

WPLYW IMISJI Z ELEKTROWNI „DOLNA ODRA” NA GLEBY LEŚNE I UPRAWNE W LATACH 1977-1996

Saturnin Borowiec, Zdzisław Zabłocki

Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska Akademii Rolniczej w Szczecinie

WSTĘP

W roku 1974 uruchomiono należącą do pięciu największych w kraju i największą w woj. szczecińskim Elektrownię „Dolna Odra”. W latach 1981-1996 z tego źródła emitowane były rocznie od 55 do 100 tys. ton SO_2 oraz od 21 do 34 tys. ton NO_x , przy czym emisja tych zanieczyszczeń silnie zmieniających chemizm opadów uległa w pięcioleciu 1992-1996 znacznemu obniżeniu i wynosiła odpowiednio średnio 55 tys. ton SO_2 , 23 tys. ton NO_x . Dla oceny skutków oddziaływania zanieczyszczeń w środowisku podjęto w roku 1977 wieloletni program badań. Równoległe z badaniami chemizmu opadów i wpływu imisji na gleby rozpoczęto badania lichenologiczne i mikrobiologiczne oraz akumulacji siarki w liściach żyta i szpilkach sosny zwyczajnej. Oczekiwano przy tym, że emisje zanieczyszczeń z Elektrowni „Dolna Odra” spowodują znaczne zmiany właściwości chemicznych słabo zbuforowanych gleb leśnych i uprawnych wytworzonych z piasków luźnych i słabo gliniastych, dominujących na obszarze oddziaływania imisji.

Zmiany, jakie zaszły w chemizmie opadów i w środowisku glebowym w latach 1977-1985 oraz 1977-1991 zostały opisane we wcześniejszych publikacjach [1, 2], natomiast w niniejszej pracy przedstawiono wpływ imisji z tego źródła w pięcioleciu 1992-1996 oraz w dwudziestoletnim okresie badań (1977-1996).

METODY

Szczegółową charakterystykę terenu badań, rozmieszczenie powierzchni badawczych, częstotliwość pobierania prób opadów i gleb oraz metody stosowane przy oznaczaniu w nich składników podano we wcześniejszej pracy [1]. W celu zilustrowania zmian w czasie stężenia i ilości składników docierających wraz z opadem suchym i mokrym do 9 chwytaczy rozmieszczonych w odległości 0,2-13,5 km od elektrowni przedstawiono jako średnie dla okresów pięcioletnich oraz dla dwudziestolecia 1977-1996 (tab. 1). W podobny sposób w tabelach 2 i 3 przedstawiono zmiany we właściwościach i zawartości składników w próbkach zbiorczych pobranych z poziomów powierzchniowych (0-20 cm) gleb leśnych (z 7 powierzchni) i gleb uprawnych (z 7 powierzchni).

WYNIKI

W województwie szczecińskim 75% emisji gazowych pochodzi z energetyki zawodowej [4, 5]. Emisje te przyczyniają się do powstawania kwaśnych opadów, zmieniających właściwości chemiczne gleb leśnych i uprawnych w zasięgu ich oddziaływania [3]. Uchwycenie wpływu wywieranego przez kwaśne opady na środowisko glebowe umożliwiają tylko wieloletnie badania prowadzone w porównywalnych warunkach, na tych samych glebach, którymi były piaski luźne i słabo gliniaste, najbardziej wrażliwe na działanie imisji. Badania takie prowadzimy od roku 1977 na terenach objętych oddziaływaniem emisji z Elektrowni „Dolna Odra”.

W wieloletniu 1977-1996 średnie ważone pH opadów, wyliczone przy uwzględnieniu wielkości miesięcznych opadów oraz stężenia jonów wodorowych w opadach wynosiły 4,31. W latach 1977-1991 opady były silniej zakwaszone. Średnie ważone pH opadów utrzymywało się w granicach 4,28-4,22, a następnie w latach 1992-1996 zakwaszenie opadów uległo obniżeniu (do pH 4,53). W porównaniu z okresem 1977-1981, w którym na 1 km² docierało w ciągu roku 28,77 kg jonów wodorowych, w latach 1992-1996 ilość jonów H⁺ docierająca na ten obszar zmniejszyła się o 40% (tab. 1).

