczornego ( $r = 0,55$ ).

Największą średnią prędkość roczną mają wiatry z kierunku południowego – 5,3 m/s. Szczególnie silne są one w październiku (8,5 m/s), przy czym aż dla 9 miesięcy kierunek południowy charakteryzuje się największymi prędkościami



Rys. 4. Roczne przebiegi prędkości (m/s) wiatru na Świętym Krzyżu we wszystkich latach okresu 1955-1987  
 Fig. 4. Annual courses of wind velocity (m/s) on Święty Krzyż Mt. in all years of the period 1955-1987

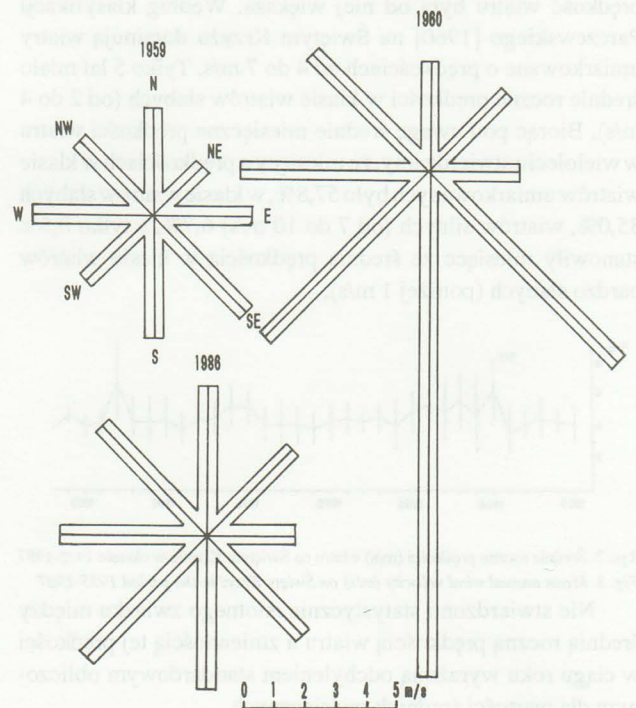
wiatru (rys. 6). Znaczne prędkości wiatru z południa i południowego zachodu w okresie od października do marca wynikają z dużych gradientów barycznych w ośrodkach niżowych przemieszczających się często w tej porze roku z zachodu na wschód nad Polską [Parczewski 1971]. Latem stosunkowo największe prędkości wiatrów notowane są z kierunków północnego i północno-zachodniego. W okresie od kwietnia do września zróżnicowanie prędkości wiatrów z poszczególnych kierunków jest niewielkie w przeciwieństwie do sezonu jesienno-zimowego. W październiku różnice między kierunkami są największe i przekraczają 6 m/s. W ciągu roku najmniejsze prędkości wiatrów (z wyjątkiem października) notuje się przy wietrze ze wschodu. W okresie od maja do lipca największe prędkości mają wiatry z północy, w pozostałych miesiącach z południa.



Rys. 6. Średnie miesięczne rozkłady prędkości (m/s) wiatru na Świętym Krzyżu (1955-1987)  
 Fig. 6. Mean monthly roses of wind velocity (m/s) on Święty Krzyż (1955-1987)

Rozpatrując lata skrajne pod względem prędkości wiatru zauważamy (rys. 7), że w roku 1959 najmniej wietrznym

zróżnicowanie prędkości wiatrów z poszczególnych kierunków było niewielkie (max. 2,1 m/s). W roku najbardziej wietrznym w różny wiatrów zdecydowanie dominuje kierunek południowy, przy bardzo dużej (13,6 m/s) amplitudzie prędkości wynikającej z dużych prędkości wiatru z południa.



