

Henryk Kasza¹

STOPIEŃ ZAKWASZENIA WÓD OPADOWYCH W REJONIE BIELSKA-BIAŁEJ

Streszczenie. Przedstawiono podsumowanie wyników wieloletnich badań stopnia zakwaszenia wód opadowych prowadzonych w siedmiu punktach zlokalizowanych wokół Bielska-Białej. Na każdym ze stanowisk czas badań wynosił około jednego roku. Badania prowadzono w latach 2002-2010. Zakres pH wód opadowych wahał się w granicach od 3,35 do 7,22. Większość próbek tego opadu, bo około 86% miało $\text{pH} < 5,6$, tj. poniżej naturalnego, świadczące o obecności w badanym opadzie substancji zakwaszających. W opadzie 47,6% prób stanowiły opady znacznie i silnie zakwaszone, tj. o $\text{pH} < 4,5$. Stwierdzono częstsze występowanie kwaśnych wód opadowych o $\text{pH} < 5,6$ niż w silnie uprzemysłowionej części województwa śląskiego. W badanym rejonie pH wód opadowych kształtują przede wszystkim zanieczyszczenia napływające z kierunku zachodniego i południowo-zachodniego oraz lokalne źródła ich emisji.

Słowa kluczowe: wody opadowe, kwaśne deszcze, pH.

WSTĘP

Z uwagi na zróżnicowaną ilość substancji zanieczyszczających emitowanych do atmosfery skład chemiczny padów atmosferycznych, w tym zawartość jonów kwasogennych i zasadowych, jest zmienny. W publikacjach dotyczących tego zagadnienia przytaczane stężenia składników fizykochemicznych w opadach atmosferycznych, a także wielkość ich depozycji w różnych rejonach naszego kraju jest bardzo zróżnicowana [1-2, 8, 10-19].

Na skład fizykochemiczny oraz stopień zakwaszenia opadów atmosferycznych ma wpływ wiele czynników. W dużej mierze zawartość w opadach substancji kwasotwórczych zależy od wielkości i jakości lokalnej emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych oraz ich emisji z obszarów sąsiednich. Na kwasowość opadów atmosferycznych także wpływają warunki meteorologiczne panujące przed i podczas ich trwania, wśród których istotne znaczenie mają masy powietrza towarzyszące opadom i kierunek ich napływu [9].

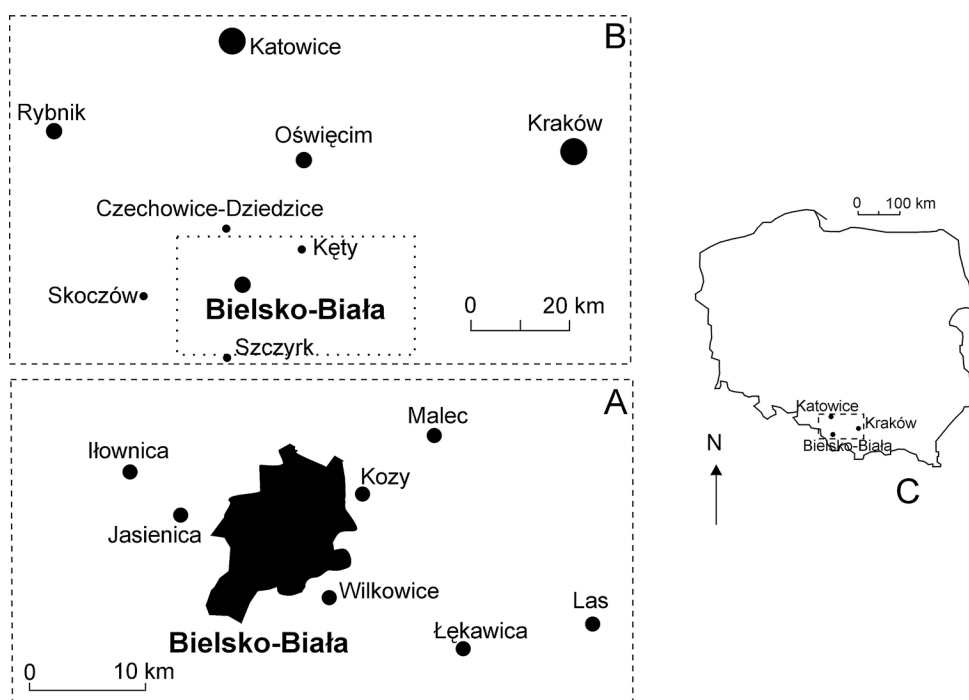
Miarą kwasowości opadów atmosferycznych jest stężenie jonów wodorowych wyrażone wartością pH. Wartość pH wynosząca 5,6 uważana jest za naturalny stopień zakwaszenia opadów. Występowanie w opadach atmosferycznych $\text{pH} < 5,6$, tj. poniżej naturalnego, świadczy o obecności w nich substancji zakwaszających [10-18].

¹ Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska; e-mail: hkasza@ath.bielsko.pl

Celem niniejszej pracy była ocena stopnia zakwaszenia wód opadowych wokół Bielska-Białej oraz określenie wpływu panujących podczas opadów warunków meteorologicznych na pH w wodzie opadowej. Publikacja stanowi zbiorcze podsumowanie wieloletnich badań prowadzonych w tym regionie [3-7] i powstała w oparciu o wyniki tych cytowanych prac.

OPIS TERENU

Badania stopnia zakwaszenia wód opadów atmosferycznych prowadzono w siedmiu punktach pomiarowych (miejscowościach) rozlokowanych wokół Bielska-Białej (rys. 1).



Rys. 1. Usytuowanie miejscowości ze stanowiskami badawczymi w okolicy Bielska-Białej (A) na tle regionu (B) i Polski (C)

Fig. 1. The situation of localities with research points in neighborhood Bielsko-Białą (A) on background the region (B) and Poland (C)

Źródłem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w regionie Bielska-Białej jest lokalna emisja substancji pochodzących ze spalania paliw stałych, płynnych i gazowych spalanych w różnego typu kotłowniach, w tym indywidualnych gospodarstwach domowych, jak i transport samochodowy. Poza tym obszar badań narażony jest na

oddziaływanie zanieczyszczeń napływających z kierunków: północno-zachodniego i północnego (z Rybnickiego Okręgu Węglowego, Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego i okolic Czechowic-Dziedzic), zachodniego (z okolic Skoczowa), wschodniego (od strony Krakowa). Możliwy jest też tranzyt zanieczyszczeń z kierunku południowo-zachodniego z Ostrawsko-Karwińskiego Okręgu Przemysłowego.

METODYKA BADAŃ

Badania były prowadzone w okresie od 15.04.2002 do 15.03.2010 roku zgodnie z terminarzem zamieszczonym w tabeli 1.

Tabela 1. Okres prowadzenia badań wód opadowych w poszczególnych miejscowościach i liczba zebranych prób

Table 1. Period of investigation of precipitation in different localities and numbers of collected samples

| Punkt pomiarowy (miejscowość) Sampling point (locality) | Okres badań Period of investigation | Liczba zebranych prób Number of collected samples |
|--|--|--|
| łownica (gmina Jasienica) | 15.04.2002 – 15.01.2003 | 109 |
| Kozy (gmina Kozy) | 15.04.2002 – 15.01.2003 | 99 |
| Las (gmina Ślemień) | 01.04.2003 – 31.12.2003 | 58 |
| Łękawica (gmina Łękawica) | 01.12.2003 – 30.11.2004 | 123 |
| Wilkowice (gmina Wilkowice) | 01.12.2003 – 30.11.2004 | 110 |
| Malec (gmina Kęty) | 01.02.2007 – 31.01.2008 | 111 |
| Jasienica (gmina Jasienica) | 15.03.2009 – 15.03.2010 | 98 |
| Suma - Sum | | 708 |

Próby wód opadowych zbierano w cyklu dobowym. Podczas badań zebrano łącznie 708 prób opadu (tab. 1) – uwzględniano jedynie próby o wysokości opadów powyżej 1 mm.

W zebranych próbkach opadu oznaczano wartość pH. Wartość uśrednionego pH wód opadów atmosferycznych podawano jako średnią ważoną. W tym celu wyniki z poszczególnych (dobowych) pomiarów pH przeliczano na stężenie jonów wodorowych; wagę stanowiła dobową sumę opadów.

Stopień zakwaszenia wody opadowej oceniano wykorzystując „skalę kwasowości opadów” opracowaną w Austrii (tab. 2).

Udział poszczególnych mas powietrza towarzyszących opadom atmosferycznym określono na podstawie danych zamieszczonych w Codziennym Biuletynie Meteorologicznym.

Tabela 2. Ocena kwasowości opadów atmosferycznych stosowana w Austrii [za 9]**Table 2.** Valuation of precipitation acidity as used in Austria [according to 9]

| Wartość pH pH value | Ocena pH wody opadowej pH valuation of precipitation |
|------------------------|---|
| 6,1-6,5 | Lekko podwyższone – Slightly increased |
| 5,1-6,0 | Normalne – Normal |
| 4,6-5,0 | Lekko obniżone – Slightly decreased |
| 4,1-4,5 | Znacznie obniżone – Significantly decreased |
| < 4,1 | Silnie obniżone – Strongly decreased |

WYNIKI BADAŃ

Uwzględniając wszystkie wyniki badań, pH wód opadowych mieściło się w granicach od 3,35 do 7,22. Najniższe pH wody opadowej odnotowano w miejscowości Wilkowice a najwyższe w Iłownicy. Mediana pH z całości pomiarów wyniosła 4,61 (tab. 3).

Tabela 3. Wartości minimalne, maksymalne i mediany pH wód opadowych**Table 3.** The minimum, maximum and median pH of precipitation

| Wartość Value | Stanowiska badań Research points | | | | | | |
|---|-------------------------------------|------|------|----------|-------------|-------|-----------|
| | Iłownica | Kozy | Las | Łękawica | Wilkowice | Malec | Jasienica |
| Wartość pH wód opadowych pH value of precipitation | | | | | | | |
| Minimum | 3,51 | 3,41 | 3,62 | 3,45 | 3,35 | 3,81 | 3,88 |
| Minimum | | | | | | | |
| Maksimum | 7,22 | 6,76 | 6,59 | 6,72 | 6,80 | 5,92 | 6,71 |
| Maximum | | | | | | | |
| Mediana | 4,53 | 4,14 | 4,29 | 4,93 | 4,47 | 4,49 | 5,16 |
| Median | | | | | | | |

Czcionka pogrubiona: wartości minimum i maksimum; mediana z wszystkich pomiarów wyniosła 4,61.

Bold: minimum and maximum values; the median of all measurements was 4.61.

Średnia ważona wartość pH z wszystkich 708 pomiarów wód opadowych przyjęła wartość 4,33, co oznacza, uwzględniając skalę oceny kwasowości zawartą w tabeli 2, że w takim ujęciu średnim były to opady o pH „znacznie obniżonym” (zakres pH 4,1-4,5). Średnie ważne pH opadu zebranego w 6 miejscowościach (Iłownica, Kozy, Las, Łękawica, Wilkowice, Malec) oscylowały w granicach (podobnie jak w przypadku średniej ważonej z wszystkich 708 wyników) reprezentatywnych dla wód opadowych o pH „znacznie obniżonym”. Jedynie opady z Jasienicy cechowały się wyższą średnią ważoną wartością pH (rys. 2), mieszczącą się – zgodnie ze skalą

oceny kwasowości wody opadowej – w zakresie pH 4,6- 5,0, obejmującym opady o pH „lekko obniżony” (tab. 2).



Rys. 2. Średnie ważone wartości pH wód opadowych w badanych punktach pomiarowych (uwaga: średnia ważona wartość pH z wszystkich pomiarów wyniosła 4,33)

Fig. 2. Weighted average values pH of precipitation in the research points (note: weighted average pH value of all measurements was 4.33)

Większość próbek wód opadowych, bo około 86%, miała pH < 5,6, tj. poniżej naturalnego, świadczące o obecności w badanym opadzie substancji zakwaszających (tab. 4). W tym opadzie 47,6% prób (337 wyników) stanowiły opady „znacznie i silnie zakwaszone”, tj. o pH < 4,5. W zebranych opadzie stwierdzono znikomą ilość próbek „alkalicznych”, tj. o pH > 6,1, bo 6,9% (49 wyników).

Tabela 4. Rozkład wartości pH wód opadowych (n – liczba prób)

Table 4. Distribution of the pH values of precipitation (n - number of samples)

| Wartość pH pH value | Ocena pH wody opadowej pH valuation of precipitation | n | % |
|------------------------|---|------------------|------|
| > 6,5 | Znacznie podwyższone Significantly increased | 13 | 1,8 |
| 6,1 - 6,5 | Lekko podwyższone Slightly increased | 36 | 5,1 |
| 5,1 - 6,0 | Normalne Normal | 163 ¹ | 23,0 |
| 4,6 - 5,0 | Lekko obniżone Slightly decreased | 159 | 22,5 |
| 4,1 - 4,5 | Znacznie obniżone Significantly decreased | 181 | 25,5 |
| < 4,1 | Silnie obniżone Strongly decreased | 156 | 22,1 |
| Suma - Sum | | 708 ² | 100 |

W tym próbek o pH < 5,6: ¹ 114, ² 610 próbek (86%); czcionka pogrubiona: próbki o pH < 4,5. Including the number of samples with pH < 5,6: ¹ 114, ² 610 samples (86%); bold: samples with pH < 4.5.

Opadom towarzyszyły najczęściej, bo aż w 76,5% przypadków masy powietrza polarnomorskiego (542 próbki). Opady związane z tymi masami powietrza miały najczęściej pH „normalne” (pH w zakresie od 5,1 do 6,0), „znacznie obniżone” (pH od 4,1 do 4,5) i „lekkobniżone” (pH w zakresie 4,6-5,0) – odpowiednio 137, 132 i 128 prób. Zbliżoną frekwencją wystąpień w tej masie powietrza cechowały się opady o pH „silnie obniżonym” (pH < 4,1) – 108 próbek (tab. 5).

Tabela 5. Liczba prób (n) opadów związana z określoną masą powietrza w poszczególnych zakresach pH

Table 5. Number of samples (n) associated with air type in different pH range values

| Rodzaj mas Mass type | Zakres pH pH range | | | | | | Σ (n) | % |
|-------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|------|-------|------|
| | >6,5 | 6,1-6,5 | 5,1-6,0 | 4,6-5,0 | 4,1-4,5 | <4,1 | | |
| PPm | 8 | 29 | 137 | 128 | 132 | 108 | 542 | 76,5 |
| PPk | 2 | 4 | 6 | 5 | 4 | 10 | 31 | 4,4 |
| PA | | | 11 | 16 | 35 | 35 | 97 | 13,7 |
| PZ | 3 | 3 | 9 | 10 | 10 | 3 | 38 | 5,4 |

Objaśnienia: PPm – masy powietrza polarnomorskiego; PPk - masy powietrza polarnokontynentalnego; PA – masy powietrza arktycznego; PZ – masy powietrza zwrotnikowego.

Explanations: PPm - maritime polar air masses; PPk - continental polar air masses; PA - arctic air masses; PZ - tropical air masses.

W czasie występowania opadów atmosferycznych przeważały wiatry wiejące z kierunku południowo-zachodniego (26,7%) i zachodniego (15,5% przypadków) (tab. 6). Analiza wpływu kierunku wiatru na stopień zakwaszenia opadów atmosferycznych nie wykazała jednoznacznych regularności. Z tych względów nie została przedstawiona w tabelarycznym zestawieniu.

Tabela 6. Udział procentowy poszczególnych kierunków wiatrów towarzyszących opadom atmosferycznym

Table 6. Percentage distribution of wind directions accompanying atmospheric precipitation

| Kierunek wiatru Wind direction | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Cisza Calm |
|-----------------------------------|-----|-----|------|-----|------|------|------|-----|---------------|
| % | 6,7 | 9,2 | 11,3 | 7,0 | 10,8 | 26,7 | 15,5 | 7,2 | 5,6 |

DYSKUSJA

W ramach Państwowego Monitoringu w Polsce w województwie śląskim działają dwie stacje pomiarowo-kontrolne zajmujące się chemizmem opadów atmosferycznych, tj. w Katowicach-Muchowcu i Raciborzu. W latach 2002-2010 (tab. 7) na śląskich stacjach pomiarowych stwierdzono szerszy zakres pH opadów (pH od 3,15 do 8,58) w porównaniu wynikami uzyskanymi w badaniach prowadzonych wokół Bielska-Białej

(pH w zakresie 3,35-7,22) (tab. 3). Próbkę opadu atmosferycznego zebrane w rejonie Bielska-Białej odróżniały się też niższymi średnimi ważonymi wartościami pH (w sześciu punktach pomiarowych zakres średnich ważonych wartości pH wahał się od 4,10 do 4,46, tylko w Jasienicy 4,96) od pochodzących z Katowic (pH 4,50-4,81) i Raciborza (pH 4,24-5,06) (rys. 2 i tab. 7). Biorąc pod uwagę skalę oceny kwasowości wód opadowych (tab. 2) i średnie ważone pH, pod względem tej średniej opad z okolic Bielska-Białej mieścił się w zdecydowanej większości w zakresie pH charakterystycznym dla opadów o pH „znacznie obniżonym”, zaś pochodzący z Katowic i Raciborza prawie zawsze w zakresie pH „lekkobniżonym”, czyli w ujęciu średnim był mniej zakwaszony. Opady zebrane wokół Bielska-Białej również różniły się od tych z Katowic i Raciborza zdecydowaną procentową przewagą prób o pH < 5,6 wskazującym na obecność w nich substancji kwasotwórczych (okolice Bielska-Białej – 86%, Katowice i Racibórz od 50% do 68% próbek) (tab. 7).

Tabela 7. Wyniki pH wód opadowych uzyskane w województwie śląskim w ramach Państwowego Monitoringu w Polsce

Table 7. pH results of precipitation obtained in Silesian voivodship in the State Monitoring in Poland

| Rok badań | Zakres pH | Średnia ważona pH Weighted average pH | | % prób o pH < 5,6 % samples with pH < 5,6 | Źródło danych Data source |
|-----------|--------------------|--|----------|--|------------------------------|
| | | Katowice | Racibórz | | |
| 2002 | 3,91 – 7,86 | 4,80 | 4,94 | 57 | [17] |
| 2003 | 3,15 – 7,85 | 4,56 | 5,0 | 54 | [18] |
| 2004 | 3,74 – 8,58 | 4,52 | 4,85 | 64 | [13] |
| 2005 | 3,65 – 8,13 | 4,57 | 4,88 | 68 | [14] |
| 2006 | 3,31 – 7,53 | 4,50 | 4,74 | 68 | [15] |
| 2007 | 3,59 – 7,46 | 4,59 | 5,03 | 54 | [16] |
| 2008 | 3,71 – 7,14 | 4,81 | 4,24 | 50 | [10] |
| 2009 | 3,52 – 7,27 | 4,69 | 5,06 | 56 | [12] |
| 2010 | 5,33 – 7,38 | x | x | 61 | [11] |

x – brak danych.

x – no data.

Występowanie powyższych różnic w procentowej frekwencji opadów kwaśnych wyjaśnia praca Leśnioka [9], który prowadził w latach 1986-1994 badania wód opadowych w obrębie Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Przywołany autor stwierdził, że w miarę oddalania się od środkowej i północnej części GOP-u, centralnych części ROW-u i Ostrawsko-Karwińskiego Okręgu Przemysłowego oraz większych skupisk miejsko-przemysłowych kwasowość opadów wzrastała. Równocześnie malała w nich ilość rozpuszczonych jonów alkalicznych. Powodem takiej prawidłowości jest to, że na obszarach przemysłowych o dużej emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych

często występują przemiennie opady alkaliczne i kwaśne (alkalizację, tj. neutralizację kwaśnego odczynu przypisuje się szczególnie związkom wapnia będących podstawowymi składnikami pyłów). Z kolei tereny oddalone od skupisk ludzkich i natężenia przemysłu – tak można traktować obszar badań w niniejszej pracy – narażone są na napływ łatwo przemieszczających się gazów takich jak dwutlenek siarki i tlenki azotu, które zakwaszają wody opadowe.

Cytowany autor [9] stwierdził też, że w punktach badawczych usytuowanych na południe od GOP-u częstość występowania opadów kwaśnych o $\text{pH} < 5,0$ była największa. Dla stanowisk położonych w pobliżu Bielska-Białej, tj. w Czechowicach-Dziedzicach (okres badań 1986-1990) i Szczyrku (1988-1990) wynosiła ona odpowiednio 67% i 82%. Obie miejscowości leżą w odległości kilkunastu kilometrów od Bielska-Białej (pierwsza na północ a druga na południe od tego miasta – rys. 1). W obecnych badaniach frekwencja opadów kwaśnych o $\text{pH} < 5,0$ stanowiła w przybliżeniu wypośredkowaną wartość obu powyższych wyników, bo wyniosła 70,1% (tab. 4).

Według spostrzeżeń Leśnioka [9], opartych na własnych analizach i danych literaturowych, na obszarze obejmującym obecny teren badań dominowały opady o pH w zakresie 4,0-5,0 (miejsko-przemysłowe obszary Bielska-Białej opady o pH 4,6-5,0; Pogórze Śląskie o pH 4,0-4,5). Niniejsze badania w znacznej mierze potwierdziły te obserwacje, gdyż około 48% wód opadowych miało pH w tym zakresie wartości, tj. 4,0-5,0 (tab. 4). Uwzględniając wszystkie punkty pomiarowe, aż 76,5% opadów wystąpiło w czasie napływu i zalegania mas powietrza polarnomorskiego. Masy te kształtują się w zimie nad Kanadą a latem „w umiarkowanych szerokościach północnego Atlantyku” [9]. Opady związane z tymi masami powietrza, na łączną ich liczbę 542, aż w 368 przypadkach, tj. z frekwencją 68% miały $\text{pH} < 5,0$ (tab. 5), czyli były „lekkie, znacznie i silnie zakwaszone”. Łącząc te obserwacje z kierunkami dominujących w badanym regionie wiatrów (tab. 6), należy stwierdzić, że pH wód opadowych w rejonie Bielska-Białej kształtują przede wszystkim zanieczyszczenia transportowane od strony zachodniej i południowo-zachodniej, a odnotowane różnice pH na poszczególnych punktach ich zbierania wynikają z warunków lokalnych, w tym położenia danego stanowiska badawczego względem miejscowych źródeł emisji zanieczyszczeń, co szczególnie uwidacznia się w Jasienicy (średnia ważona pH znacznie wyższa niż w pozostałych sześciu badawczych punktach – rys. 2).

WNIOSKI

1. W rejonie Bielska-Białej występują częściej niż w silnie uprzemysłowionej części województwa śląskiego (Katowice, Rybnik) kwaśne wody opadowe o $\text{pH} < 5,6$.
2. Uzyskane wyniki pH wód opadowych częściowo potwierdzają rezultaty wcześniejszych badań.
3. W rejonie Bielska-Białej pH wód opadowych kształtują przede wszystkim zanieczyszczenia napływające z kierunku zachodniego i południowo-zachodniego oraz lokalne źródła ich emisji.

PIŚMIENNICTWO

1. Czyżyk F., Rajmund A. 2011. Ilości niektórych pierwiastków wnoszone do gleby z opadami atmosferycznymi w rejonie Wrocławia w latach 2002-2010. *Inżynieria Ekologiczna*, 27: 5-12.
2. Jarosiewicz A. 2012. Opad atmosferyczny jako źródło substancji biogenicznych – na przykładzie jeziora Dobra. *Inżynieria Ekologiczna*, 29: 48-56.
3. Kasza H., Duda E. 2007. Stopień zakwaszenia opadów atmosferycznych na pograniczu Beskidu Małego i Śląskiego. W: *Zapobieganie zanieczyszczeniu, przekształcaniu i degradacji środowiska XIV*. Red. H. Kasza, H. Klama. Wydawnictwo ATH, Bielsko-Biała: 331-340.
4. Kasza H., Jędrzyk M., Kwiecień A. 2004. Stopień zakwaszenia opadów w okolicach Bielska-Białej. *ZN ATH, Inżynieria Włókiennicza i Ochrona Środowiska*, 14, 5: 52-61.
5. Kasza H., Mitoraj G. 2009. Stopień zakwaszenia opadów atmosferycznych w pobliżu Kęt (Polska Południowa). *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 38: 123-130.
6. Kasza H., Mrózek G. 2006. Stopień zakwaszenia opadów atmosferycznych na podnóżu Beskidu Małego. *ZN ATH, Inżynieria Włókiennicza i Ochrona Środowiska*, 24, 7: 116-125.
7. Kasza H., Uja M. 2005. Stopień zakwaszenia opadów atmosferycznych w pobliżu leśnego rezerwatu „Madohora” (Gmina Ślemień). *ZN ATH, Inżynieria Włókiennicza i Ochrona Środowiska*, 19, 6: 90-98.
8. Krzysztofiak L., Mackiewicz A., Romański M., Krzysztofiak A., Stankiewicz M. 2008. Chemizm opadów atmosferycznych. Ocena stanu środowiska Stacji Bazowej Wigry za rok 2007. ZMŚP. www.wigry.win.pl/monit/index/htm.
9. Leśniok M. 1996. Zanieczyszczenie wód opadowych w obrębie Wyżyny Śląsko-Krakowskiej, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice: 1-117.
10. Liana E., Gendolla T. 2009. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża w województwie śląskim w 2008 roku. W: *Stan środowiska w województwie śląskim w 2008 roku*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice: 39-45.
11. Liana E., Gendolla T. 2011. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża w województwie śląskim w 2010 roku. W: *Stan środowiska w województwie śląskim w 2010 roku*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice: 55-61.
12. Liana E., Gendolla T., Pobudejski M. 2010. Zanieczyszczenie opadów atmosferycznych w województwie śląskim i depozycja zanieczyszczeń z opadów do podłoża w 2009 roku. W: *Stan środowiska w województwie śląskim w 2009 roku*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice: 56-63.
13. Twarowski R., Gendolla T., Liana E., Wostek K. 2005. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża W: *Stan środowiska w województwie śląskim w 2004 roku*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice: 21-24.
14. Twarowski R., Gendolla T., Liana E., Wostek-Zagrabka K. 2006. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża w województwie śląskim w 2005 roku. W: *Stan środowiska w województwie śląskim w 2005 roku*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice: 35-41.
15. Twarowski R., Gendolla T., Liana E., Wostek-Zagrabka K. 2007. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża w województwie śląskim w 2006 roku. W: *Stan środowiska w województwie śląskim w 2006 roku*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice: 39-45.
16. Twarowski R., Gendolla T., Liana E., Pobudejski M. 2008. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża w województwie śląskim

- w 2007 roku. W: Stan środowiska w województwie śląskim w 2007 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice: 46-52.
17. Twarowski R., Liana E., Gendolla T., Wostek K. 2003. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża W: Stan środowiska w województwie śląskim w 2002 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice: 37-46.
18. Twarowski R., Liana E., Gendolla T., Wostek K. 2004. Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń do podłoża W: Stan środowiska w województwie śląskim w 2003 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katowice: 29-37.
19. WIOŚ w Poznaniu. 2011. Depozycja zanieczyszczeń z powietrza. W: Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2010. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań: 15-20.

DEGREE OF ACIDIFICATION OF PRECIPITATION IN BIELSKO-BIAŁA REGION

Abstract

In the paper results of long-term studies on acidification of water precipitation conducted in seven research points located near Bielsko-Biała were introduced. In each point period of study lasted ca. 1 year. The research was performed in the years 2002-2010. The range of pH of precipitation varied between 3.35 to 7.22. Majority of precipitation samples, because approximately 86% had $\text{pH} < 5.6$ i.e. lower than natural level, which indicated the presence of acidifying substances. Amongst samples of precipitation 47.6% were significantly and strongly acidic i.e. $\text{pH} < 4.5$. The rainwater with $\text{pH} < 5.6$ was more frequent than in more industrialized part of Silesian voivodship. In the investigated area pH of precipitation is mainly under influence of pollution flowing from west and southern-west and local sources of its emission.

Key words: rainwater, acid rain, pH.