Tabela 1. Średnia roczna emisja Mg oraz opady (mm), stężenia (mg/dm³) i ilość składników (kg/km² rok) docierających z opadem w strefie oddziaływania imisji Elektrowni „Dolna Odra”

Table 1. Mean annual emissions Mg, precipitation (mm), concentrations (mg/dm³) and amount of compounds (kg/km²/year) entering with precipitations in the area affected by „Dolna Odra” power plant imissions

Lata - Years	1977-1981	1982-1986	1987-1991	1992-1996	1977-1996	
Emisja - Emission						
SO ₂	99 745	88642	76 127	55 085	79 900	
NO _x	b.d.	27 885	23 603	23 136	24 875	
Imisja w opadzie - Imission in precipitation						
Opad - Precipitation	564	508	529	551	538	
pH	4,28	4,27	4,22	4,53	4,31	
H ⁺						
b**	28,77	26,93	31,59	17,42	26,96	
SO ₂	a*	5,03	5,51	5,33	3,04	4,72
	b	2839	2800	2818	1677	2541
N-NH ₄	a	2,34	2,76	3,16	1,26	2,36
	b	1320	1402	1670	696	1272
N-NO ₃	a	0,62	0,71	1,23	0,57	0,77
	b	351	362	648	316	416
N-NO ₂	a	0,018	0,013	0,011	0,009	0,013
	b	10,2	6,5	5,2	5,2	6,9
Ca	a	5,63	4,52	5,59	5,8	5,4
	b	3175	2294	2960	3167	2910
Mg	a	0,90	0,70	0,71	0,54	0,72
	b	507	356	373	300	385
K	a	1,99	1,69	1,30	1,21	1,57
	b	1122	856	686	667	843
Na	a	1,02	1,06	1,33	1,10	1,12
	b	574	538	701	605	601
P-PO ₄	a	0,17	0,14	0,08	0,05	0,12
	b	96	71	44	29	62

*stężenie - concentration; **ilość składników w opadach - amount of compounds in precipitation;

b.d. brak danych - lack of information

Tabela 2. Niektóre właściwości poziomów powierzchniowych (0-20 cm) gleb leśnych (L) i uprawnych (U) w latach 1977-1996 w rejonie oddziaływania emisji Elektrowni „Dolna Odra” (wyrażone jako średnie dla danego okresu).

Table 2. Some properties of surface horizons (0-20 cm) of forest (L) and arable (U) soils on the area affected by "Dolna Odra" power plant imissions (expressed as mean values for the given period)

Właściwości Properties	Gleby Soils	1977-1981	1982-1986	1987-1991	1992-1996	1977-1996
Próchnica (%) Humus	L	2,1	2,1	1,9	1,8	1,9
	U	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
pH H ₂ O	L	4,2	4,3	4,2	4,4	4,3
	U	4,7	4,8	5,0	5,2	4,9
pH KCl	L	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6
	U	4,0	3,8	4,0	4,1	4,0
H _w	L	1,3	1,8	1,6	1,6	1,6
	U	0,5	1,2	0,6	0,5	0,7
Hh	L	4,7	5,3	5,3	5,1	5,1
	U	2,5	3,6	2,9	2,9	3,0
S	L	2,3	2,3	2,3	2,2	2,3
	U	3,2	2,5	2,8	2,8	2,7
T	L	7,0	7,6	7,6	7,3	7,4
	U	5,7	6,1	5,7	5,7	5,7
V (%)	L	32,8	30,3	30,3	30,2	31,9
	U	56,1	41,0	49,1	49,8	47,5

Tabela 3. Zawartość (w mg/100 g s.m. gleby) niektórych składników rozpuszczalnych w 2,5% CH₃COOH oraz siarki ogółem w poziomach powierzchniowych (0-20 cm) gleb leśnych (L) i uprawnych (U) w latach 1977-1996 w rejonie oddziaływania emisji Elektrowni „Dolna Odra” (podana jako średnie dla danego okresu)

Table 3. Content of some compounds soluble in 2,5% CH₃COOH and total sulphur in surface horizons (0-20 cm) of forest (L) and arable (U) soils on the area affected by „Dolna Odra” power plant imissions (expressed as mean values for the given period)

Właściwości Properties	Gleby Soils	1977-1981	1982-1986	1987-1991	1992-1996	1977-1996
Ca	L	9,9	5,4	11,3	9,3	8,8
	U	20,5	6,9	22,0	21,4	16,9
Mg	L	1,5	1,3	1,6	1,5	1,4
	U	1,6	1,7	3,6	2,0	2,1
K	L	2,7	2,5	2,4	2,1	2,4
	U	4,9	5,8	7,4	6,4	5,9
Na	L	0,4	0,5	0,8	0,8	0,6
	U	0,6	0,5	1,1	1,1	0,8
P	L	2,1	1,7	1,4	1,0	1,5
	U	4,9	3,3	3,5	3,6	3,9
S ogółem S total	L	20,4	28,5	18,3	12,8	20,0
	U	18,0	23,8	15,8	12,6	17,6

