

SEZONOWA ZMIENNOŚĆ I WIELOLETNIE TENDENCJE pH W OPADZIE ATMOSFERYCZNYM NA STACJI BAZOWEJ ZMŚP W SZYMBARKU W LATACH 1999–2013

Witold Bochenek

Bochenek W., 2014: Sezonowa zmienność i wieloletnie tendencje pH w opadzie atmosferycznym na Stacji Bazowej ZMŚP w Szymbarku w latach 1999–2013 (*Seasonal variability and long-term trends of pH in precipitation on the Base Station of IMNE in Szymbark in the years 1999–2013*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 16, s. 41–47.

Zarys treści: Niniejszy artykuł przedstawia analizę dynamiki i tendencji pH opadów atmosferycznych w okresie 15-lecia (1999–2013), z uwzględnieniem sezonowego zróżnicowania tego parametru, na podstawie dobowych prób opadów atmosferycznych, zbieranych na Stacji Bazowej ZMŚP w Szymbarku. Obliczono wartości średnie roczne i sezonowe omawianego parametru, przeprowadzono analizę trendów wartości średnich: rocznych i sezonowych. Na podstawie kryteriów Jansena i wsp. (1988) przedstawiono analizę liczebności/udziału prób w poszczególnych przedziałach w okresie wieloletnim. Obliczono średnie sezonowe pH dla klas dobowych sum opadów atmosferycznych.

Słowa kluczowe: pH, zakwaszenie opadów, klasyfikacja pH Jansena i wsp. (1988), termiczne pory roku, Stacja Bazowa ZMŚP „Szymbark”

Key words: pH, acidification of precipitation, classification pH according Jansen et al. (1988), thermal seasons, Base Station of IMNE “Szymbark”

Witold Bochenek, Stacja Badawcza Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Szymbarku, Szymbark 430, 38-311 Szymbark, e-mail: witold.bochenek@zg.pan.krakow.pl

1. Wprowadzenie

Właściwości fizykochemiczne opadów atmosferycznych, będących pod wpływem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, są jednym z głównych elementów wpływających na degradację środowiska przyrodniczego. Woda opadowa jest także nośnikiem antropogenicznego przekształcania środowiska przyrodniczego (Kowalkowski, Józwiak 2000). Odczyn opadów atmosferycznych o niezmiennym antropogenicznie składzie chemicznym wynosi 5,63, jest niższy od pH obojętnego za sprawą zawartego w wodzie dwutlenku węgla (Lucier, Haines 1990). Zanieczyszczenia mogą powodować zakwaszanie opadów lub ich

alkalizację. SO_2 i NO_x emitowane do atmosfery w wyniku spalania paliw, przekształcając się w atmosferze, powodują zakwaszenie opadów w Europie i Stanach Zjednoczonych (Galloway i in. 1982). Na obszarach miejskich, w których występuje niska emisja zanieczyszczeń z palenisk domowych, obserwuje się wysokie koncentracje i ładunki jonów kwasogennych w wodach opadów atmosferycznych (Godzik i wsp. 1997). W obszarach występowania przemysłu cementowego i wapienniczego występuje zjawisko alkalizacji opadów atmosferycznych (Avila, Roda 2002, Kozłowski 2006). Szczególnie w dnach dolin górskich, wymiana powietrza jest utrudniona. Występujące tutaj zabudowania, ogrzewane słabej jakości węglem, są źródłem

niskiej emisji, która skutkuje zakwaszeniem wód opadowych. Obszar, dla którego przeprowadzono analizę, podlega również wpływowi zanieczyszczeń odległych, transgranicznych z obszaru Słowacji, które powodują wzrost przewodności elektrolitycznej właściwej w opadach związanych z wyżowymi typami cyrkulacji atmosferycznej z kierunków SE i S (Bochenek 2006). W Szymbarku i obszarach przyległych zaobserwowano wyjątkowo wysoką akumulację metali ciężkich i siarki w plachach porostu *Hypogymnia physodes* (Sawicka-Kapusta i in. 1999, Sawicka-Kapusta i in. 2008). Można zatem domniemywać, że również z tego kierunku następuje napływ zanieczyszczeń wpływających na zakwaszenie opadów.

