

5.4. Zanieczyszczenia opadów atmosferycznych

Otoczające nas środowisko jest skomplikowanym organizmem, w którym poszczególne organy powiązane są ze sobą siecią wzajemnych, nierozzerwalnych zależności.

Jakość jednego z komponentów, jakim jest powietrze, wpływa znacząco na pozostałe media środowiskowe. Zanieczyszczenia wprowadzane do atmosfery mają bezpośredni oraz pośredni kontakt z biosferą, w tym z organizmami wyższymi. Bezpośrednie oddziaływanie polega m.in. na wchłanianiu zanieczyszczeń przez układ oddechowy człowieka i wywoływaniu alergii oraz innych groźnych schorzeń. Kolejnym przykładem może być niszczenie młodych pędów i liści przez aerozole zawierające bezwodniki kwasowe, SO₂ i NO₂. Oddziaływanie pośrednie polega na wydzielaniu zanieczyszczeń z powietrza przez wody opadowe i deponowaniu ich na pozostałe media środowiskowe – roślinność, ziemię, wody powierzchniowe. Na szczególną uwagę zasługują kwaśne deszcze, powodujące nie tylko zakwaszenie gleb i wód, ale m.in. korozję konstrukcji metalowych i niszczenie budynków. Poza tym takie związki jak metale ciężkie są kumulowane w łańcuchach troficznych, zagrażając tym samym człowiekowi, który jest ostatnim ogniwem.

Obecność zanieczyszczeń w powietrzu oraz ich interakcje z biosferą determinują konieczność badań chemizmu imisji w powiązaniu z badaniem chemizmu opadów atmosferycznych i depozycji zanieczyszczeń przenoszonych powietrzem.

Celem dokonania bilansu zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska na terenie województwa wielkopolskiego w określonych przedziałach czasowych, niezbędny jest systematyczny dopływ informacji o zanieczyszczeniach deponowanych na powierzchnię ziemi poprzez opady atmosferyczne. W szczególności istotne są dane o poziomie tych substancji chemicznych, które mogą przyczyniać się do eutrofizacji wód powierzchniowych, degradacji gleby i ekosystemu leśnego. W tym celu, decyzją Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska, przy znaczącym wsparciu finansowym Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska, w roku 2000 oddział IMGW w Poznaniu przeprowadził gruntowną modernizację sieci stanowisk jakości opadów na terenie naszego województwa. Dokonano wyboru nowych lokalizacji zgodnie z zasadą, aby w każdym powiecie znajdowało się co najmniej 1 stanowisko, jednocześnie odległość między nimi w kierunkach W, E, N, S mieściła się w odległości 30–35 km. Tym samym osiągnięto dosyć regularną sieć obejmującą 54 punkty pomiarowe. Rozmieszczenie stanowisk pomiarowych przedstawiono na mapach 5.3. – 5.6., a wykaz tych stanowisk w tabeli 5.20.

Niniejszy raport uwzględnia wyniki badań przeprowadzonych w okresie październik 2000 – wrzesień 2001 na stanowiskach usytuowanych w województwie wielkopolskim oraz w najbliższym jego sąsiedztwie.

Dane dotyczące 12-miesięcznej depozycji w okolicy każdego punktu badawczego ekstrapolowano na obszary sąsiednie. W rezultacie uzyskano prawdopodobny rozkład zanieczyszczeń odkładanych do podłoża na terenie województwa.

Zakres badań chemicznych obejmował następujące oznaczenia: odczyn pH, związki biogenne (azot ogólny i fosfor ogólny), siarczany, azotany, wybrane metale – kadm, ołów, miedź, cynk.

Wynik badań chemicznych składu opadów atmosferycznych jako stężenie określonego składnika przeliczano na zawartość tego składnika (mg) deponowaną na jednostkę powierzchni (m²).

Wyniki badań jako wartości depozycji zanieczyszczeń zamieszczono w tabeli 5.21., a w postaci graficznej – na mapach depozycji. Mapy ilustrują prawdopodobny rozkład poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń w sumarycznym opadzie rocznym. Rozkład depozycji zanieczyszczeń na mapach przedstawiono w postaci izolinowej. Dla potrzeb interpolacji założono, że zanieczyszczenia mogą rozprzestrzeniać się bez ograniczeń.

Metodyka poboru prób opadów

Opad atmosferyczny całkowity (opad mokry i sucha sedymentacja) pobierano w cyklu miesięcznym wg PN- 91/C-04642/02 do pojemnika z polietylenu, umocowanego na stelażu w taki sposób, aby górną krawędź zbiornika znajdowała się na wysokości 150 cm ponad poziom terenu. Pojemnik eksponowano przez okres miesiąca, kilkakrotnie w ciągu doby sprawdzano jego czystość (wszelkie zanieczyszczenia typu suche liście, ekskrementy ptasie itp. natychmiast usuwano, pojemnik przemywano lub wymieniano na czysty); po każdym opadzie (śnieg po odtajaniu) zlewano wody do 5-litrowych butelek, przechowywanych w lodówce lub w miejscu chłodnym i zaciemnionym. Po upływie miesiąca, zmierzono całkowitą objętość opadu i przekazano do analizy.

Tabela 5.20.

Wykaz stanowisk opadowych na obszarze województwa wielkopolskiego

nr	lokalizacja	nr	lokalizacja	nr	lokalizacja
1	Barczyzna	23	Krzewo	44	Świerczyna
2	Białężyn	24	Leszno	45	Trzcianka
3	Bieździadów/Chrzan	25	Lulkowo	46	Trzebieszki
4	Borczyско	26	Ławica	47	Trzemeszno
5	Buk	27	Łokacz Mały	48	Wapno
6	Bukowiec	28	Mieczownica	49	Wierzelin
7	Bystrzyca	29	Możdżanów	50	Włoszakowice
8	Chalin	30	Nadarzyce	51	Wolsztyn/Komorowo
9	Ciepielew	31	Nadziejewo	52	Zajączki Bankowe
10	Czaczyk	32	Oborniki	53	Zelgniewo
11	Czermin	33	Obra	54	Złotów/Wielatowo
12	Głogowa	34	Podgaje	55	Błenna ^{1/}
13	Grzymysław	35	Polska Wieś	56	Gardzko*
14	Henrykowo	36	Poznań IMGW	57	Gostomia ^{2/}
15	Joanka	37	Przyłęk	58	Kamienna ^{2/}
16	Kąkolewice	38	Radłów	59	Krasne Dłusko ^{1/}
17	Kiełczewek	39	Rudki	60	Kruszyna ^{1/}
18	Kobylniki	40	Skoki	61	Krzepielów ^{1/}
19	Komorów	41	Słupca	62	Nowy Świat/Łagowiec ^{1/}
20	Konary	42	Sułkowiec	63	Radzyń ^{1/}
21	Koziegłowy	43	Szamocin	64	Wyrobki ^{2/}
22	Kraśnica				

Stanowiska nieoznaczone usytuowane są na terenie województwa wielkopolskiego; oznaczone ^{1/} – na terenie lubuskiego, oznaczone ^{2/} – na terenie innych województw

Tabela 5.21

Wyniki badań chemicznych opadów atmosferycznych na stanowiskach opadowych na obszarze województwa wielkopolskiego w okresie X.2000–IX.2001

Lp.	Posterunek	odczyn pH	SO ₄	NO ₃	P ogólny	N ogólny	kadm	miedź	ołów	cynk
			mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²
1	Barczyzna	6,03	2118	955,7	37,86	469,7	0	2,564	2,205	24,75
2	Białężyn	6,1	2053	452,7	15,91	380,8	0,00312	2,338	1,856	24,72
3	Bieździadów	6,18	1990	637,4	29,6	435,5	0	2,69	2,082	25,82
4	Borczyско	6,38	2119	412,4	10,2	479,6	0	2,436	1,899	26,16
5	Buk	5,77	1648	679,2	18,3	467,7	0	2,63	2,022	25,62
6	Bukowiec	5,79	1856	646,9	12,97	386,3	0	2,285	1,919	22,79
7	Bystrzyca	5,37	2203	430,5	24,11	415,4	0	2,668	2,035	26,53
8	Chalin	5,33	1688	596,6	19,2	346,5	0	2,79	1,709	23,58
9	Ciepielew	5,87	2443	1540,0	73,9	489,8	0	2,964	2,096	30,10
10	Czaczyk	5,87	1986	1036,0	39,9	392,7	0	2,116	1,6	25,09
11	Czermin	5,45	1704	625,7	21,5	445,6	0	2,789	3,269	26,69
12	Głogowa	5,83	2103	351,2	25,96	476,5	0	2,397	1,902	25,03
13	Grzymysław	5,85	1895	725,3	35,2	433,3	0	2,644	2,27	26,62
14	Henrykowo	5,93	1874	731,1	24,6	406,1	0	2,255	1,808	23,01
15	Joanka	5,92	2121	450,3	25,28	459,5	0	2,46	1,986	26,76
16	Kąkolewice	5,66	1941	668,1	23,76	450,7	0	2,361	1,996	26,78
17	Kiełczewek	5,81	2371	514,3	13,32	376,6	0	2,455	2,074	24,72
18	Kobylniki	5,78	1692	943	39,8	404,2	0	2,345	1,99	24,4

Tabela 5.21. cd.

Lp.	Posterunek	odczyn pH	SO ₄	NO ₃	P ogólny	N ogólny	kadm	miedź	ołów	cynk
			mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²
19	Komorów	5,97	1814	410	25,2	427,7	0	2,377	1,979	22,93
20	Konary	6,33	1780	750,5	21,6	429,8	0	3,907	1,896	23,47
21	Koziegłowy	6,21	1783	504,3	12,85	433	0	2,07	1,768	21,59
22	Kraśnica	5,75	2325	685	27,7	447	0	2,306	1,908	25,04
23	Krzewo	6,15	1969	964,2	72,87	488,1	0	2,668	2,109	26,64
24	Leszno	5,74	1844	672,9	29,4	410	0	2,702	2,207	26,03
25	Lulkowo	6,07	2043	556,6	56,53	423,7	0,00175	2,377	1,935	24,18
26	Ławica	5,52	1813	381,4	29,2	418,5	0	2,301	1,834	23,37
27	Łokacz Mały	5,51	1823	481,5	32,9	404,5	0	2,295	1,914	24,41
28	Mieczownica	5,97	1876	600,5	18,4	369,4	0	2,432	1,725	24,94
29	Możdżanów	5,72	1552	562,5	33,8	432,3	0	2,273	1,874	25,61
30	Nadarzyce	5,90	1666	527,9	25,05	303,8	0	1,899	1,573	19,48
31	Nadziejewo	6,54	1664	487,8	14,6	378,9	0	1,931	1,527	20,98
32	Oborniki	5,62	2078	406,1	25,4	446,8	0	2,493	1,976	24,96
33	Obra	5,89	1674	708,5	23,43	469,4	0,225	2,652	2,182	26,07
34	Podgaje	5,76	1720	515,8	16,3	491,5	0	2,23	1,797	23,92
35	Polska Wieś	5,94	2130	491,8	16,97	387,5	0	2,063	1,767	24,15
36	Poznań IMGW	5,06	2211	667	15,3	398,8	0,00138	2,305	1,967	24,06
37	Przyłęk	5,64	2303	724,8	17,4	474,9	0	2,138	1,649	25,05
38	Radłów	5,73	2244	705,5	48,5	615,8	0	2,198	1,757	25,21
39	Rudki	5,87	1989	335,6	23,5	393,2	0	2,26	1,694	24,57
40	Skoki	5,72	2785	403,5	32,7	469	0	2,54	2,013	24,73
41	Słupca	5,86	2398	464	19,6	471,7	0	2,887	2,17	27,03
42	Sułkowice	5,48	1889	869,3	44,4	471,5	0	2,436	2,021	26,16
43	Szamocin	5,88	1826	701	40,9	459,8	0	2,373	1,848	23,11
44	Świerczyna	6,01	1940	511,2	48,86	451,2	0	2,157	1,774	27,93
45	Trzcianka	5,82	2108	499,4	35,7	504,6	0	2,35	1,924	24,17
46	Trzebieszki	5,94	1541	592,3	18,0	542	0	2,157	1,774	27,93
47	Trzemeszno	5,86	1931	528,2	35,9	436,4	0	2,404	2,009	24,46
48	Wapno	5,45	2363	1210	25,1	516,6	0	2,393	1,817	24,19
49	Wierzelin	5,28	2170	550,9	15,1	462,5	0	2,727	2,28	24,55
50	Włoszakowice	6,01	1424	450	17,04	368,5	0	1,923	1,529	21,4
51	Wolsztyn/Komorowo	5,73	1981	379,7	27,1	438,8	0	2,353	1,965	25,04
52	Zajęczi Bankowe	5,64	2050	500,9	23,85	431	0	2,326	1,861	25,37
53	Zelgniewo	5,88	2372	447,1	18,2	510,3	0	2,881	2,39	26,18
54	Złotów/Wielatowo	5,34	1719	499,1	16,45	441,9	0	2,4	1,911	23,19
55	Błenna **	6,33	2032	770,9	21	521	0	2,401	1,99	29,12
56	Gardzko *	5,59	2100	345,2	11,4	440,2	0	2,23	3,272	26,56
57	Gostomia **	5,69	1686	523,2	64	382	0	2,024	1,522	21,82
58	Kamienna **	5,58	2094	385,5	20,13	425,4	0	2,444	2,045	25,27
59	Krasne Dłusko *	5,44	2217	375,4	28,8	441,5	0	2,442	1,988	28,04
60	Kruszyna *	5,9	2054	489,7	39,9	474,4	0	2,56	2,064	27,16
61	Krzepielów *	5,07	2443	835,7	40,7	499,1	0	2,522	2,172	25,49
62	Nowy Świat/Łagowiec*	5,63	2054	5133	12,45	461	0	2,388	1,967	25,11
63	Radzyń *	5,68	1795	614	17,5	414	0,00225	3,233	2,644	24,19
64	Wyrobki **	4,43	1698	871,9	13,49	433	0	2,279	1,693	22,74

Chemizm opadów atmosferycznych za okres roczny X.2000- IX.2001

Zawartość makro- i mikrośladników w opadzie całkowitym w 54 punktach badawczych jest bardzo zróżnicowana. Przyczynia się do tego zarówno usytuowanie stanowisk pomiarowych w stosunku do odległych dużych emitorów zanieczyszczeń jak i oddziaływanie emitorów lokalnych oraz synergiczne oddziaływanie wielu czynników meteorologicznych, w tym natężenia i częstości opadów atmosferycznych, kierunku i prędkości wiatrów w okolicach danego stanowiska, cyrkulacji powietrza.

W zakresie odczynu opadów na wszystkich badanych posterunkach występują wahania. Najbardziej kwaśny roczny opad, pH około 5,1 wystąpił na terenie miasta Poznania (stanowisko 36). W dziewięciu miejscowościach stwierdzono pH w zakresie 5,0–5,5, w ośmiu – odczyn pH w granicach 6,0–6,5 i w jednej miejscowości – niewiele powyżej 6,5 pH. Na pozostałych stanowiskach odczyn opadu rocznego wahał się w zakresie 5,5–6,0 pH.

Spośród 54 posterunków, tylko na jednym stwierdzono depozycję siarczanów poniżej 1,5 g/m²; również na jednym – powyżej 2,5 g/m² (nr 40, Skoki). Na większości pozostałych depozycja wahała się w zakresie 1,5–,5 g/m².

Opad azotanów na badanym terenie tylko w przypadku trzech stanowisk przekroczył 1 g/m². Maksymalny (1,54 g/m²) wystąpił w miejscowości Ciepielew (nr 9), minimalny – nie przekraczający 0,50 g/m² wystąpił na dwudziestu stanowiskach. Na pozostałych wahał się w zakresie 0,50–1,00 g/m².

Największa depozycja związków ołowiu w przeliczeniu na ołów (3,2 mg/m²), wystąpiła w okolicach Pleśzewa (nr 11, Czermin). Na większości stanowisk opad związków tego metalu nie przekroczył 2,2 mg/m². Tylko w trzech miejscowościach mieścił się w granicach 2,2–2,5 mg/m².

Najwięcej miedzi (3,9 mg/m²) zdeponowane zostało w Konarach (nr 20). Na pozostałych posterunkach depozycja miedzi nie przekroczyła 3,0 mg/m², jednocześnie na większości była niższa od 2,5 mg Cu/m².

Największy opad roczny kadmu (0,220 mg/m²) zanotowano w Obrze (nr 33). Na większości pozostałych stanowisk opadu kadmu w ogóle nie stwierdzano, a na kilku wahał się między 0,0020 a 0,0035 mg/m².

Najniższy opad cynku – poniżej 20 mg/m² – zanotowano w Nadarżycach (stanowisko nr 30), maksymalny – 30 mg/m² w Ciepielewie (stanowisko nr 9), na pograniczu województw wielkopolskiego i łódzkiego. Na pozostałych stanowiskach ilość cynku w opadzie 12-miesięcznym nie przekraczała 28 mg/m².

Elementy klimatu kształtujące proces rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń

Analizując rozkład przestrzenny i czasowy rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza uwzględniono czynniki meteorologiczne kształtujące ten proces:

- temperaturę i wilgotność powietrza,
- opady atmosferyczne,
- prędkość i kierunek wiatru.

W ocenie reprezentatywności okresu X.2000–IX.2001 wykorzystano wartości normalne z wielolecia 1971–2000 dla temperatury, opadów, prędkości i kierunku wiatru oraz okres 1976–1995 dla wilgotności powietrza.

Zmienność wyżej wymienionych czynników na tle średnich z wielolecia charakteryzuje:

- utrzymująca się przez kolejny okres badawczy dodatnia anomalia średniej rocznej temperatury ($\Delta t = 0,9^{\circ}\text{C}$), notowana na terenie całej Wielkopolski, choć wartość Δt jest różna. O wielkości anomalii zadecydował przede wszystkim bardzo ciepły październik i listopad 2000 roku, gdyż temperatury średnie miesięczne były wyższe o około 3°C od normy. W I i II dekadzie października maksymalna temperatura powietrza przekraczała codziennie 10°C, a w czterech dniach – 20°C. Zanotowano 16 dni ciepłych z $t_{\text{max}} > 15^{\circ}\text{C}$, wobec średniej z wielolecia wynoszącej 9°C. Średnia miesięczna listopada należy do najwyższych w wieloleciu. Dodatnia anomalia średniej miesięcznej temperatury była wyjątkowo długotrwała, gdyż utrzymywała się od X.2000 do II.2001 roku. Ciepły był okres przełomu kwietnia i maja, kiedy zanotowano kilkudniowy ciąg dni ciepłych. Ujemne wartości odchylenia od wartości przeciętnej zanotowano jedynie w III, VI i IX.2001 roku. Wrzesień 2001 roku należał do chłodniejszych w okresie badawczym;
- średnia roczna wilgotność względna wyższa od średniej z wielolecia ($\Delta f = 2\%$). Szczególnie duża wartość dodatniej anomalii wystąpiła we wrześniu 2001 roku ($\Delta f = +7\%$), a ujemna w maju ($\Delta f = -7\%$). Tak duże wartości odchyżeń występują sporadycznie. Na wielkość tej anomalii w maju wpłynął bardzo ciepły

przełom kwietnia i maja, kiedy to notowano sześciodniowy ciąg dni ciepłych oraz brak opadów. Anomalię września spowodowały bardzo wysokie opady tego miesiąca (257 % normy). Charakterystyczną dla okresu X.2000–IX.2001 jest utrzymująca się przez okres 7 miesięcy (X–IV) dodatnia anomalia wilgotności; W Wielkopolsce, rozkład wilgotności wykazywał pewne odstępstwa od podanego powyżej dla Poznania. Wysokie opady pochodzenia burzowego notowane w Poznaniu w VII i IX nie zaznaczyły się między innymi we wschodniej części tego obszaru, a więc rozkład miesięczny wilgotności względnej na tym terenie cechuje mniejsza anomalia.

- średnia roczna prędkość wiatru minimalnie niższa od normy z wielolecia. Wyjątkowo niskie prędkości wiatru, jak na porę roku wystąpiły w listopadzie i w grudniu 2000 roku, utrzymując się również, choć w mniejszym stopniu w styczniu 2001 roku. Od kwietnia zanotowano ciąg miesięcy z prędkością wiatru wyraźnie wyższą od średniej. Szczególnie wysoka prędkość jak na wiosnę wystąpiła w maju. W okresie ujemnej anomalii prędkości, przeważały wiatry z kierunku SE i S (około 20 % w miesiącu). W maju dominowały wiatry z kierunku N. W okresie badań dominowały wiatry z sektora E–NW, o wyrównanej częstości występowania powyżej 10 %. Wiatry zachodnie notowano najczęściej – 16,1 %, ale częstość ich występowania odbiega jedynie nieznacznie od częstości wiatrów z kierunku E i SE (odpowiednio 14,4 % i 14,7 %). W porównaniu z wieloleciem wystąpił wyraźny wzrost liczby przypadków wystąpień wiatru z kierunku SE, S, N i NW oraz bardzo wyraźny spadek częstości kierunków z W (o 5 %). Według badań H. Lorenc taki rozkład kierunków w roku związany jest głównie z następującymi typami cyrkulacji: cyklonalnej z kierunków E, SE, S, W i SW oraz antycyklonalnej z SE, S, W i SW;

Na terenie Wielkopolski warunki anemometryczne mogą znacznie odbiegać od przedstawionych powyżej ze względu na zróżnicowanie topograficzne obszaru województwa.

- roczna suma opadów mieszcząca się w przedziale wartości przeciętnych (114 % normy). Bardzo mokry był wrzesień 2001 roku. Natomiast maj należał do skrajnie suchych (26 % normy), a sierpień i styczeń do suchych. Charakterystyczną cechą okresu badań jest wystąpienie bardzo wysokich opadów dobowych pochodzenia burzowego w lipcu i wrześniu 2001 roku. Rozkład opadu w roku jest nietypowy. Kolejny rok z rzędu najwyższe opady wystąpiły w lipcu, ale również we wrześniu.

Podsumowując, należy podkreślić, iż w okresie X.2000–IX.2001 roku wystąpiły:

- dodatnia anomalia temperatury powietrza,
- nietypowy rozkład prędkości wiatru z maksimum wiosną, ale minimum jesienią,
- opad roczny mieszczący się w górnej granicy normy.

Tabela 5.22.

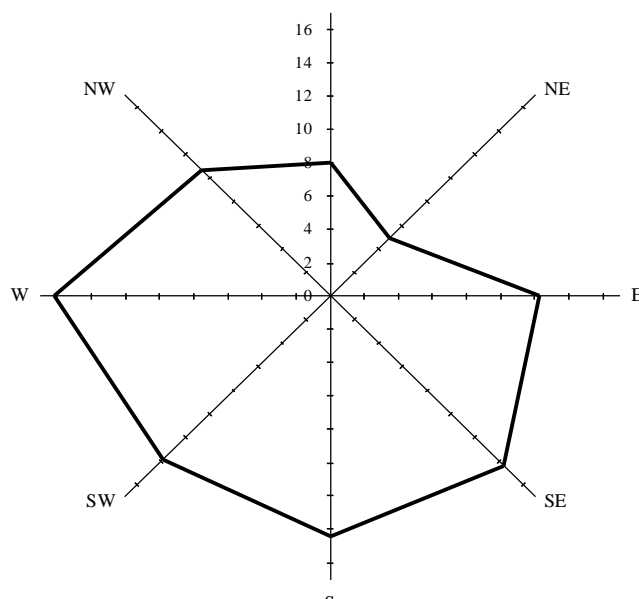
Elementy klimatu determinujące rozkład zanieczyszczeń w rejonie Poznania - Ławicy

Posterunek	Miesiąc												Rok średnio
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Średnia miesięczna temperatura powietrza (°C)													
Poznań – 2000/2001	12,0	6,4	2,2	0,0	0,5	2,5	8,1	14,8	15,0	19,9	19,6	12,1	9,4
Poznań – wielolecie	8,5	3,4	0,5	-1,0	-0,3	3,3	7,9	13,6	16,4	18,2	17,8	13,2	8,5
Średnia miesięczna wilgotność względna (%)													
Poznań – 2000/2001	85	89	92	91	85	82	76	62	76	73	73	87	81
Poznań – wielolecie	84	87	88	86	85	78	72	69	72	72	74	80	79
Średnia miesięczna prędkość wiatru (m/s)													
Poznań – 2000/2001	3,1	2,9	2,8	3,1	3,9	3,9	3,8	3,9	3,4	3,5	3,3	3,4	3,4
Poznań – wielolecie	3,3	3,8	3,9	3,9	3,8	4,0	3,7	3,3	3,3	3,2	2,8	3,0	3,5
Wysokość opadu atmosferycznego (mm)													
Poznań – 2000/2001	24	46	49	22	21	48	34	12	68	105	35	113	577
Poznań – wielolecie	35	33	39	29	23	33	31	47	62	76	56	44	508

Tabela 5.23.

Częstość występowania kierunku wiatru w okresie październik 2000 – wrzesień 2001
Poznań, wysokość stacji 83 m npm.; wysokość anemometru 10 m nad poziom gruntu

kierunki wiatru		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
liczba przypadków	n [%]	8,0	4,9	12,3	14,4	14,4	13,9	16,2	10,7	5,2



Omówienie wyników

Zanieczyszczenia występujące w opadach, na stanowiskach pomiarowych usytuowanych na terenie województwa wielkopolskiego wykazują istotne różnice w zakresie wartości rocznych.

Z analizy map prawdopodobnego rozkładu zanieczyszczeń deponowanych przez opady atmosferyczne wynika, że:

- opady roczne najbardziej zakwaszone – o odczynie pH około 5,1 wystąpiły w rejonie miasta Poznania;
- największa depozycja siarczanów z opadem całorocznym powyżej $2,25 \text{ g/m}^2$ występowała – jak ilustruje to mapa nr 5.4. – w wyraźnie zaznaczonej wschodniej i północno-wschodniej części województwa;
- najmniejsza depozycja, poniżej $0,5 \text{ g/m}^2$, azotanów z opadem całorocznym występowała w powiatach kępińskim, ostrzeszowskim i części ostrowskiego oraz w pasie ciągnącym się od zachodniej części powiatu międzychodzkiego i czarnkowsko-trzcianeckiego poprzez szamotulski, obornicki i północną część poznańskiego. Maksymalna depozycja, powyżej $1,5 \text{ g/m}^2$, wystąpiła na terenie powiatów: wągrowieckiego, kaliskiego i tureckiego, na terenach graniczących z województwami ościennymi (mapa nr 5.5.);
- największy opad związków ołowiu, w granicach $3,0\text{--}3,5 \text{ mg/m}^2$ wystąpił w 12-miesięcznym okresie badań w powiecie pleszewskim (mapa nr 5.6.);
- największa zawartość miedzi w opadzie rocznym, powyżej 3 mg/m^2 , wystąpiła w okolicy posterunku usytuowanego w powiecie rawickim (Konary, stanowisko nr 20);
- depozycja cynku z opadem rocznym w zakresie $22\text{--}24 \text{ mg/m}^2$ rozkładała się stosunkowo równomiernie na terenie województwa, Przekroczenie tej wartości do 26 mg/m^2 miało miejsce w części powiatu słupeckiego i kolskiego oraz dużej części pleszewskiego, kaliskiego i tureckiego.

Z porównania wyników obecnych i ubiegłorocznych badań depozycji nasuwają się następujące spostrzeżenia:

- w przypadku siarczanów – zanotowano wyraźne zmniejszenie depozycji z poziomu $4,0\text{--}4,5 \text{ g/m}^2$ do poziomu nie przekraczającego $2,5 \text{ g/m}^2$;
- w przypadku azotanów nie zanotowano istotnych zmian, na większości stanowisk pomiarowych, za wyjątkiem dwóch – w ciągu ostatnich sześciu serii pomiarowych za wartość azotanów nie przekraczała 1 g/m^2 ;
- kwaśność opadu rocznego nie uległa wyraźnym zmianom w porównaniu do poprzedniej serii badawczej i na większej części województwa wahała się w zakresie $5,5\text{--}6,0 \text{ pH}$;

- zawartość kadmu wyraźnie obniżyła się w porównaniu do poprzednich serii badań i osiągnęła poziom dotychczas najniższy – tylko na czterech posterunkach zanotowano depozycję w zakresie 0,0013–0,0031 mg/m³ i wyjątkowo na terenie Obry (nr 33) – 0,2200 mg Cd/m²;
- zawartość ołowiu utrzymała się w zakresie 1,8–2,3 mg/m² na większości stanowisk; maksymalna depozycja na kilku niewielkich obszarach nie przekroczyła 3,5 g/m²;
- depozycja miedzi; w poprzedniej serii wykazywała cechy stabilizacji na poziomie około 2 mg/m², obecnie średnia depozycja na przeważającej części badanego terenu wzrosła nieznacznie do 2,3 mg/m², maksymalna depozycja nie przekroczyła 4 mg/m²;
- zawartość cynku w ostatniej serii zmniejszyła się w porównaniu do poprzednich serii; np. w przypadku maksymalnej depozycji – z ponad 30 do 26 mg Zn/m².

Najistotniejszymi źródłami emisji, które mogą mieć wpływ na skład chemiczny opadów atmosferycznych na obszarze województwa wielkopolskiego są lokalne źródła emisji jak również duże centra energetyczne zlokalizowane w odległości ponad 100 km na zachód od stanowiska pomiarowego. W badaniach ostatniego okresu zauważono wyraźne zmniejszenie oddziaływania Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego na najbliższe usytuowane powiaty wielkopolskie, w szczególności na stanowiska w południowej części wolsztyńskiego i zachodniej części leszczyńskiego. Mamy nadzieję, że nie jest to związane jedynie z korzystną dla tego zagłębia sytuacją anemometryczną w okresie badawczym, która sprzyjała równowadze w napływie mas powietrza zarówno z kierunków zachodnich jak i wschodnich.

Podsumowanie

Zmniejszająca się zawartość składników chemicznych w opadach i deponowanych do środowiska wodno-gruntowego jest konsekwencją zmniejszania się zanieczyszczenia powietrza, która to tendencja jest zauważalna w okresie ostatnich kilku lat.

Opad całkowity związków zawierających kadm i ołów na żadnym stanowisku nie przekroczył odpowiednich dopuszczalnych wartości według Rozporządzenia MOŚZNiL z dnia 28 kwietnia 1998 roku (Dz. U. Nr 55, poz. 355). Można również zauważyć tendencję dalszego obniżania się zawartości tych metali w opadach, a zatem również w powietrzu atmosferycznym.

Przy analizowaniu wyników przeprowadzonych badań, należy uwzględnić poniższe uwagi i zastrzeżenia:

- stanowiska pomiarowe (punkty, posterunki) były lokalizowane w miejscach oddalonych od źródeł emisji “energetycznych”, na peryferiach miast i wsi;
- jakkolwiek wyniki badań są obrazem stanu jakości powietrza w okolicach usytuowania posterunku pomiarowego, ze względu na lokalizację każdego z posterunków, można uznać je za reprezentatywne dla obszarów pozamiejskich – dla gminy lub powiatu;
- przy interpolacjach i ekstrapolacjach danych dotyczących punktów pomiarowych na cały badany obszar zakładano, że zanieczyszczenia rozprzestrzeniają się bez ograniczeń.

LITERATURA

- Dojlido J.R.: *Chemia wód powierzchniowych*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko Białystok 1995
- Gomółka E., Szajnok A.: *Chemia wody i powietrza*, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1986 /skrypt/
- Hermanowicz W., Dojlido J. i in.: *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*, Arkady Warszawa, 1976
- Matyniak Z., Zwoździak A.: *Ochrona Środowiska nr 1–2 (48–49) 1993* Wydawnictwo Oddziału Dolnośląskiego PZITS
- Ocena wstępna stanu zanieczyszczenia powietrza na terenie województwa wielkopolskiego pod kątem dostosowania systemu monitoringu jakości powietrza do wymagań przepisów Unii Europejskiej*. WIOŚ, Poznań 2001
- Raport o stanie środowiska w województwie wielkopolskim w roku 2000*, WIOŚ Poznań 2001
- Raport o stanie środowiska w województwie wrocławskim w roku 1994*, WIOŚ, Wrocław 1995
- Rozporządzenia MOŚZNiL z dnia 28 kwietnia 1998 r. (Dz. U. Nr 55, poz. 355)
- Sienkiewicz R.: *Wpływ kierunków wiatru i równowagi atmosfery na wielkość zanieczyszczeń powietrza i opadów atmosferycznych*, IMGW Wrocław 1997
- Twardowski R.: *Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych [w:] Raport o stanie środowiska w województwie lubuskim w 1999 roku*, WIOŚ Zielona Góra 2000
- Wiadomości Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Tom 18, Zeszyt 1 1995 r., Warszawa
- Zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego w Polsce*, PIOŚ 1993

Opracowała: Danuta Mickiewicz-Wichlacz
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Poznaniu