Rys. 7. Średnie roczne rozkłady prędkości (m/s) wiatru na Świętym Krzyżu w roku najmniej wietrznym (1959), najbardziej wietrznym (1960) i przeciętnym (1986) okresu 1955-1987

Fig. 7. Mean annual roses of wind velocity (m/s) on Święty Krzyż Mt. in the least windy year (1959), the most windy year (1960) and in the average year (1986) for the period 1955-1987

#### 4. Podsumowanie

1. Na Świętym Krzyżu w roku dominuje południowy kierunek wiatru (18,9%) osiągający w październiku maksimum występowania (24,2%). W odróżnieniu od mało zmiennych kierunków przeważających wiatry najaktywniejsze wykazują duże zróżnicowanie kierunkowe.
2. Przy średniej wieloletniej prędkości wiatru 4,6 m/s największy udział pod względem częstości (57,8%) mają wiatry umiarkowane. Częstość wiatrów bardzo słabych i cisz atmosferycznych jest niewielka i wynosi odpowiednio 0,5% i 5,7%. Wiatry o największej prędkości wieją z południa, one też w największym stopniu wpływają na średnie prędkości roczne.
3. Zmniejszony udział częstości i prędkości wiatrów zachodnich w porównaniu ze stacjami nizinnymi wynika z położenia Świętego Krzyża na wschodnim krańcu prawie równoleżnikowego pasma Łysogór. Wpływ orografii polega tu na wzroście od zachodu tzw. tarcia zewnętrznego, które zmniejszając prędkość wiatru zmienia zarazem jego kierunek w stosunku do gradientu barycznego.

#### 5. Literatura

- Kaczorowska Z., 1977: *Pogoda i klimat*. WSiP Warszawa.
- Kłysik K., 1974: *Warunki termiczne obszaru świętokrzyskiego*. Zesz. Nauk. UŁ.: 57-74.
- Kozierski J., Wierzbicki Z., 1964: *Prędkość wiatru w miastach Polski oraz znaczenie wietrzności dla izolacyjności i przewietrzania budynków*. Seria Zagadnienia Fizykalne w Architekturze i Budownictwie, z. 3. PWN Warszawa: 3-41.
- Kozłowska-Szczęsna T., Paszyński J., 1967: *Stosunki klimatyczne Gór Świętokrzyskich*. Probl. Zagosp. Ziem Górskich 4(17): 79-129.
- Parczewski W., 1960: *Klasyfikacja przedziałów prędkości wiatru w zastosowaniu do opracowań klimatycznych i bioklimatycznych*. Przegl. Geofiz. V(XIII), z. 2: 117-122.
- Rzepka H., 1987: *Prędkość i kierunek wiatru w partii grzbietowej Łysogór w Świętokrzyskim Parku Narodowym według pomiarów na Świętym Krzyżu*, mps pr mgr. WSP Kielce.
- Wójtowicz W., 1963: *Aktywność wiatru w Polsce*. Czas. Geogr., T. 34, z. 2: 129-148.
- Żarnowiecki G., 1993: *Warunki anemometryczne Kielc i ich związek ze stanem zanieczyszczenia powietrza*. Studia Kieleckie KTN, 2/78: 7-23.

#### VELOCITY AND DIRECTION OF WIND ON THE ŚWIĘTY KRZYŻ Mt.

##### Summary

On the basis of 33-years (1955-1987) observation series of Święty Krzyż station, frequency of wind directions and variation of wind velocity in annual and daily cycle is presented.

On Święty Krzyż Mt. the winds from the south are characterized by the highest annual frequency (19,0%) and the highest mean annual velocity (5,3 m/s). The eastern winds are least frequent (4,8%).

From October to February the southern and west-southern winds dominate which are strongest as well. In spring and summer frequency of northerly winds increases, and mean monthly velocities of winds from each direction are similar.

The anemometric conditions of Święty Krzyż are specific in the region by majority of southern winds, high annual wind velocity (4,6 m/s) and low frequency of atmospheric calms (5,7%). Above features are consequence of station situation on the eastern upper-most part of Łysogóry range.