Celem przeprowadzonej analizy jest przedstawienie dynamiki i tendencji pH opadów atmosferycznych w okresie 15-lecia (1999–2013), z uwzględnieniem sezonowego zróżnicowania tego parametru. Prowadzenie pomiarów w próbach dobowych zwiększa wiarygodność wyników i ułatwia interpretację, dotyczącą wpływu czynników pogodowych (temperatura powietrza, wysokość opadu i in.) na wielkość omawianego parametru.

2. Metodyka poboru prób, pomiarów i obliczeń

Opad całkowity zbierany był do dwóch chwytaczy o łącznej powierzchni 0,24 m² (ryc. 1). Pobór prób odbywał się każdorazowo o godzinie 6:00 GMT, po czym wykonywano pomiar temperatury, pH i przewodności elektrolitycznej. Pomiar pH wykonywano pH-metrem CP401, a od 2010 r. – przyrządem wielofunkcyjnym CX-701 firmy ELMETRON. Niniejsze pomiary wykonywane były w ramach podprogramu C1 „Chemizm opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej” Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Wytyczne dotyczące metodyki poboru i pomiaru pH zostały przygotowane przez Śnieżka i Degórką (1995). Chwytacze wody opadowej były codziennie przemywane wodą dejonizowaną, niezależnie od wystąpienia opadu. Wysokość opadu określono za pomocą deszczomierza Hellmanna.

Na podstawie średniej dobowej temperatury powietrza wyznaczono termiczne pory roku. Wyróżniono 6 pór roku, przyjmując następujące progi przedziałów temperatury:

- przedzimy – temperatura 5,0–0,0°,
- zima – temperatura <0,0°C,
- przedwiosnie – temperatura 0,0–5,0°,
- wiosna – temperatura 5,1–15,0°C,
- lato – temperatura >15,0°C,

- jesień – temperatura 15,0–5,1°C

Wyróżnienie początków pór roku przeprowadzono, wykorzystując metodykę zaproponowaną przez Makowca (1983).

Prowadząc pomiary terenowe, należy mieć świadomość, iż pobrane próby mogą być zanieczyszczone przez czynniki niezależne od opadu, np. ptasie odchody, a uzyskane wyniki pomiarów parametrów fizykochemicznych znacząco odbiegają od populacji pozostałych wyników. Jednoznaczne określenie wpływu przypadkowych czynników na wartość pH jest trudne. Wyniki prowadzonych równocześnie z pomiarem pH pomiarów przewodności elektrolitycznej właściwej pozwalają wskazać próby, w których wartości przewodności elektrolitycznej kilkakrotnie przekraczały wartości średnie, co wskazuje na ich zanieczyszczenie. Kryterium, które posłużyło do odrzucenia wartości znacząco odbiegających był percentyl 95%. Liczebność takich wyników stanowiła ok. 2% ogółu pomiarów, a ich wpływ na obliczenie średnich rocznych i sezonowych był znikomy.

Klasyfikację dobowych prób opadu przeprowadzono na podstawie kryteriów zaproponowanych przez Jansena i in. (1988).

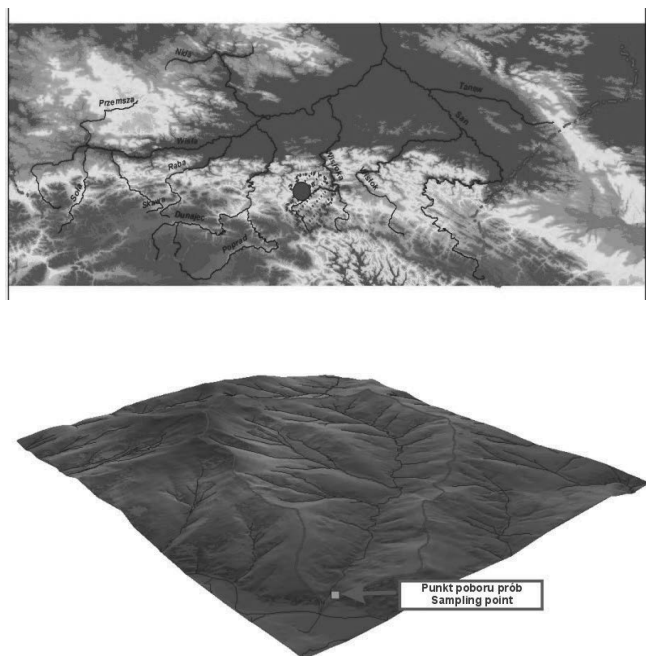
Analiza przeprowadzona została na podstawie 1730 dobowych prób opadów. Wszystkie obliczone średnie są średnimi ważonymi, w których wagą była wysokość opadu. Średnie i percentyle obliczono po uprzednim przeliczeniu pH na stężenie jonów H⁺.