Elektrownia „Dolna Odra” emitowała w badanym wieloleciu średnio rocznie 77 900 ton SO₂. Emisja SO₂ zmniejszyła się w tym okresie z 100 tys. ton w latach 1977-1981 do 76 tys. ton w latach 1987-1991 i 55 tys. ton w ostatnim pięcioleciu (1992-1996). W wieloleciu 1977-1991 na powierzchnię gleby i roślin wraz z opadem docierały zbliżone ilości siarki (2800-2839 kg/km²), przy czym stężenia S-SO₄ w opadach kształtowały się od 5,03 do 5,38 mg/dm³. Natomiast w okresie 1992-1996 zarówno stężenia siarczanów w opadach, jak i ilość siarki docierająca do chwytaczy opadów zmniejszyły się o 40%, co związane było z wyraźnym zmniejszeniem emisji SO₂. W porównaniu z okresem początkowym (1977-1981), w latach 1992-1996 zmniejszyła się także ilość

(odpowiednio o 47, 10, 50, 40, 41 i 70%) oraz stężenia (odpowiednio o 46, 10, 50, 40, 39 i 71%) azotu amonowego, azotu azotanowego, azotu azotynowego, magnezu, potasu i fosforanów, podczas gdy stężenia i ilości wapnia i sodu utrzymywały się na zbliżonym poziomie.

Dwudziestoletnie oddziaływanie emisji zanieczyszczeń pochodzących z tego źródła spowodowało niewielkie zmiany we właściwościach powierzchniowych poziomów badanych gleb leśnych i uprawnych (tab. 2 i 3). W porównaniu z okresem 1977-1981, w ostatnim pięcioleciu w glebach leśnych stwierdzono obniżenie zawartości próchnicy (z 2,1 do 1,8%), sumy zasad wymiennych i stopnia wysycenia zasadami oraz zawartości łatwo rozpuszczalnego potasu i fosforu (o 22 i 52%). Natomiast nastąpiło zwiększenie kwasowości wymiennej i hydrolitycznej (odpowiednio o 20 i 10%).

Zmniejszenie emisji SO_2 o 1/3 i emisji S- SO_4 o 40% w latach 1992-1996 spowodowało znaczny ubytek siarki w poziomach powierzchniowych gleb leśnych (o 40%).

Gleby uprawne charakteryzowały się w całym dwudziestolecu niską zawartością próchnicy (1,0%) oraz bardzo kwaśnym odczynem (4,7-5,2 $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, 3,8-4,1 pH_{KCl}). Niska zawartość próchnicy decydowała o ich mniejszej pojemności sorpcyjnej niż powierzchniowych poziomów gleb leśnych. Wymywanie składników zasadowych przez kwaśne opady i wynoszenie ich z plonem spowodowało zwiększenie kwasowości hydrolitycznej o 16%, któremu towarzyszyło zmniejszenie sumy zasad wymiennych o 12% i stopnia wysycenia zasadami o 13%. Dzięki stosowanemu nawożeniu, zawartość łatwo rozpuszczalnych składników, poza fosforem, uległa niewielkiemu zwiększeniu. Natomiast podobnie jak w glebach leśnych, akumulacja siarki ogółem zmniejszyła się o 30%.

Prowadzone równoległe na tym obszarze badania lichenologiczne i mikrobiologiczne oraz badania nad wrażliwymi ekosystemami leśnymi także potwierdziły, że zwłaszcza w latach 1992-1996, oddziaływanie emisji z Elektrowni „Dolna Odra” na te elementy środowiska było niewielkie.

WNIOSKI

Na podstawie dwudziestoletnich badań nad wpływem emisji z Elektrowni „Dolna Odra” na gleby leśne i uprawne można sformułować następujące wnioski:

1. Pod wpływem emitowanych znacznych ilości SO_2 i NO_x utrzymywało się silne zakwaszenie opadów (w latach 1977-1996 średnie ważone pH opadów wynosiło 4,31).
2. W porównaniu z okresem początkowym (1977-1981) w pięcioleciu 1992-1996 nastąpiło ograniczenie emisji SO_2 o 40%, co spowodowało zmniejszenie zakwaszenia opadów z pH 4,28 do pH 4,53.
3. Dwudziestoletnie oddziaływanie emisji z tego źródła spowodowało niewielkie zmiany we właściwościach powierzchniowych poziomów badanych gleb leśnych i uprawnych. Stwierdzono nieznaczny wzrost kwasowości wymiennej i hydrolitycznej oraz obniżenie stopnia wysycenia zasadami.
4. Zmniejszenie emisji SO_2 o 1/3 i emisji S- SO_4 o 40% w latach 1992-1996 spowodowało znaczny ubytek siarki w poziomach powierzchniowych gleb leśnych i uprawnych (odpowiednio o 40 i 30%).
5. Prowadzone równoległe na tym obszarze badania lichenologiczne i mikrobiologiczne oraz badania nad wrażliwymi ekosystemami leśnymi także potwierdziły, że zwłaszcza w latach 1992-1996 oddziaływanie emisji z Elektrowni „Dolna Odra” na te elementy środowiska było niewielkie.

LITERATURA

1. Borowiec S., Zabłocki Z. 1989. Wpływ emisji Elektrowni „Dolna Odra” na niektóre elementy środowiska. *Zeszyty Naukowe AR w Szczecinie*. 139, 23-43.
2. Borowiec S., Zabłocki Z. 1995. Skutki oddziaływania imisji Elektrowni „Dolna Odra” na gleby leśne i uprawne. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 418, 329-334.
3. Johnson D.W., Cresser C.S., Nilsson S.I., Turner J., Ulrich B., Binkley D., Cole D.W. 1991. Soil changes in forest ecosystems: evidence for and probable causes. [in:] Last T.F. i Walting R. (red.): *Acidic deposition: Its nature and impacts*. Proceedings of the Royal Society, Edinburgh, B (Biol. Sciences), 97, 81-116.
4. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. 1994. *Raport o stanie środowiska w województwie szczecińskim w roku 1983*. Biblioteka Ochrony Środowiska, 1-126, Szczecin.
5. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. 1995. *Raport o stanie środowiska w województwie szczecińskim*. Biblioteka Ochrony Środowiska, 1-195, Szczecin

IMPACT OF IMISSIONS FROM "DOLNA ODRA" POWER PLANT ON FOREST AND ARABLE SOILS IN 1977-1996 YEARS

Saturin Borowiec, Zdzisław Zabłocki

Department of Ecology and Environmental Protection, Agricultural University of Szczecin

S u m m a r y

The results of long-term studies (1977-1996) presented in this paper showed how the precipitation chemistry (tab. 1) affected the properties of surface horizons (0-20 cm) of weakly buffered forest and arable soils (tab. 2 and 3) developed from sandy parent materials which dominate on the area under the emissions from "Dolna Odra" power plant. From this source of in the period 1981-1996 was yearly emitted 52-100 thousands tons of SO₂ and 21- 34 thousands tons of NO_x. The level of emissions of these pollutants, which substantially changed the chemistry of precipitation, decreased in years 1992-1996 to the yearly averages of 55 thousands tons of SO₂ and 23 thousands tons of NO_x. To illustrate changes over the time (1977-1996) the concentrations and amounts of compounds which reached as wet and dry deposition the nine gauges located within the distance of 0.2-3.5 km from power plant were presented as the means for five years periods. The changes of properties and content of the compounds in composite samples sampled from surface horizons (0-20 cm) from 7 sites of forest as well as arable soils were presented in similar way.

During the years 1992-1996 with wet and soluble part of dry deposition the following amounts (expressed as yearly means in kg/km²) reached the surface of precipitation gauges: H⁺ 17, S-SO₄ 1677, N-NH₄ 696, N-NO₃ 316, N-NO₂ 5, Ca 3166, Mg 300, K 667, Na 605 and P-PO₄ 29. As compared to the years 1977-1981 in this period the substantially less the majority of compounds were entered with precipitation to the surface of forest and arable soils (H⁺ 40%, S-SO₄ 41%, N-NH₄ 47%, N-NO₃ 10%, N-NO₂ 49%, Mg 41%, K 41% and P-PO₄ 70%). Only amounts of calcium and sodium were similar. During the years 1992-1996 in forest soils the increase of exchangeable and hydrolytical acidity respectively 20 and 10% was observed as compared to the beginning of the study (1977-1981) and in arable soils only 16% increase of hydrolytical acidity was found, accompanied with decrease of degree of base saturation respectively 8 and 12%. The content of soluble in 2.5% CH₃COOH K and P decreased in forest soils respectively 22 and 52% when in arable soils only P (24%). In arable soils increase of soluble Mg, K and Na respectively 25, 31 and 83% was found. Both in forest and arable soils substantial decrease of sulphur accumulation was observed (respectively 41 and 30%).

dr hab. Zdzisław Zabłocki, prof. AR
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska AR
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin