

# WPŁYW CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ NA PRZEWODNOŚĆ ELEKTROLITYCZNĄ ROZTWORÓW WODY OPADOWEJ W ZLEWNI BYSTRZANKI W LATACH 1995–2004

Witold Bochenek

**Bochenek W., 2005:** Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na przewodność elektrolityczną roztworów wody opadowej w zlewni Bystrzanki w latach 1995–2004 (*The impact of air masses circulation on specific electric conductivity of precipitation water in the Bystrzanka catchment in 1995–2004*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego* nr 6, s. 49–58, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

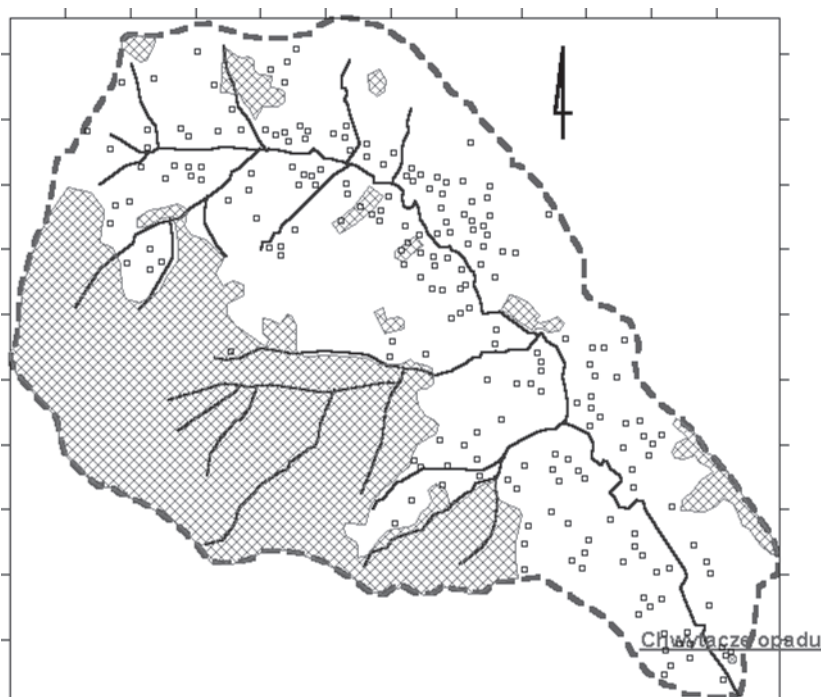
**Zarys treści:** W oparciu o 10-letnią serię wyników pomiarów przewodności elektrolitycznej (SEC) wody opadów atmosferycznych, przeprowadzono analizę (ocenę) wpływu, jaki na wielkość przewodności odgrywa charakter masy powietrza, typ cyrkulacji atmosferycznej oraz kierunek wiatru. Pozwala to oszacować kierunek i odległość potencjalnych emitorów zanieczyszczeń oraz ich wpływ na kształtowanie chemizmu wody opadowej w dłuższej skali czasowej. Stwierdzono wzrost przewodności elektrolitycznej wody opadowej w czasie antycyklonalnych adwekcji z kierunków południowego i południowo-wschodniego oraz mas powietrza polarno-morskiego i polarno-kontynentalnego. Kierunek wiatru wpływa na wielkość przewodności elektrolitycznej wody poprzez przenoszenie zanieczyszczeń o charakterze lokalnym (z pobliskich zabudowań).

**Słowa kluczowe:** przewodność elektrolityczna właściwa, masa powietrza, typ cyrkulacji atmosferycznej, adwekcja, kierunek wiatru.

Witold Bochenek, Stacja Naukowa IGiPZ PAN, Szymbark 430, 38-311 Szymbark, tel./fax. 0-18 3513170, e-mail: igszymbark@poczta.onet.pl

## 1. Wstęp

Przewodność elektrolityczna właściwa wskazuje na ilość substancji rozpuszczonych w roztworach, niezależnie od ich miejsca na etapie obiegu wody. Wyniki badań takich zależności wielokrotnie publikowano w literaturze (Janiec 1982, Stach 2003). Opady atmosferyczne przechwytyują substancje gazowe i aerozole występujące w atmosferze, mające częstokroć charakter zanieczyszczeń i doprowadzają je do szeroko rozumianej powierzchni ziemi (poprzez szatę roślinną, bezpośrednio do środowiska glebowego lub bezpośrednio do cieków). Przewodność elektrolityczna wody opadowej zależy głównie

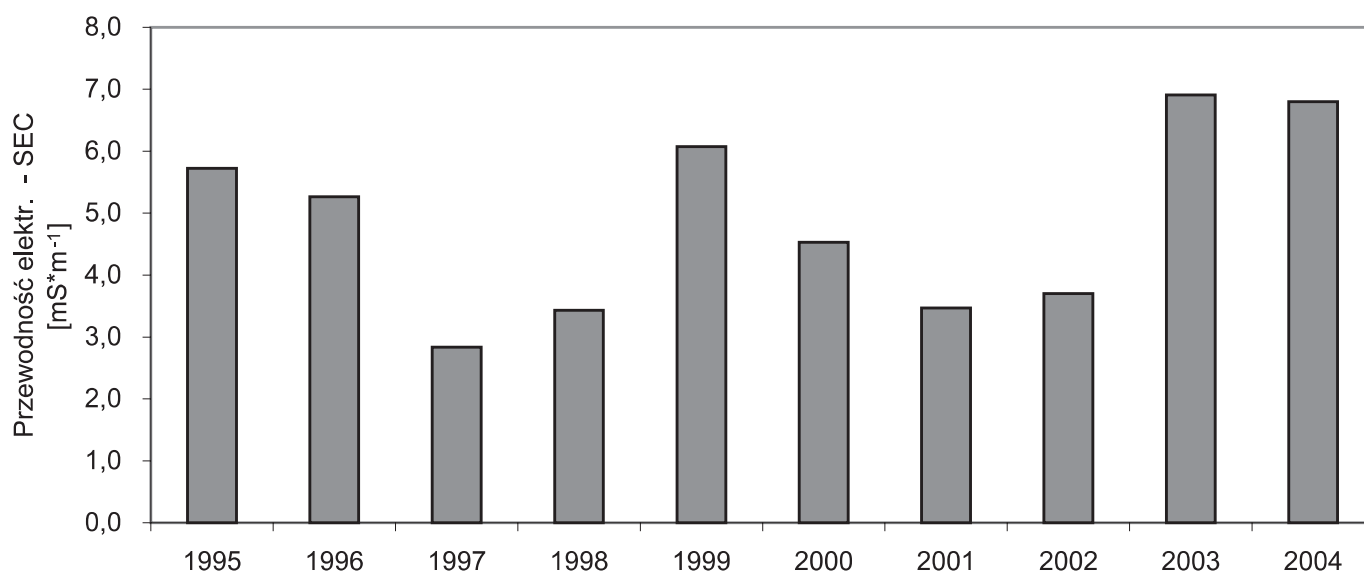


Ryc. 1. Lokalizacja stanowiska poboru wody opadowej w zlewni Bystrzanki  
Fig. 1. Location of water sampling point in the Bystrzanka catchment

od wysokości, natężenia i częstotliwości opadów atmosferycznych, związanych z cyrkulacją mas powietrza w skali regionalnej (kontynentalnej) lub lokalnymi konwekcyjnymi ruchami powietrza, powodującymi powstawanie chmur burzowych i w dalszej konsekwencji opadów ulewnych. Czynnikiem wpływającym na wielkość przewodności elektrolitycznej opadów jest kierunek wiatru, determinujący wpływ lokalnych źródeł zanieczyszczeń powietrza.

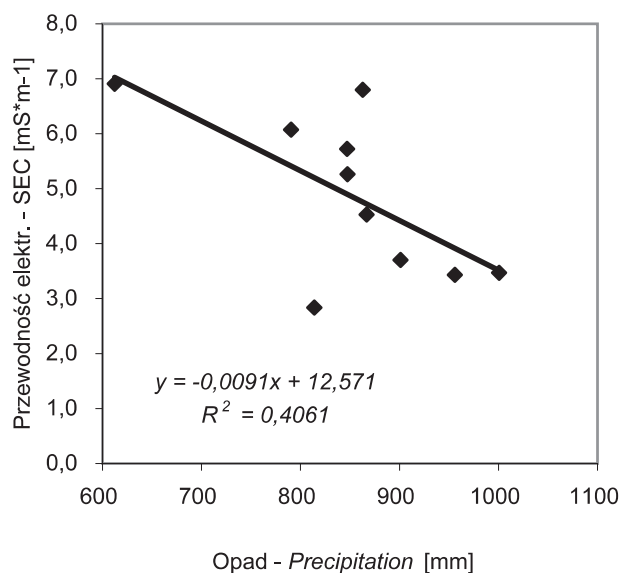
## 2. Cel, metodyka i teren badań

Celem przedstawionego opracowania jest określenie wpływu charakteru i kierunku napływu mas powietrza oraz kierunku wiatru na wielkość przewodności elektrolitycznej wody opadowej. Podstawą analizy były wyniki pomiarów przewodności elektrycznej w dobowych próbach wody opadowej pobieranej w ogródku meteorologicznym Stacji Naukowej IGiPZ PAN (Stacji Bazowej ZMŚP) w Szymbarku k. Gorlic przez 10 lat hydrologicznych (1995–2004) w ramach realizacji programu badawczego Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stanowisko to zlokalizowane jest w dolnej części zlewni Bystrzanki, będącej jedną ze zlewni eksperymentalnych ZMŚP (ryc. 1). Wodę pobierano do dwóch chwytaczy w postaci tzw. opadu całkowitego. Pomiar przewodności przeprowadzano w laboratorium Stacji przy pomocy konduktometrów: CC-311 (lata 1995-1997) i CC-315 (lata 1998-2004).



Ryc. 2. Średnia roczna przewodność elektrolityczna roztworów wody opadowej

Fig. 2. Annual average values of specific electric conductivity (SEC) of precipitation water

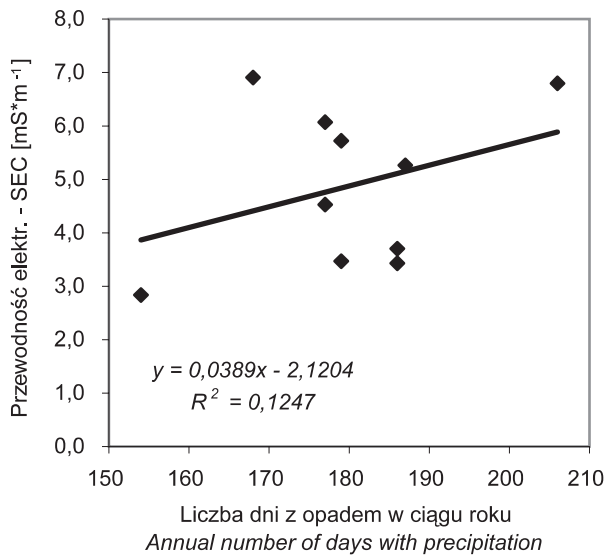


Ryc. 3. Zależność średniej rocznej przewodności elektrolitycznej wody opadowej od sumy opadów atmosferycznych

Fig. 3. Dependence between annual average SEC of precipitation water and precipitation sums