Fot. 1. Chwytacze prób opadów atmosferycznych
Photo 1. Precipitation collectors

3. Obszar badań

Dane wykorzystane do analizy zebrano w ogródku meteorologicznym Stacji Badawczej IGiPZ PAN w Szymbarku, położonym na stoku o ekspozycji południowo-zachodniej, na wysokości 325 m n.p.m., w dolnej części zlewni Bystrzanki. Zlewnia ta objęta jest systemem pomiarowym Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Powierzchnia zlewni wynosi 13 km², a jej średnia wysokość – 467 m n.p.m. (300–753 m n.p.m.) (ryc. 1). Zlewnia Bystrzanki jest położona na granicy Beskidu Niskiego i Pogórza Karpackiego (Starkel 1972). Jej wschodnia, pogórska część jest użytkowana rolniczo, a w dnie doliny występuje zwarte osadnictwo, natomiast część zachodnia, beskidzka jest zalesiona. Łącznie w zlewni Bystrzanki znajduje się ponad 500 zabudowań.



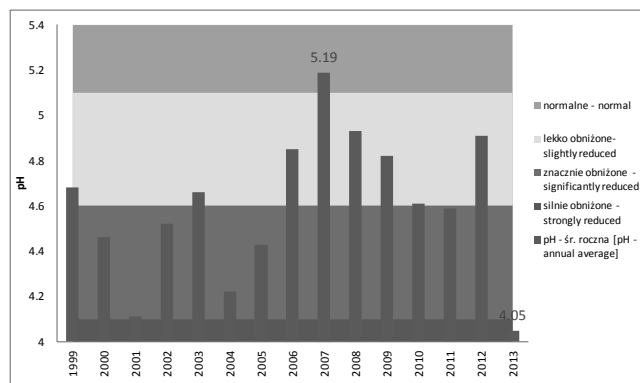
Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań
Fig. 1. Localization of studies area

4. Wyniki

W okresie objętym analizą średnie roczne pH kształtowały się w granicach od 4,05 (2013) do 5,19 (2007) (ryc. 2). Skrajne średnie ważone roczne spowodowane zostały wysokimi sumami opadów zimą 2013 r. i relatywnie niskimi opadami latem 2007 r. Po 2007 r. pojawiła się niepokojąca tendencja spadkowa średnich rocznych wartości pH.

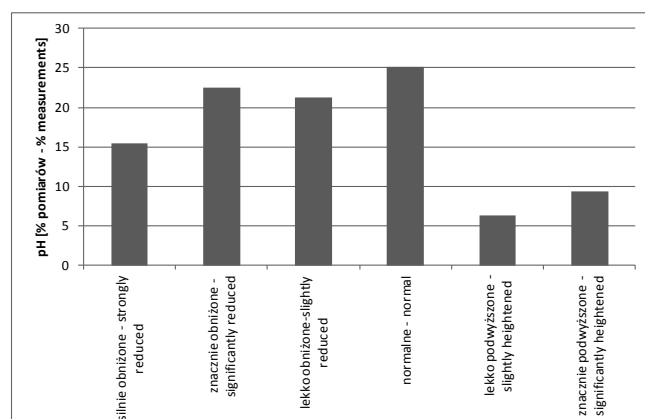
Analiza częstości występowania dobowych prób opadu w całym okresie objętym analizą, w przedzia-

łach klasyfikacji Jansena i in. (1988) wykazała, iż największa liczebność prób wystąpiła w klasie pH „normalne” – 436, stanowiąc ok. 25,1% ogółu wyników (ryc. 3)



Ryc. 2. Roczne średnie ważne pH opadów atmosferycznych na tle klasyfikacji Jansena i in. (1988)

Fig. 2. Annual weighted average pH-reaction of precipitation water on the background of the classification of Jansen et al. (1988)

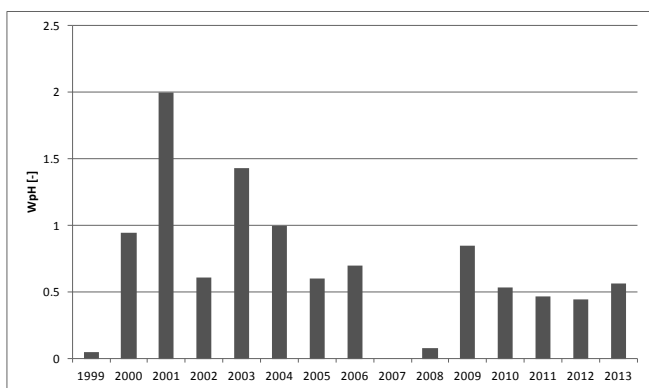


Ryc. 3. Udział prób w klasach pH wg klasyfikacji Jansena i in. (1988)

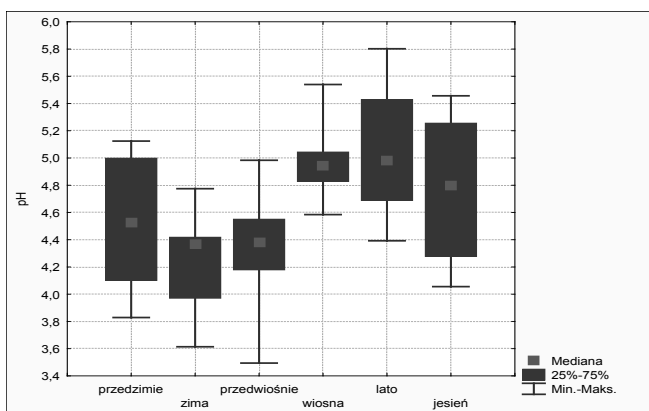
Fig. 3. Participation of samples in the pH classes according to classification Jansen et al. (1988)

Obliczono współczynnik pH opadów atmosferycznych (WpH) na podstawie założeń Kostrzewskiego i in. (2011), odnosząc udział prób o odczynie „silnie obniżonym” ($pH < 4,10$) do udziału prób o odczynie „normalnym” ($5,11 < pH < 6,10$) (ryc. 5). Stwierdzono pozytywną tendencję w okresie wieloletnim w kontekście występowania zakwaszenia opadów w okolicach Szymbarku (ryc. 3). Niskie wartości współczynnika pH w 1999, 2007 i 2008 r. były wynikiem małej liczebności prób opadu o odczynie silnie obniżonym (0–3 prób), na który wpłynęły względnie wysokie wartości temperatury powietrza

w okresie zimy i wynikająca z tego niska liczebność dni mroźnych, obserwowane szczególnie w 2007 i 2008 r. Średnia temperatura powietrza w najchłodniejszym okresie roku (XII–III) wyniosła odpowiednio 3,6 i 1,5°C, natomiast liczba dni mroźnych (średnia dobowa temperatura powietrza < 0°C), odpowiednio: 17 i 33 dni, przy średniej wieloletniej liczebności dni mroźnych dla okresu analizy wynoszącej 59. Pośrednio świadczy to o znaczącym wpływie emisji zanieczyszczeń pochodzenia opałowego z lokalnych źródeł, który w wyżej wymienionych latach był niewielki. Najwyższe wartości omawianego współczynnika wystąpiły w 2001 i 2003 r. W 2001 r. zaobserwowano niewielką liczebność prób o odczynie normalnym (15), natomiast w 2003 r., w okresie XII–III wystąpiło 83 dni z mrozem a średnia temperatura powietrza w tym okresie wyniosła -3,1°C (najniższa średnia obliczona dla tej części roku w okresie objętym analizą).



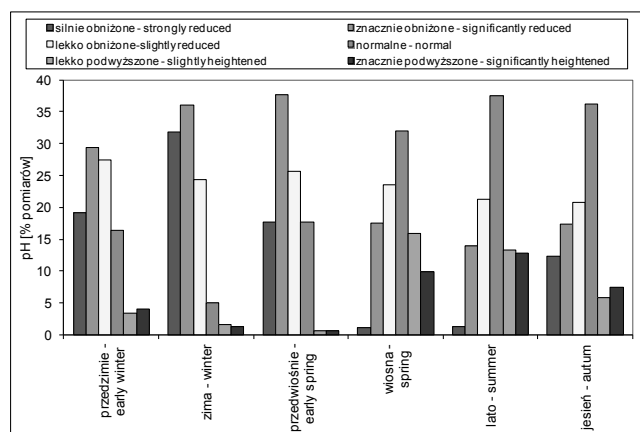
Ryc. 4. Współczynnik pH (WpH) opadów atmosferycznych
Fig. 4. Precipitation pH coefficient



Ryc. 5. Charakterystyki statystyczne (mediana, percentyl 25% i 75%, maksimum i minimum) pH opadów atmosferycznych w poszczególnych porach roku
Fig. 5. Statistical characteristics (median, percentile 25% and 75%, maximum and minimum) pH of precipitation in different seasons of the year

W okresie wielolecia 1999–2013 stwierdzono zróżnicowanie średnich pH w poszczególnych porach roku (tab. 1). Najniższa średnia sezonowa wartość obliczona została dla okresu termicznej zimy (4,23), najwyższa – dla lata (5,04). Najmniejsza zmienność sezonowych wartości pH w wieloleciu wystąpiła w okresie wiosennym (współczynnik zmienności $C_v = 5\%$), natomiast największa – w okresach jesieni i przedzimia (C_v ok. 10%) (ryc. 5).

Próby opadów dobowych zebranych w poszczególnych porach roku zaklasyfikowano do przedziałów klasyfikacji Jansena i wsp. (1988) (ryc. 6). W okresie przedzimia, zimy i przedwiosnia dominowały opady o odczynie w klasie „znacznie obniżone” ($4,10 < \text{pH} < 4,60$), stanowiące sezonowo od 30 do 38% liczby przypadków. Stwierdzono również wysoki udział prób w klasie „silnie obniżone” ($\text{pH} < 4,10$), który kształtował się od 18 do 32% ogółu prób. Bardzo niski był udział prób w klasie „lekkko podwyższony” i „podwyższony”, który nie przekraczał kilku procent. W okresach: wiosny, lata i jesieni przeważały opady o odczynie „normalnym”, których udział stanowi od 32 do 38% ogółu przypadków. Podczas występowania tych pór roku wzrósł udział opadów o odczynie w klasie „lekkko podwyższony” i „podwyższony”, które łącznie w okresie wiosny i lata stanowiły ok. 25% ogółu przypadków. Najmniejsze sezonowe zróżnicowanie obserwowane było w klasie „lekkko obniżony” ($C_v = 11\%$)

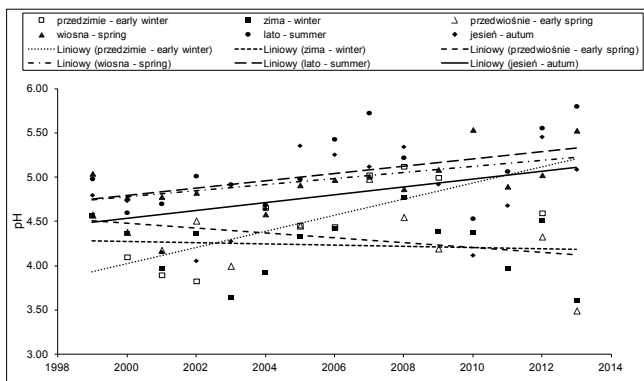


Ryc. 6. Liczebność prób pH opadów wg klasyfikacji Jansena i in.(1988) w poszczególnych porach roku
Fig. 6. Frequency of the pH of precipitation samples according Jansen et al. (1988) classification in the different seasons of the year

Tab. 1. Średnie ważone sezonowe wartości pH opadów atmosferycznych na tle liczebności prób i sumy opadów
 Tab. 1. Seasonal weighted average pH of precipitation on the background of number of samples and precipitation totals

Rok/Year	Przedzimię/Early winter			Zima/Winter			Przedwiosnie/Early spring			Wiosna/Spring			Lato/Summer			Jesień/Autumn		
	Liczba prób Number of samples	Suma opadu Precipitation total	pH	Liczba prób Number of samples	Suma opadu Precipitation total	pH	Liczba prób Number of samples	Suma opadu Precipitation total	pH	Liczba prób Number of samples	Suma opadu Precipitation total	pH	Liczba prób Number of samples	Suma opadu Precipitation total	pH	Liczba prób Number of samples	Suma opadu Precipitation total	pH
1999	4	18,0	*	42	136,8	4,57	11	30,9	4,58	17	142,2	5,04	31	268,5	4,98	18	133,5	4,80
2000	11	69,3	4,10	22	64,6	4,37	26	159,6	4,38	14	148,5	4,77	29	329,1	4,60	14	79,9	4,73
2001	12	57,2	3,90	6	23,5	3,97	20	79,6	4,18	25	172,2	4,78	28	458,0	4,70	21	128,0	4,15
2002	1	15,7	3,83	24	69,3	4,37	21	88,8	4,51	6	40,9	4,83	38	367,9	5,01	33	197,8	4,06
2003	2	6,1	*	31	116,0	3,64	14	71,6	4,00	2	6,3	*	40	253,0	4,92	29	137,7	4,28
2004	10	30,8	4,66	42	119,4	3,93	0	0,0	*	31	148,7	4,58	43	431,1	4,69	17	106,5	4,65
2005	23	105,7	4,46	30	102,5	4,33	3	15,2	4,45	19	153,0	4,91	32	314,3	4,98	8	63,3	5,36
2006	14	42,0	4,44	37	114,1	4,42	2	1,1	*	36	357,7	4,97	27	245,2	5,43	18	110,8	5,26
2007	4	20,4	5,03	2	3,4	*	31	118,8	4,98	20	105,7	5,01	33	254,4	5,73	20	243,9	5,12
2008	18	94,5	5,12	6	10,8	4,77	26	91,6	4,55	19	90,4	4,87	30	367,6	5,22	18	184,7	5,34
2009	20	72,3	5,00	27	80,9	4,39	20	75,6	4,20	19	125,6	5,09	29	331,2	4,39	30	207,7	4,92
2010	2	6,1	*	37	146,8	4,38	0	0,0	*	36	456,0	5,54	30	265,4	4,53	29	199,9	4,12
2011	0	0,0	*	31	139,0	3,97	0	0,0	*	19	85,3	4,90	41	530,3	5,07	10	57,9	4,68
2012	24	45,9	4,60	18	51,0	4,51	10	27,1	4,33	27	204,9	5,03	30	183,1	5,56	22	109,4	5,46
2013	0	0,0		49	226,4	3,61	5	24,3	3,49	15	132,5	5,53	18	183,0	5,80	21	131,1	5,09
Suma/ średnia Total/ average	145	584,0	4,51	404	1404,5	4,23	189	784,2	4,33	305	2369,9	4,99	479	4782,1	5,04	308	2092,1	4,80

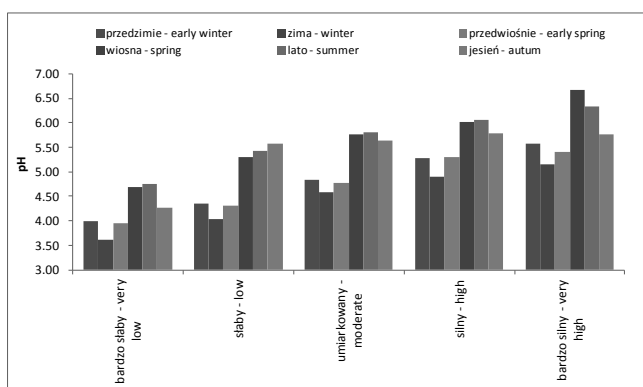
Na podstawie średnich pH w poszczególnych porach roku określono liniowe trendy w wieloleciu, wskazujące na kierunki zmian: wzrostu zakwaszenia lub alkalizacji wód opadowych. Ujemne trendy wystąpiły w okresie zimy i przedwiośnia, świadczące o coraz większym zakwaszaniu opadów podczas trwania tych sezonów. W tych porach roku stwierdzono odwrócenie dodatniego trendu po 2007 r. W pozostałych porach roku zaobserwowano tendencje wzrostowe pH, a szczególnie w okresie przedzimia, kiedy współczynnik trendu osiągnął najwyższą wartość ($R_2 = 0,092$).



Ryc. 7. Wieloletnie tendencje pH opadów atmosferycznych w poszczególnych porach roku

Fig. 7. Long-term pH trends in precipitation in different seasons of the year

Analizie poddano również wpływ wysokości opadów na wartość pH. Zależność między wartościami dobowymi obydwu parametrów nie pokazuje jednoznacznej relacji. Obliczono zatem średnie wartości w poszczególnych przedziałach dobowych sum opadów według klasyfikacji Olechnowicz-Bobrowskiej (1970).



Ryc. 8. Średnie ważone sezonowe pH w poszczególnych klasach dobowych sum opadów atmosferycznych

Fig. 8. Seasonal weighted average pH in different classes of daily precipitation totals

W każdej z pór roku stwierdzono wzrost średniego pH ze wzrostem wysokości opadów atmosferycznych. Najniższe wartości we wszystkich przedziałach sum opadów obserwowano zimą, natomiast najwyższe pH wystąpiły w okresie wiosennym lub letnim (z wyjątkiem przedziału opadu „słaby”, w którym najwyższa wartość pH wystąpiła jesienią).

5. Wnioski

1. Średnie roczne wartości pH opadów atmosferycznych na Stacji Bazowej ZMŚP w latach 1999–2013 zamknęły się w granicach od 4,05 do 5,19. Po 2007 r. obserwowana była tendencja spadkowa średnich rocznych pH, głównie za sprawą obniżania się średnich sezonowych wartości tego parametru w okresie termicznej zimy (ryc. 8). Taki stan jest spowodowany przede wszystkim jakością materiału opałowego. Według klasyfikacji Jansena i in. (1988) w okresie 15-lecia wystąpiło 7 wartości średnich rocznych pH w klasie „lekkobniżony” i 6 – w klasie „znacznie obniżony”.

2. Współczynnik pH, obliczony na podstawie dobowych prób dla poszczególnych lat, wykazał tendencję spadkową, za sprawą zmniejszania się udziału opadów „silnie kwaśnych” ($\text{pH} < 4,1$) i wzrostu opadów o pH „normalnym” ($5,11 < \text{pH} < 6,10$).

3. Zaznaczyła się wyraźna dwudzielność pomiędzy „chłodniejszą” (przedzima, zima i przedwiosnie) oraz „cieplejszą” (wiosna, lato i jesień) częścią roku: w „chłodnej” części roku przeważały opady o pH w klasach „lekkobniżony” lub „znacznie obniżony”, natomiast w „cieplej części roku – „normalne”.

4. Sezonowe tendencje pH w okresie omawianego wielolecia były różnokierunkowe. Szczególnie niepokojąca tendencja dotyczyła zakwaszenia opadów w okresie termicznej zimy. Przyczyną występowania zakwaszenia opadów są lokalne źródła zanieczyszczeń (spalanie paliw opałowych bezpośrednio na obszarze zlewni Bystrzanki) oraz napływ zanieczyszczeń zdalnych z uprzemysłowionych obszarów Słowacji oraz mas powietrza z kierunku NW (Kozłowski 2013).

6. Literatura

- Àvila A., Rodà F., 2002: *Assessing decadal changes in rainwater alkalinity at a rural Mediterranean site*. Atmospheric Environment. 36: 2881–2890.
- Bochenek W., 2005: *Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na przewodność elektrolityczną roztworów wody opadowej w zlewni Bystrzanki w latach 1995–2004*.

- Monitoring Środowiska Przyrodniczego. 6: 49–58
- Galloway I.M., Likens G.E., Keene W.C., Miller I.M., 1982:** *The composition of precipitation in remote moss of the world.* J.Geophys. Res.: 88.
- Godzik B., Grodzińska K., Szarek Łukaszewska G., 1997:** *Czasowa i przestrzenna zmienność odczynu i składu chemicznego opadów atmosferycznych w rejonie Krakowa.* Folia Geographica, Series Geographica-Phisica. 28: 3–25.
- Jansen W., Block A., Knaack J., 1988:** *Kwaśne deszcze, Historia, powstawanie, skutki.* Aura. 4.
- Kostrzewski A., Szpikowski J., Szpikowska G., 2011:** *Stan geosystemów Polski – ocena na podstawie wybranych geoskaźników w programie Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego.* Monitoring Środowiska Przyrodniczego. 12: 69–83.
- Kowalkowski A., Józwiak M., 2000:** *Skład chemiczny wód opadowych.* W: S. Cieśliński, A. Kowalkowski (red.), Monografia Świętokrzyskiego Parku Narodowego, SPN, Bodzentyn-Kraków, 407–414.
- Kozłowski R., 2006:** *Właściwości fizykochemiczne i chemizm opadu podkoronowego na terenie „Białego Zagłębia”.* Monitoring Środowiska Przyrodniczego. 7: 41-49.
- Kozłowski R., 2013:** *Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w warunkach zróżnicowanej antropopresji na przykładzie gór niskich i pogórza.* Landform Analysis. 23: 1–150.
- Lucier A.A., Haines S.G. (red.), 1990:** *Mechanisms of forest response to acidic deposition.* Springer Verlag
- Makowiec M., 1983:** *Wyznaczanie termicznych pór roku.* Przegląd Geofizyczny, rocznik 28, z. 2: 209-220.
- Olechnowicz-Bobrowska B., 1970:** *Częstość dni z opadem w Polsce.* Prace Geograficzne IG PAN. 86: 75.
- Sawicka-Kapusta K., Zakrzewska M., Bydłoń G., Pizło A., Marek A., 2008:** *Zanieczyszczenie powietrza na terenie Stacji Bazowych ZMŚP w 2007 roku na podstawie koncentracji metali ciężkich i siarki w plechach porostu Hypogymnia physodes.* Monitoring Środowiska Przyrodniczego. 9: 69–75.
- Sawicka-Kapusta K., Zakrzewska M., Idzi G., Jasińska K., Budka D., Damek M., Gdula-Argasińska J., 1999:** *Ocena zanieczyszczenia polskich parków narodowych metalami ciężkimi, przy pomocy porostu Hypogymnia physodes, jako biowskaźnika.* Ekspertyza. ZMS, INOŚ, Uniwersytet Jagielloński. Kraków.
- Śnieżek T., Degórska A., 1995:** *Pomiary zanieczyszczeń atmosfery w Zintegrowanym Monitoringu Środowiska Przyrodniczego.* W: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Propozycje programo-

we, A. Kostrzewski (red.), Biblioteka Monitoringu Środowiska. 31–58.

Starkel L., 1972: *Charakterystyka rzeźby Polskich Karpat (i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej).* Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich. 10: 75-91.

SEASONAL VARIABILITY AND LONG-TERM TRENDS OF PH IN PRECIPITATION ON THE BASE STATION OF IMNE IN SZYMBARK IN THE YEARS 1999–2013

Summary

This article presents an analysis of the dynamics and trends of the pH of precipitation in the period 1999–2013, taking into account the seasonal diversity of this parameter. The analysis was based on measurements of daily precipitation samples, collected at the Base Station of IMNE in Szymbark. Calculated values of annual and seasonal average of selected parameter, an analysis of trends in mean values: annual and seasonal. Based on the criteria Jansen et al. (1988) presents an analysis of the number/share of samples in different sections during many years. The mean seasonal pH for classes of daily precipitation totals.

The average annual pH of precipitation on the IMNE Base Station at Szymbark in the years 1999–2013 closed in the range of 4.05 to 5.19. After 2007, is observed downward trend of the average annual values of pH, mainly due to the decrease in the average seasonal values during winter (see Fig. 8). This condition is caused primarily by the quality of the fuel material. According to the classification of Jansen et al. (1988) in the 15-year period occurred 7 annual average pH values in the class „slightly reduced” and 6 – in class „significantly reduced”.

A marked dichotomy between the „cooler” (early winter, winter and early spring) and „warmer” (spring, summer and autumn) part of the year: in the „cool” part of the year dominate samples of pH in „slightly-” or „significantly reduced” classes, whereas „warm” part of the year – in the „normal” class. Seasonal pH trends in analyzed multi-year period, are multidirectional. Particularly worrying is the tendency to acidification of precipitation during the winter season, providing a negative impact on air quality and precipitation local emitters of pollutants (especially during the heating) and distant sources of pollution, located in the industrial areas of Slovakia and the inflow of air masses from the direction of NW.