

CZEŚĆ III. JAKOŚĆ POWIETRZA

1. STRUKTURA I WIELKOŚĆ EMISJI

Za zanieczyszczenie powietrza uważa się obecność w atmosferze substancji stałych, ciekłych i gazowych, obcych jej naturalnemu składowi, lub substancji naturalnych występujących w ilościach nadmiernych, zagrażających zdrowiu człowieka, szkodliwych dla roślin i zwierząt oraz niekorzystnie oddziałujących na klimat. Średni skład czystego powietrza w warstwie troposfery to: 78,9% azotu, 20,95% tlenu oraz 0,93% argonu, 0,03% dwutlenku węgla oraz niewielkie ilości wodoru i gazów obojętnych.

Zanieczyszczenia przenikają do atmosfery w wyniku procesów naturalnych (źródła naturalne) i pod wpływem działalności człowieka (źródła antropogeniczne). Do naturalnych zanieczyszczeń powietrza zalicza się między innymi: pyły i gazy pochodzące z wybuchu wulkanów, aerozole i gazy emitowane z powierzchni mórz, popioły pochodzenia roślinnego powstające przy pożarach lasów, gazy powstające na skutek wyładowań elektrycznych oraz cząstki roślinne (zarodniki, pyłki kwiatowe) i organizmy żywe (wirusy, bakterie). Sztuczne źródła zanieczyszczeń pochodzą z działalności człowieka, bowiem niemal każdy rodzaj działalności ludzkiej powoduje w efekcie emisję różnych substancji do powietrza.

Najczęściej występującymi charakterystycznymi zanieczyszczeniami powietrza są: pyły, dwutlenek siarki, tlenki azotu, tlenek i dwutlenek węgla.

Powstawanie pyłów jest nierozłącznie związane z wszystkimi procesami technicznymi. O stopniu szkodliwości pyłów w powietrzu decyduje nie tylko ich ilość, ale także skład chemiczny i mineralogiczny. Do pyłów szczególnie toksycznych należą związki arsenu, ołowiu, cynku, manganu, kadmu, miedzi i rtęci. Z pyłów mineralogicznych najbardziej szkodliwy jest kwarc.

Wszystkie paliwa zawierają z zasady siarkę lub jej związki, dające w wyniku spalania dwutlenek siarki (SO_2), który jest gazem silnie toksycznym i wolno rozprzestrzeniającym się w atmosferze. W wyniku utleniania azotu zawartego w powietrzu, w wysokich temperaturach występujących w procesach spalania powstaje tlenek azotu. Przy obniżeniu temperatury tlenek azotu przechodzi w dwutlenek azotu (NO_2) i przeważnie w tej postaci, silnie toksycznej, emitowany jest do atmosfery.

Tlenek węgla jest produktem niepełnego spalania i w większym lub mniejszym stopniu towarzyszy wszystkim procesom spalania. Jest on gazem silnie toksycznym, jednak ze względu na małą gęstość rozprzestrzenia się szybko w powietrzu atmosferycznym. Emisja dwutlenku węgla związana jest ze wszystkimi procesami spalania, przy czym CO_2 wytwarza także człowiek w procesie oddychania. Dwutlenek węgla nie jest gazem toksycznym i stąd jego zawartość w powietrzu nie jest normowana. Zanieczyszczenie to jednak stanowi, obok metanu i podtlenku azotu, najważniejszy składnik gazów powodujących występowanie efektu cieplarnianego.

Substancje zanieczyszczające atmosferę usuwane są z niej poprzez procesy fizyczne, takie jak suche osiadanie lub wymywanie przez opady atmosferyczne, także poprzez reakcje, w których powstają inne związki, nazywane zanieczyszczeniami wtórnymi, czy też w wyniku procesów biologicznych.

Największym antropogenicznym źródłem emisji różnych substancji jest proces energetycznego spalania paliw. Głównym nośnikiem energii w Polsce jest nadal węgiel kamienny i inne paliwa, ale struktura ich zużycia ulega korzystnej zmianie. W ostatnich latach zmniejsza się wykorzystanie węgla kamiennego na rzecz ropy naftowej, oleju opałowego i gazu ziemnego. Wzrasta wykorzystanie energii wody, wiatru, słońca oraz energii geotermalnej, co wpływa na zmniejszenie emisji. Wykorzystanie węgla kamiennego na rzecz wzrostu zużycia bardziej przyjaznych środowisku paliw, w tym głównie płynnych i gazowych, spadło z 64% w roku 1990 do prawie 50% w 2000 r. W tym okresie, wykorzystanie gazu ziemnego zwiększyło się z 9,6% do 11,8%, a torfu i drewna opałowego z 0,5% do 3,2%.

Procentowy udział nośników energii w gospodarce narodowej kraju przytoczono w tabeli 42.

Tabela 42. Struktura zużycia nośników energii pierwotnej w gospodarce narodowej w Polsce (dane GUS)

Wyszczególnienie	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
w procentach							
Węgiel kamienny	64,0	59,8	59,8	58,4	55,8	51,9	50,4
Węgiel brunatny	13,3	12,8	12,3	12,3	13,0	13,7	13,2
Ropa naftowa	12,6	13,4	13,7	14,7	16,4	18,7	20,0
Gaz ziemny	9,6	9,8	9,5	9,8	10,3	11,1	11,8
Torf i drewno opałowe	0,5	3,2	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2
Inne	0,0	1,0	1,7	1,8	1,4	1,4	1,4
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Największy udział w emisji pyłów w Polsce ma energetyka przemysłowa i technologie przemysłowe, w emisji dwutlenku siarki – energetyka zawodowa, a w emisji dwutlenku azotu źródła mobilne. Strukturę całkowitej emisji głównych zanieczyszczeń powietrza w Polsce, według publikowanych źródeł GUS, zawarto w tabeli 43 oraz graficznie zobrazowano na rys. 36.

Udział poszczególnych dziedzin gospodarki w ogólnym bilansie zanieczyszczeń atmosfery nie jest stały, lecz zależy od tempa ich rozwoju, jak również od stosowanych metod ograniczania emisji zanieczyszczeń. Na przestrzeni ostatnich lat obserwuje się spadek udziału energetyki zawo-

Rys. 36. Struktura całkowitej emisji pyłów, dwutlenku siarki i dwutlenku azotu w Polsce (dane GUS 1999 r.)

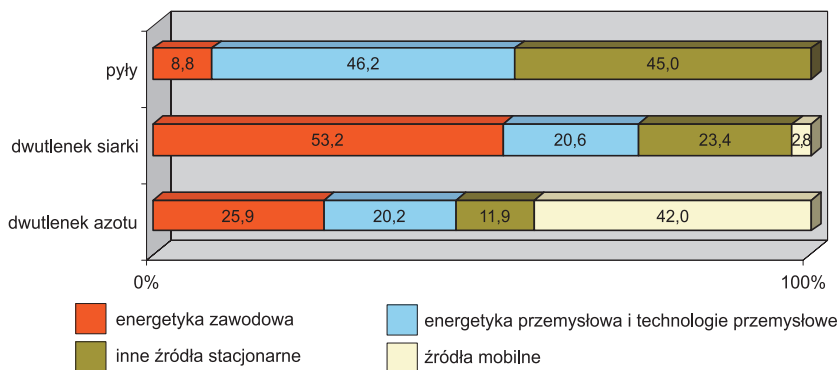


Tabela 43. Struktura całkowitej emisji pyłów, dwutlenku siarki i dwutlenku azotu w Polsce (dane GUS)

Źródło emisji	1990	1995	1996	1997	1998	1999
Pyły (w %)						
Energetyka zawodowa	29,2	14,8	12,6	10,3	10,8	8,8
Energetyka przemysłowa i technologie przemysłowe	44,1	47,8	49,8	51,2	50,9	46,2
Inne źródła stacjonarne	26,7	37,4	37,6	38,5	38,3	45,0
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Dwutlenek siarki (w %)						
Energetyka zawodowa	48,9	51,4	50,5	50,8	54,5	53,2
Energetyka przemysłowa	15,6	16,2	17,2	19,1	17,0	15,2
Technologie przemysłowe	8,4	8,4	8,4	5,7	5,0	5,4
Inne źródła stacjonarne	23,7	22,2	22,0	22,3	21,1	23,4
Źródła mobilne	3,4	1,8	1,9	2,1	2,4	2,8
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Dwutlenek azotu (w %)						
Energetyka zawodowa	28,9	33,7	31,2	27,8	26,6	25,9
Energetyka przemysłowa	10,2	9,9	11,1	10,2	10,6	8,6
Technologie przemysłowe	15,6	9,2	10,2	10,2	6,6	11,6
Inne źródła stacjonarne	7,8	10,2	11,4	11,1	11,7	11,9
Źródła mobilne	37,5	37,0	36,1	40,7	44,5	42,0
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