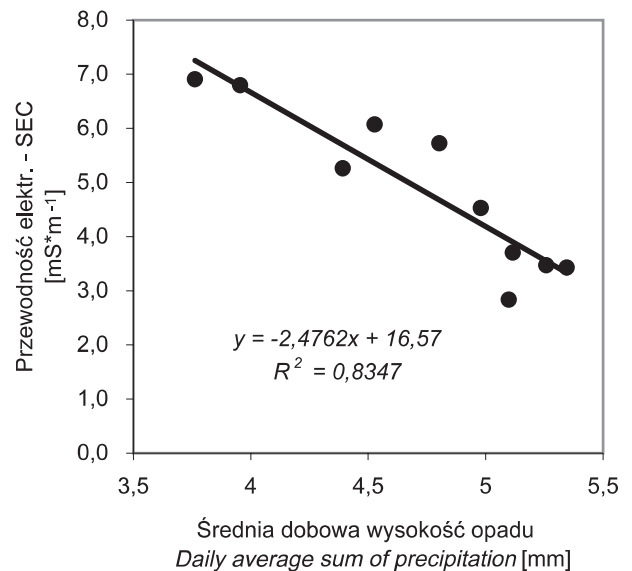
## 3. Wyniki badań

Średnie roczne wartości przewodności elektrolitycznej ważone względem opadu w latach 1995-2004 kształtowały się w granicach 2,84 – 6,71 mS\*m<sup>-1</sup> (ryc. 2). Ujemny i wysoki współczynnik korelacji Pearsona  $r = -0,637$  (statystycznie istotny na poziomie ufności



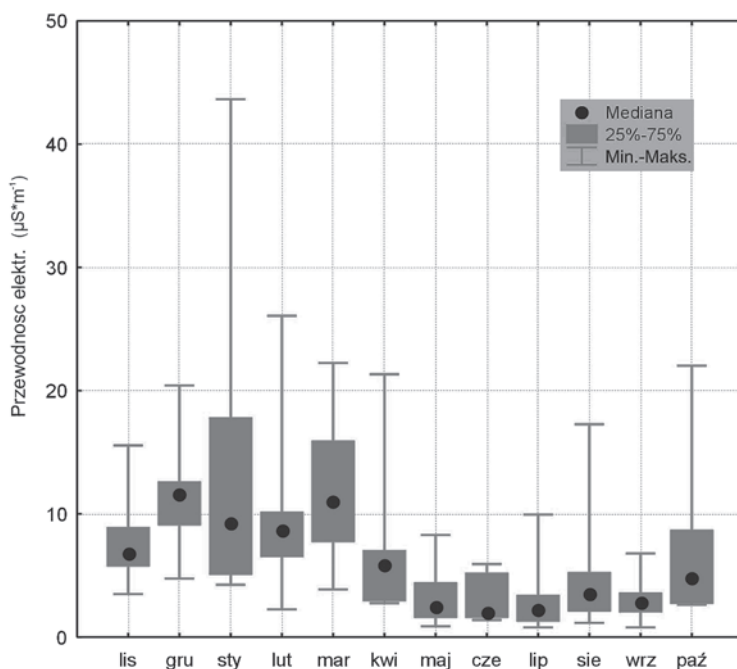
Ryc. 4. Zależność pomiędzy liczbą dni z opadem a średnią roczną przewodnością elektrolityczną wody opadowej

Fig. 4. Dependence between number of days with precipitation and annual average SEC of precipitation water



Ryc. 5. Zależność między średnią dobową wysokością opadu a średnią roczną przewodnością elektrolityczną

Fig. 5. Dependence between daily average precipitation sum and annual SEC value



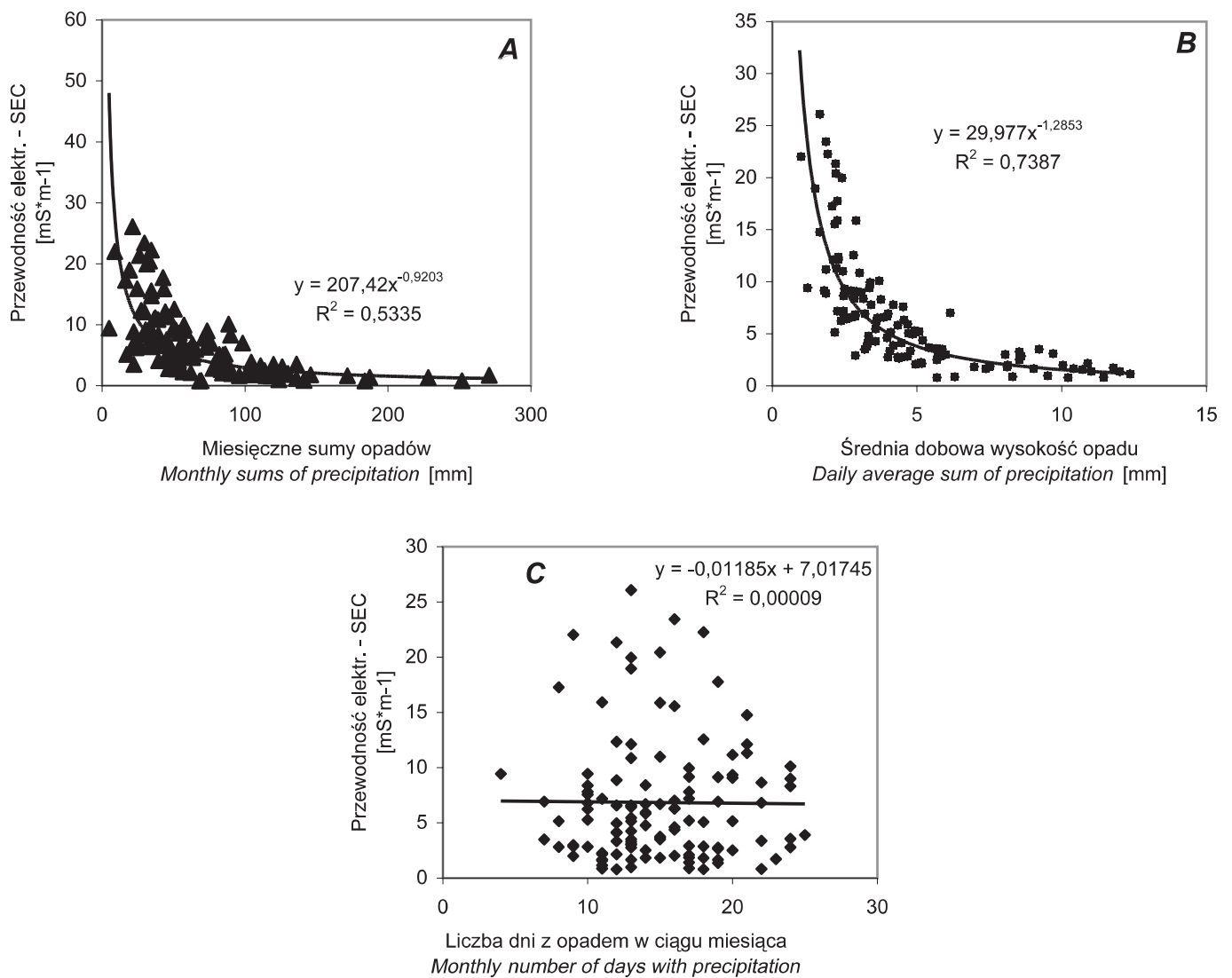
Ryc. 6. Zmienność podstawowych charakterystyk miesięcznych przewodności elektrolitycznej wody opadowej w latach 1995-2004

Fig. 6. Variability of base monthly statistic values of the SEC in precipitation in 1995-2004

$p < 0,05$ ) świadczy o wpływie rocznych sum opadów na kształtowanie się średniej przewodności (ryc. 3).

Zbadano także związek pomiędzy średnią roczną przewodnością elektrolityczną a liczbą dni z opadem w ciągu roku hydrologicznego i średnią wysokością opadu w dniach, kiedy on wystąpił. W pierwszym przypadku stwierdzono zależność dodatnią o współczynniku korelacji 0,353 (statystycznie nieistotny  $p = 0,314$ ) (ryc. 4), zaś w drugim bardzo wysoką korelację ujemną wynoszącą -0,914 (statystycznie istotny  $p = 0,0002$ ) (ryc. 5). Potwierdza to znaczący wpływ intensywności opadu na kształtowanie przewodności elektrolitycznej i stężeń substancji rozpuszczonych w wodzie.

Na podstawie średnich miesięcznych wartości przewodności elektrolitycznej dla omawianego okresu czasu stwierdzono najwyższą wartość mediany omawianego parametru w miesiącach grudniu i marcu (powyżej  $10 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$ ) (ryc. 6). Wartości mediany dla miesięcy zimowych wyraźnie (ponad 2-krotnie) przewyższają analogiczny wskaźnik w pozostałych miesiącach roku. Ponadto zaobserwowano dużą zmienność średnich w kolejnych latach mierzoną wielkością kwartyli i wartości ekstremalnych. Naj-



Ryc. 7. Związki funkcyjne między średnią miesięczną przewodnością elektrolityczną a sumami opadów atmosferycznych (A), średnią dobową wysokością opadów (B) oraz liczbą dni z opadem w ciągu miesiąca (C)

Fig. 7. Relationships between monthly average SEC and monthly precipitation sums (A), daily average precipitation sums (B) and number of days with precipitation in every month (C)

niższą wartością mediany charakteryzowały się miesiące letnie – w granicach 2 – 4 mS\*cm<sup>-1</sup>.

Przeprowadzona analiza zależności przewodności od wysokości opadu oraz średniej dobowej sumy opadu wskazuje występowanie najlepszego dopasowania linii regresji dla zależności potęgowej. W pierwszym przypadku współczynnik korelacji wynosi -0,730 w drugim zaś -0,859 (obydwa statystycznie istotne na poziomie  $p < 0,05$ ). Zależność wielkości przewodności od liczby dni z opadem, podobnie jak w przypadku analizy wartości rocznych charakteryzuje się dużym rozproszeniem punktów na wykresie i niską korelacją, potwierdzoną współczynnikiem korelacji statystycznie nieistotnym (poziom ufności  $p > 0,05$ ).

Stężenia substancji rozpuszczonych w wodzie opadowej, w tym zanieczyszczeń, zależą od charakteru i kierunku napływu mas powietrza. Dzięki uprzejmości Prof. dra hab. Tadeusza Niedźwiedzia, który zbiera informacje dotyczące mas powietrza, frontów atmosferycznych i typów cyrkulacji dla Polski południowej i dokonuje ich klasyfikacji, autor miał dostęp do takich danych.

Masy powietrza sklasyfikowano wg 7 grup (PA – powietrze arktyczne, PPM – powietrze polarno-morskie, PPms – powietrze polarno-morskie stare (przetransformowane), PPK – powietrze polarno-kontynentalne, PPMc – powietrze polarno-morskie ciepłe, PZ – powietrze zwrotnikowe, rmp – różne masy powietrzne w ciągu doby).

Tabela 1. Zależności między sezonową frekwencją mas powietrza a przewodnością elektrolityczną wody opadowej w latach 1995-2004  
 Table 1. Dependence between air masses frequency and SEC of precipitation water in seasons of 1995-2004

Rodzaj mas powietrza <i>Air masses type</i>	Średnia ważona <i>Weighted average</i>	Odch.st. <i>Stand. deviation</i>	Współcz. Korelacji <i>Correlation coefficient r</i>	Współcz. Determinacji <i>Determination coefficient r<sup>2</sup></i>	Test t Studenta	Poziom istotności statystycznej <i>Level of statistic significance p</i>	Liczba próby <i>Number of samples</i>
<b>Przewodność elektrolityczna (SEC)</b>	<b>23,51</b>	<b>7,18</b>					
PA	9,70	5,93	0,373	0,139	2,48	0,018	40
PPm	14,35	5,98	-0,310	0,096	-2,01	0,052	40
PPms	28,28	8,03	-0,119	0,014	-0,74	0,463	40
PPk	19,63	10,03	0,032	0,001	0,20	0,843	40
PPmc	7,95	5,04	0,076	0,006	0,47	0,641	40
PZ	2,58	4,11	-0,288	0,083	-1,86	0,071	40
rmp	8,85	3,98	0,194	0,038	1,22	0,230	40

Tabela 2. Średnia przewodność elektrolityczna wody opadowej na Stacji Naukowej IGiPZ PAN (Stacji Bazowej ZMŚP) w Szymbarku w czasie występowania różnych mas powietrza nad Polską południową (wg Niedźwiedzia) w latach 1995-2004  
 Table 2. Average specific electric conductivity (SEC) of precipitation water on the IG&SO PAS Research Station (IME Base Station) at Szymbark during the occurrence of different air masses over southern Poland (according Niedźwiedź) in 1995-2004

Rodzaj mas powietrza <i>Air masses type</i>	<i>Zima Winter</i>		<i>Wiosna Spring</i>		<i>Lato Summer</i>		<i>Jesień Autumn</i>		<b>Ogółem Total</b>	
	Liczba dni z sytuacją <i>Number of days with air masses</i>	Średnia przewodność elektrolityczna <i>Average SEC</i>	Liczba dni z sytuacją <i>Number of days with air masses</i>	Średnia przewodność elektrolityczna <i>Average SEC</i>	Liczba dni z sytuacją <i>Number of days with air masses</i>	Średnia przewodność elektrolityczna <i>Average SEC</i>	Liczba dni z sytuacją <i>Number of days with air masses</i>	Średnia przewodność elektrolityczna <i>Average SEC</i>	Liczba dni z sytuacją <i>Number of days with air masses</i>	Średnia przewodność elektrolityczna <i>Average SEC</i>
PA	76	38,2	33	33,4	19	16,7	49	27,7	<b>177</b>	<b>29,0</b>
PPm	37	32,6	73	29,3	88	27,8	55	28,3	<b>253</b>	<b>29,5</b>
PPms	107	44,4	116	29,7	116	24,6	100	34,4	<b>439</b>	<b>33,3</b>
PPk	34	41,6	19	25,6	27	28,5	35	38,7	<b>115</b>	<b>33,6</b>
PPmc	27	40,7	15	36,7	9	26,6	22	34,3	<b>73</b>	<b>34,6</b>
PZ	0	-	6	12,7	8	29,6	2	22,2	<b>16</b>	<b>21,5</b>
rmp	61	35,9	47	29,5	36	25,2	39	34,4	<b>183</b>	<b>31,3</b>

Objaśnienia w języku polskim – w tekście  
*Explanations:*

PPm – *Polar maritime air*

PPms – *Polar maritime old air*

PPmc – *Polar maritime warm air*

PPk – *polar continental air*

PA – *arctic air*

PZ – *tropical air*

Rmp – *different air masses*

Analizę prowadzono z podziałem na okresy kwartalne, odpowiadające z dużym przybliżeniem występowaniu astronomicznych pór roku: zima (I – III), wiosna (IV – VI), lato (VII – IX) i jesień (X – XII).

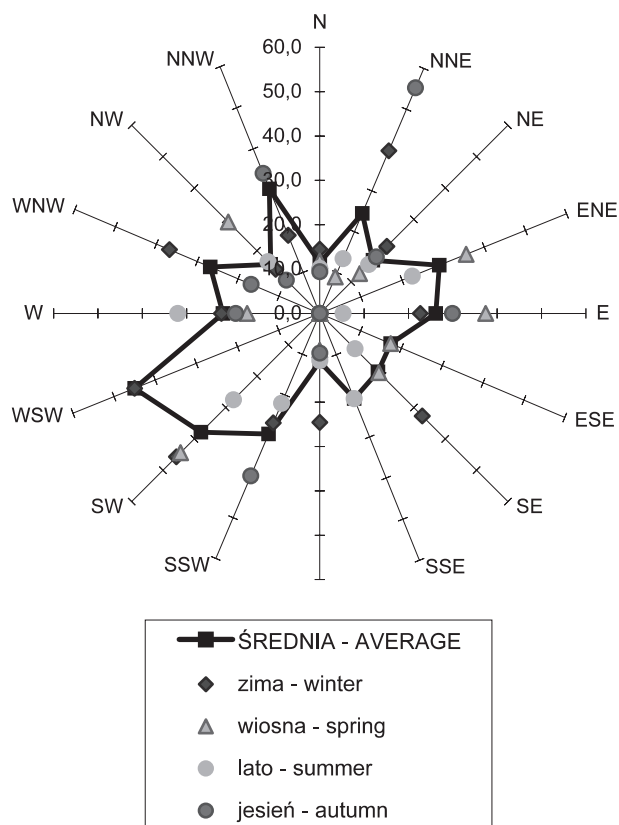
Zbadano zależność pomiędzy liczbą dni, w których występowały określone masy powietrza, a przewodnością elektrolityczną wody opadowej. Względnie wysoki dodatni związek (i jedyny statystycznie istotny na poziomie  $p < 0,05$ ) zaobserwowano w przypadku mas



powietrza arktycznego (PA) ( $r$  Pearsona = 0,373,  $p$  = 0,018). Zależności nieco niższe i nieznacznie przekraczające granice istotności statystycznej, chociaż odmienne pod względem kierunku zaobserwowano przy masach powietrza polarno-morskiego (PPm) i zwrotnikowego (PZ) o współczynnikach korelacji i poziomie istotności statystycznej odpowiednio:  $r$  = -0,310,  $p$ =0,052 i  $r$  = -0,288,  $p$ =0,071 (tabela 1).

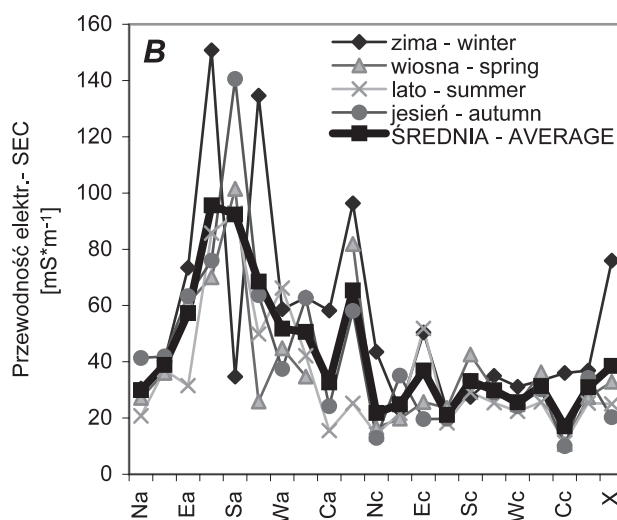
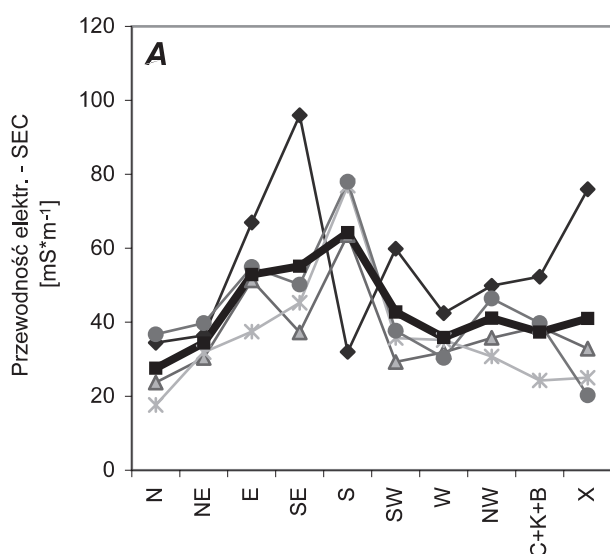
Analiza wpływu mas powietrza na przewodność elektrolityczną mierzoną w dobowych próbach opadu wskazuje na wzrost przewodności elektrycznej w wodzie opadowej przy napływie mas powietrza polarno-morskiego starego (masy przetransformowane) (PPms), powietrza polarno-kontynentalnego (PPk) i powietrza polarno-morskiego ciepłego (PPmc) (tabela 2).

Dysponując materiałem dotyczącym typów cyrkulacji określono wpływ kierunku napływu mas powietrza na wielkość przewodności elektrolitycznej. Za kalendarzem sytuacji synoptycznych Niedźwiedzia (1992) ze względu na kierunek napływu wyróżniono 21 typów cyrkulacji: 8 typów cyklonalnych [c] (typy 1-8), 8 antycyklonalnych [a](11-18), centrum niżu [Cc] lub wyżu [Ca] nad Polską południową lub Słowacją (9, 19), bruzda cyklonalna [Bc](10), klin antycyklonalny [Ka](20) i sytuacje niesklasyfikowane [X](21). Ze względu na dużą liczebność klas, sytuacje cyklonalne i antycyklonalne dla danego kierunku podano łącznie oraz dodano sytuacje bez wyraźnego kierunku adwekcji (C+K+B) (za Chełmicki, Klimek 1995). Przy analizie posłużono się średnimi i sumami obliczonymi dla sezonów (pór roku).



Ryc. 9. Przewodność elektrolityczna opadów w zależności od kierunku wiatru

Fig. 9. Specific electric conductivity of precipitation water depended on wind direct



Ryc. 8. Wpływ typów cyrkulacji atmosferycznej na przewodność elektrolityczną wody opadowej (A – wszystkich, B – pogrupowanych wg kierunku)

Fig. 8. Impact of advection types on the SEC of precipitation water (A – all type, B – grouped accordance advection direct)

Tabela 3. Zależności średniej sezonowej przewodności elektrolitycznej od liczebności poszczególnych typów cyrkulacji atmosferycznej  
 Table 3. Dependence between average specific electric conductivity (SEC) and number of advection types in seasons

Typ cyrkulacji atmosferycznej Advection type	Średnia ważona Weighted average	Odch. st. Stand. deviation	Współcz. Korelacji Correlation coefficient $r$	Współcz. Determinacji Determination coefficient $r^2$	Test t Studenta	Poziom istotności statystycznej Level of statistic significance $p$	Liczebność próby Number of samples
<b>Przewodność elektrolityczna (SEC)</b>	<b>23,51</b>	<b>7,18</b>					
Na	3,28	2,428	0,278	0,077	1,78	0,082	40
NEa	3,83	3,565	-0,224	0,050	-1,42	0,164	40
Ea	4,50	2,891	0,108	0,012	0,67	0,509	40
SEa	4,30	4,821	0,180	0,032	1,13	0,267	40
Sa	2,33	1,700	0,070	0,005	0,43	0,668	40
SWa	4,70	3,603	0,054	0,003	0,34	0,739	40
Wa	6,88	5,292	0,264	0,070	1,69	0,100	40
NWa	4,95	3,289	0,271	0,073	1,73	0,091	40
centrum wyżu (central anticyclonic type)	2,15	1,562	0,410	0,168	2,77	0,009	40
klin wyżowy (anticyclonic wedge)	12,20	3,844	-0,368	0,135	-2,44	0,020	40
Nc	2,53	2,386	-0,093	0,009	-0,57	0,569	40
NEc	1,88	1,870	-0,177	0,031	-1,11	0,274	40
Ec	1,23	1,641	-0,019	0,000	-0,12	0,905	40
SEc	2,33	1,966	-0,279	0,078	-1,79	0,081	40
Sc	2,98	2,577	-0,253	0,064	-1,61	0,115	40
SWc	5,63	3,372	0,016	0,000	0,10	0,922	40
Wc	7,78	4,677	0,177	0,031	1,11	0,274	40
NWc	4,63	2,924	-0,125	0,016	-0,78	0,443	40
Centrum niżu (central cyclonic type)	0,63	0,807	-0,200	0,040	-1,26	0,215	40
Bruzda (cyclonic trough)	10,35	4,748	-0,333	0,111	-2,18	0,036	40
Niesklasyfikowane (unclassified situation)	1,43	1,259	-0,091	0,008	-0,57	0,575	40

Analiza zależności średniej przewodności elektrolitycznej od liczby poszczególnych sytuacji w wyróżnionych sezonach wykazuje statystycznie istotny współczynnik korelacji ( $p < 0,05$ ) w przypadku centralnej sytuacji antycyklonalnej ( $r = 0,410$ ) oraz klina wyżowego ( $r = -0,368$ ) i bruzdy antycyklonalnej ( $r = -0,333$ ) (tabela 3). Po zmniejszeniu precyzji analizy i zwiększeniu poziomu istotności do  $p = 0,10$  stwierdzono statystycznie istotne dodatnie zależności przewodności od adwekcji mas powietrza w sytuacjach Na, NWa, Wa ( $r = 0,27 - 0,28$ ) oraz SEc ( $r = -0,28$ ). Uzyskujemy zatem informację dotyczącą kierunku napływu zanieczyszczeń o charakterze regionalnym i ich przypuszczalnym pochodzeniu z aglomeracji krakowskiej, Tarnowa jako ośrodka przemysłu chemicznego i innych źródeł.

Analizie poddano również przewodność elektrolityczną wody opadowej pobieranej z dobowym krokiem czasowym na tle typów cyrkulacji atmosferycznej. Czasowa zmienność cyrkulacji atmosferycznej pozwala, oczywiście z pewnym przybliżeniem, określić kierunek zanieczyszczeń o charakterze regionalnym.

Spośród 21 typów cyrkulacji najwyższą średnią przewodność elektrolityczną wody opadowej (powyżej  $9 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$ ) obserwuje się w czasie adwekcji wyżowych z kierunków południowo-wschodniego i południowego (typy SEa i Sa), głównie za sprawą wysokich wartości w jesieni i zimą (ryc. 8 A). W czasie występowania cyklonalnych typów cyrkulacji (ośrodki niskiego ciśnienia) obserwuje się względnie niskie wartości przewodności elektrycznej opadów (nie przekraczających

Tabela 4. Średnia przewodność elektrolityczna wody opadowej na Stacji Naukowej IGiPZ PAN (Stacji Bazowej ZMŚP) w Szymbarku w czasie występowania różnych typów cyrkulacji atmosferycznej nad Polską południową (wg Niedźwiedzia) w latach 1995-2004  
 Table 4. Average specific electric conductivity (SEC) of precipitation water on the IG&SO PAS Research Station (IME Base Station) at Szymbark during the occurrence of different advection types over southern Poland (according Niedźwiedź) in 1995-2004.

Typ cyrkulacji Advection type	Zima Winter		Wiosna Spring		Lato Summer		Jesień Autumn		Ogółem Total	
	Liczba dni z sytuacją Number of days with type	Średnia przewodność elektrolityczna Average SEC	Liczba dni z sytuacją Number of days with type	Średnia przewodność elektrolityczna Average SEC	Liczba dni z sytuacją Number of days with type	Średnia przewodność elektrolityczna Average SEC	Liczba dni z sytuacją Number of days with type	Średnia przewodność elektrolityczna Average SEC	Liczba dni z sytuacją Number of days with type	Średnia przewodność elektrolityczna Average SEC
N	56	34,5	58	23,7	50	17,6	37	36,7	201	27,6
NE	40	36,4	40	30,3	44	31,9	35	39,8	159	34,4
E	25	67,0	22	51,3	24	37,4	26	54,9	97	52,9
SE	14	95,9	17	37,2	15	45,3	24	50,2	70	55,1
S	8	32,0	14	63,6	8	76,9	12	78,0	42	64,2
SW	28	59,9	15	29,3	19	35,7	28	37,7	90	42,8
W	85	42,5	37	31,9	41	35,2	69	30,3	232	35,9
NW	50	49,9	50	35,8	39	30,8	44	46,4	183	41,1
C+K+B	59	52,3	78	38,8	85	24,2	48	39,8	270	37,3
x	4	76,0	4	32,9	3	25,0	6	20,3	17	41,0

Objaśnienia w języku polskim – w tekście

Explanations:

YY – direct of advection, e.g. NE, E

C – central cyclonic and anticyclonic situation

K – anticyclonic wedge

B – cyclonic trough

x – col or unclassified situation

4 mS\*m<sup>-1</sup>), małe zróżnicowanie przewodności zależnie od kierunku adwekcji i niewielką dynamikę sezonową przewodności dla każdego typu. Taki stan jest wynikiem stosunkowo wysokich opadów lub ich dużej frekwencji, które wpływają na zmniejszenie przewodności roztworu jakim jest woda opadowa, w okresach występowania (przechodzenia) ośrodków niskiego ciśnienia.

Pogrupowanie typów cyrkulacji ze względu na kierunek i analiza na tym tle przewodności elektrolitycznej pokazuje wzrost przewodności przy napływie powietrza z kierunku południowego (tabela 4, ryc. 8 B).

Podczas analizy posłużono się również kierunkami wiatru określanymi trzy razy na dobę. W związku z dużą zmiennością kierunków wiatru w ciągu doby, trzykrotny pomiar nie upoważnia do określenia kierunku średniego. Dlatego też dla potrzeb analizy autor posłużył się frekwencją obserwowaną z 16 kierunków i cisz w okresach sezonowych, 3-miesięcznych odpowiadających w przybliżeniu porom roku.

Związki pomiędzy częstotliwością wiatru z poszczególnych kierunków a przewodnością elektrolityczną

wody opadowej świadczą o wpływie lokalnych źródeł zanieczyszczeń, położonych w zlewni badawczej lub jej bezpośrednim sąsiedztwie. Ukształtowanie powierzchni w obszarach górzystych powoduje jednak zawirowania i zmiany kierunków. Dodatkowo zależności przewodności z frekwencją wiatru z kierunku WSW i SW (tabela 5) świadczą o wpływie (emisji zanieczyszczeń) lokalnych zabudowań oraz napływie zanieczyszczeń z doliny Ropy wpływających na wzrost przewodności elektrycznej roztworów wody opadowej (ryc. 8).

#### 4. Wnioski

1. Średnia roczna przewodność elektrolityczna wykazuje ściśle odwrotne zależności z sumą roczną opadów atmosferycznych i ich średnią dobową wysokością; nie wykazuje natomiast silnego i statystycznie istotnego związku z liczbą dni z opadem.
2. Analiza wpływu mas powietrza na przewodność elektrolityczną opadu wskazuje na jej wzrost przy napływie mas powietrza polarno-morskiego starego (masy przetransformowane) (PPms), powietrza polarno-kontynentalnego (PPk) i powietrza polarno-morskiego ciepłego (PPmc).



Tabela 5. Podstawowe charakterystyki związku przewodności elektrolitycznej wody opadowej i frekwencji wiatrów z poszczególnych kierunków

Table 5. Dependence between specific electric conductivity and wind direction frequency

Kierunek wiatru Wind direct	Średnia ważona Weighted average	Odch.st. Stand. deviation	Współcz. Korelacji Correlation coefficient $r$	Współcz. Determinacji Determination coefficient $r^2$	Test t Studenta	Poziom istotności statystycznej Level of statistic significance $p$	Liczebność próby Number of samples
<b>Przewodność elektrolityczna (SEC)</b>	<b>23,51</b>	<b>7,18</b>					
c	41,30	16,018	-0,339	0,115	-2,22	0,0323	40
N	18,50	8,006	0,106	0,011	0,66	0,5159	40
NNE	5,70	3,811	-0,090	0,008	-0,55	0,5826	40
NE	2,88	2,875	0,209	0,044	1,32	0,1954	40
ENE	1,50	1,502	0,106	0,011	0,66	0,5139	40
E	3,13	2,524	-0,013	0,000	-0,08	0,9389	40
ESE	2,38	1,444	-0,430	0,185	-2,94	0,0056	40
SE	6,03	3,690	-0,099	0,010	-0,61	0,5425	40
SSE	18,95	8,234	-0,018	0,000	-0,11	0,9106	40
S	34,03	13,725	-0,226	0,051	-1,43	0,1601	40
SSW	16,00	8,566	-0,008	0,000	-0,05	0,9593	40
SW	20,28	8,149	0,365	0,133	2,42	0,0206	40
WSW	14,08	10,294	0,398	0,159	2,68	0,0109	40
WSW	21,73	9,650	0,185	0,034	1,16	0,2522	40
WNW	13,63	4,378	-0,007	0,000	-0,04	0,9674	40
NW	26,43	9,298	-0,174	0,030	-1,09	0,2826	40
NNW	25,95	11,487	0,024	0,001	0,15	0,8819	40

c - calm

- Najwyższą średnią przewodność elektrolityczną wody opadowej obserwuje się w czasie adwekcji wierzchołkowych z kierunków południowo-wschodniego i południowego (typy SEa i Sa), głównie za sprawą wysokich wartości w jesieni i zimą; podczas cyklonalnych typów cyrkulacji przewodność elektrolityczna wody opadowej jest względnie niska a kierunek napływu nie ma wpływu na jej wielkość
- Analiza wpływu frekwencji kierunków wiatru wskazuje na wpływ lokalnych emitorów zanieczyszczeń na wzrost przewodności elektrolitycznej oraz napływ zanieczyszczeń z doliny Ropy.

*Bardzo dziękuję Panu Profesorowi Tadeuszowi Niedźwiedziowi za udostępnienie gromadzonych przez Niego informacji dotyczących mas powietrza i typów cyrkulacji atmosferycznej w południowej Polsce w analizowanym okresie.*

## 5. Literatura

- Niedźwiedź T., 1992:** *Kalendarz sytuacji synoptycznych dla dorzecza górnej Wisły (1986-1990)*. Zeszyty Naukowe UJ, Pr. Geogr. z. 90.
- Chelmicki W., Klimek M., 1995:** *Związek między sytuacjami synoptycznymi a pH opadów atmosferycznych w Łazach na Pogórzu Wielickim*. Zeszyty Naukowe UJ, Pr. Geogr. z. 100.
- Janiec B., 1982:** *Badanie denudacji chemicznej metodą konduktometryczną*. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B, vol. XXXVII, s. 119-139.
- Stach A., 2003:** *Uwarunkowania i funkcjonowanie procesów denudacji chemicznej w mikrozlewni na obszarze młodoglacjalnym*. Wydawnictwo Naukowe UAM Poznań.

THE IMPACT OF AIR MASSES CIRCULATION  
ON SPECIFIC ELECTRIC CONDUCTIVITY  
OF PRECIPITATION WATER  
IN THE BYSTRZANKA CATCHMENT  
IN 1995-2004

*Summary*

This paper contains analysis of the specific electric conductivity (SEC) of precipitation water on the background air masses types, advection types and wind direction during 10-years measurements on the IG&SO PAS (IME Base Station) at Szymbark. The aim this analysis was evaluation of influence, which have different air masses, advection types and wind direction on the SEC of precipitation water in a long-term and possibility of location of potential air-pollution source. It's ascertain the increase of the SEC during advectons of anticyclonal air masses: polar-sea and polar-continental from south and south-eastern direction. Wind direct have a impact on delivering of pollution from nearby buildings.