dowej w emisji pyłów. Jednocześnie systematycznie wzrasta udział tego sektora gospodarki w emisji całkowitej SO₂, co wynika ze zmniejszania się udziału w tej emisji innych źródeł stacjonarnych. Jest to następstwem przekazywania do eksploatacji nowych, centralnych ciepłowni, przyłączających coraz to większą ilość odbiorców ciepła, dających w efekcie korzystną eliminację licznych, małych obiektów komunalnych i przemysłowych, w większości pozbawionych urządzeń redukujących emisję.

Obserwowany wzrost udziału źródeł mobilnych w emisji tlenu azotu wydaje się oczywistym skutkiem wzrastającej stale liczby pojazdów uczestniczących w ruchu drogowym.

W województwie świętokrzyskim o emisji całkowitej, pochodzącej ze źródeł stacjonarnych, decydują przede wszystkim obiekty związane z następującymi rodzajami działalności gospodarczej (kolejno według wielkości udziału):

- energetyka zawodowa i ciepłownictwo,
- przemysł cementowo-wapienniczy oraz materiałów budowlanych,
- przemysł rolno-spożywczy,
- przemysł metalurgiczny i maszynowy,
- przemysł chemiczny (znaczący udział w pozostałych branżach).

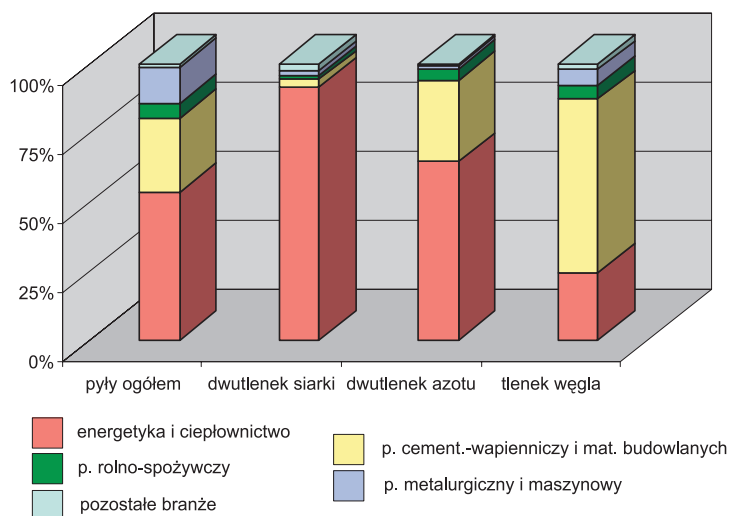
W emisji pyłów, dwutlenku siarki i dwutlenku azotu dominuje przemysł energetyczny (energetyka zawodowa oraz ciepłownictwo w gospodarce komunalnej i przemyśle). Na drugim miejscu w kolejności

udziału w emisji ze źródeł punktowych dla tych zanieczyszczeń plasuje się przemysł cementowo-wapienny i materiałów budowlanych. Znaczące ilości emisji daje także przemysł rolno-spożywczy oraz metalurgiczny i maszynowy, pomimo zmniejszenia produkcji zakładów uciążliwych oraz unowocześnień technologii produkcji (tabela 44, rys. 37). W przypadku tlenku węgla największy udział w emisji mają kolejno branże gospodarki reprezentujące przemysł: cementowo-wapienny i materiałów budowlanych, energetyczny, metalurgiczny i maszynowy oraz rolno-spożywczy. Informacje w tym zakresie oparto na ewidencji WIOŚ, obejmującej 102 jednostki o największej emisji zanieczyszczeń w województwie.

Tabela 44. Udział branż gospodarki w emisji zanieczyszczeń ze źródeł stacjonarnych województwa w 2000 i 2001 r. (dane WIOŚ)

Branże	Rok	Pyły ogółem	Dwutlenek siarki	Dwutlenek azotu	Tlenek węgla
Energetyka zawodowa i ciepłownictwo	2000	59,1	91,5	57,6	21,9
	2001	53,7	91,8	64,6	24,2
Przemysł cementowo-wapien. i mat. budowlanych	2000	25,3	2,9	36,9	66,6
	2001	26,8	2,5	29,3	63,1
Przemysł metalurgiczny i maszynowy	2000	10,4	1,5	3,8	4,4
	2001	12,8	1,7	4,2	4,9
Przemysł rolno-spożywczy	2000	4,3	1,7	1,1	5,4
	2001	5,4	1,5	1,2	5,7
Pozostałe branże	2000	0,9	2,4	0,6	1,7
	2001	1,3	2,5	0,7	2,1

Rys. 37. Udział branż gospodarki w emisji zanieczyszczeń ze źródeł stacjonarnych województwa w 2001 r. (dane WIOŚ)



W celu zobrazowania informacji o ilości i rodzajach zanieczyszczeń wyemitowanych do powietrza oraz dokonania porównań województwa świętokrzyskiego do innych rejonów Polski, wykorzystano dane Urzędu Statystycznego w Kielcach, oparte na inwentaryzacji 67 jednostek o największej w skali regionu emisji zanieczyszczeń. Dane te dotyczą zanieczyszczeń wprowadzanych do atmosfery w sposób zorganizowany i pochodzą ze źródeł punktowych (urządzenia technologiczne i grzewcze). Obejmują one takie zanieczyszczenia jak: pyły, dwutlenek siarki, tlenki azotu, tlenek węgla, dwutlenek węgla, węglowodory i inne emitowane przez zakłady charakterystyczne zanieczyszczenia gazowe.

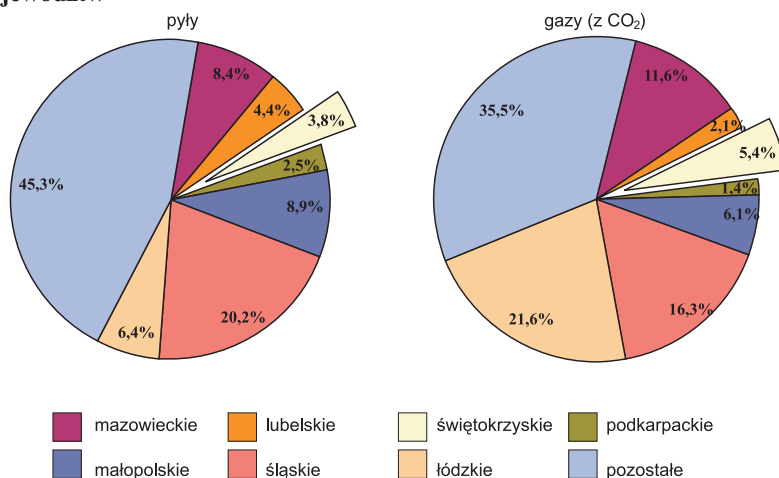
Według GUS łącznie w województwie świętokrzyskim w 2001 roku wyemitowanych zostało 6,2 tys. ton pyłów oraz 80,1 tys. ton gazów (wliczając CO₂ – 11 179,1 tys. ton), co stanowi odpowiednio 3,8% emisji krajowej pyłów i 4,0% emisji krajowej gazów (5,4% z CO₂).

Analizując wielkość emisji w województwie na tle ościennych województw należy dostrzec, że więcej pyłów wyemitowanych zostało w 2001 r. przez 5 (na 6) ościennych województw; mniej pyłów wprowadza do atmosfery tylko województwo podkarpackie. W zakresie zanieczyszczeń gazowych roczną wielkością emisji przewyższają nasz region cztery województwa sąsiednie: łódzkie, śląskie, mazowieckie i małopolskie. Dane o emisji zanieczyszczeń w województwie, na tle regionów sąsiednich, przedstawiono w tabeli 45 i na rys. 38.

Tabela 45. Emisja pyłów i gazów w województwie świętokrzyskim w 2001 r. na tle ościennych województw (dane GUS)

Emisja pyłów w tys. Mg/rok (województwa)			Emisja gazów (z CO ₂) w tys. Mg/rok (województwa)		
1	śląskie	32,8	1	łódzkie	45 114,3
2	małopolskie	14,4	2	śląskie	34 094,9
3	mazowieckie	13,7	3	mazowieckie	24 178,1
4	łódzkie	10,3	4	małopolskie	12 689,2
5	lubelskie	7,2		świętokrzyskie	11 179,1
	świętokrzyskie	6,2	5	lubelskie	4 292,7
6	podkarpackie	4,1	6	podkarpackie	3 003,1

Rys. 38. Emisja pyłów i gazów w województwie świętokrzyskim w 2001 r. na tle ościennych województw



W strukturze emitowanych zanieczyszczeń przeważają zanieczyszczenia gazowe, a wśród nich kolejno: dwutlenek węgla, dwutlenek siarki, tlenki azotu i tlenek węgla. Emisja dwutlenku węgla stanowi 99,3% ogółem emitowanych gazów w województwie. Wśród pozostałych zanieczyszczeń gazowych największy udział ma dwutlenek siarki, którego emisja w stosunku do łącznej emisji gazów, zliczanej bez CO₂, stanowi 58,1%. Kolejne miejsca w emisji gazów zajmują tlenki azotu – 26,2%, i tlenek węgla – 14,5%. Emisja dwutlenku siarki w 2001 r. wynosiła 46,5 tys. Mg, z czego 44,9 tys. Mg, czyli 96,6% pochodziło ze spalania paliw. Również ze źródeł energetycznych wyemitowano najwięcej, bo 15,2 tys. Mg dwutlenku azotu, co stanowi 72,4% sumarycznej emisji tej substancji podawanej z zakładów objętych sprawozdawczością GUS. Procesy technologiczne dostarczają tylko 5,8 tys. Mg, czyli 27,6% emisji ogółem tego zanieczyszczenia.

W ilości emitowanych w 2001 roku pyłów ogółem, wynoszącej 6,2 tys. Mg, przeważający udział – 4,4 tys. Mg, czyli 71,0%, mają pyły ze spalania paliw. Porównując powyższe dane do zestawień wielkości emisji w kraju, należy zauważyć, że udział pyłów pochodzących z procesów energetycznych w emisji ogółem jest jeszcze większy i wynosi 83,2%. Drugim dominującym w naszym regionie pod względem ilości rodzajem pyłów są pyły cementowo-wapiennicze, których wyemitowano 1,2 tys. Mg i ich udział w emisji pyłów w województwie wynosi 19,4% i 23,1% w emisji pyłów cementowych ogółem w Polsce. Struktura emisji jest odzwierciedleniem struktury gospodarki regionu.

Emisje pyłów oraz podstawowych zanieczyszczeń gazowych w Polsce i w województwie świętokrzyskim w latach 1998-2001 na podstawie danych zebranych i zestawionych przez GUS, a pochodzących z zakładów o największej emisji objętych tą sprawozdawczością, przedstawiono w tabelach 46, 47 i 48 oraz na rys. 39.

Tabela 46. Emisja pyłów w Polsce i w województwie świętokrzyskim w latach 1998-2001
(dane GUS)

Rok	Emisja pyłów			
	ogółem	ze spalania paliw	cementowo-wapiennicze i materiałów ogniotrwałych	pozostałe
Polska (tys. Mg)				
1998	254,7	212,2	9,7	32,8
1999	201,8	176,9	7,4	17,5
2000	180,5	147,9	6,5	26,1
2001	162,2	135,0	5,2	22,0
2001/2000 w %	90	91	80	84
województwo świętokrzyskie (tys. Mg)				
1998	12,0	9,2	1,8	1,0
1999	7,9	5,5	1,7	0,7
2000	8,8	6,5	1,6	0,7
2001	6,2	4,4	1,2	0,6
2001/2000 w %	70	68	75	86

Strukturę emisji w województwie według danych GUS, podawanych z uwzględnieniem Polskiej Klasyfikacji Działalności, zestawiono w tabeli 49 i na rys. 40. Największy udział w emisji zanieczyszczeń ma sekcja *wytwarzania i zaopatrywania w energię elektryczną, gaz i wodę*. Zakłady tej

Tabela 47. Emisja gazów w Polsce i w województwie świętokrzyskim w latach 1998-2001
(dane GUS)

Rok	Emisja gazów							ogółem z wyłączeniem CO ₂
	ogółem	w tym:					pozostałe	
		SO ₂	NO _x [^]	CO	CO ₂			
Polska (tys. Mg)								
1998	218 301,7	1334,3	413,8	369,5	216 034,9	149,2	2266,8	
1999	208 416,9	1181,6	385,8	326,1	206 247,7	275,7	2169,2	
2000	203 610,6	1040,2	370,9	345,3	201 527,4	326,8	2083,2	
2001	208 633,6	999,2	360,9	322,3	206 638,2	313,0	1995,4	
2001/2000 w %	102	96	97	93	102	96	96	
województwo świętokrzyskie (tys. Mg)								
1998	12 093,9	73,9	18,1	4,8	11 996,5	0,6	97,4	
1999	11 810,9	48,4	20,9	8,4	11 732,8	0,4	78,1	
2000	12 219,7	48,7	23,7	12,1	12 134,2	1,0	85,5	
2001	11 179,1	46,5	21,0	11,6	11 099,0	1,0	80,1	
2001/2000 w %	91	95	89	96	92	100	94	

[^] w przeliczeniu na NO₂

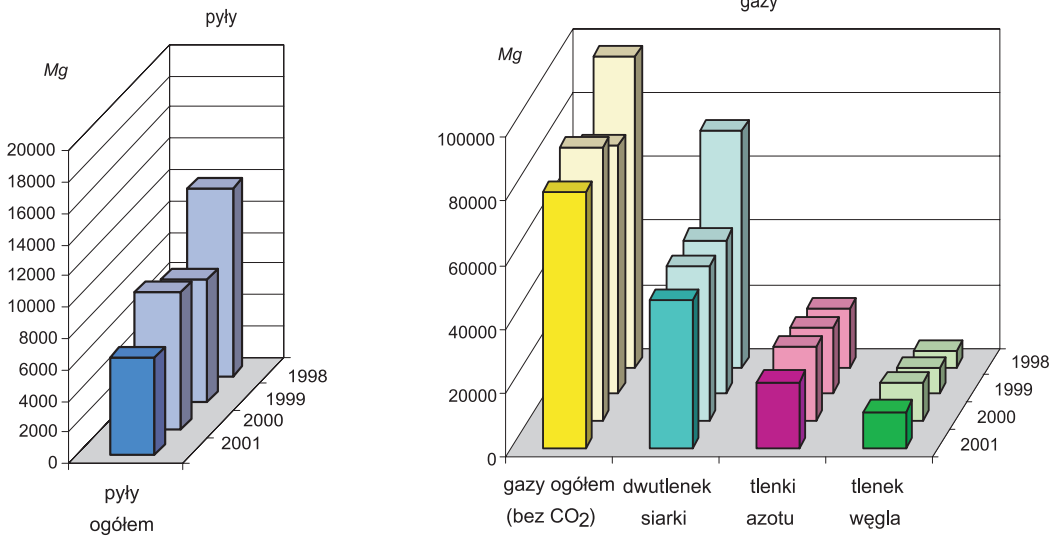
Tabela 48. Emisja dwutlenku siarki i tlenków azotu według źródeł pochodzenia (dane GUS)

Rok	Dwutlenek siarki						Tlenki azotu [^]					
	razem		ze spalania paliw		z procesów techn.		razem		ze spalania paliw		z procesów techn.	
	tys. Mg	%	tys. Mg	%	tys. Mg	%	tys. Mg	%	tys. Mg	%	tys. Mg	%
Polska												
1998	1334,3	100	1302,4	97,6	31,9	2,4	413,8	100	378,2	91,4	35,6	8,6
1999	1181,6	100	1155,0	97,7	26,6	2,3	385,8	100	349,7	90,6	36,1	9,4
2000	1040,2	100	1015,3	97,6	24,9	2,4	370,9	100	327,4	88,3	43,5	11,7
2001	999,2	100	976,3	97,7	22,9	2,3	360,9	100	322,3	89,3	38,6	10,7
województwo świętokrzyskie												
1998	73,9	100	71,9	97,3	2,0	2,7	18,1	100	15,1	83,4	3,0	16,6
1999	48,4	100	46,4	95,9	2,0	4,1	20,9	100	14,7	70,3	6,2	29,7
2000	48,7	100	46,7	95,9	2,0	4,1	23,7	100	15,5	65,4	8,2	34,6
2001	46,5	100	44,9	96,6	1,6	3,4	21,0	100	15,2	72,4	5,8	27,6

[^] w przeliczeniu na NO₂

branży emitują 48,4% pyłów i aż 91,6% dwutlenku siarki. Do sekcji o nazwie *przetwórstwo przemysłowe* należy 81,2% tlenku węgla oraz 47,6% emisji pyłów, z czego 66,0% CO i 21,6% pyłów pochodzi z produkcji cementu i wapna.

Rys. 39. Emisja zanieczyszczeń w województwie świętokrzyskim w latach 1998-2001
(dane GUS)



Rys. 40. Emisja przemysłowych zanieczyszczeń powietrza według PKD w 2001 r. (dane GUS)

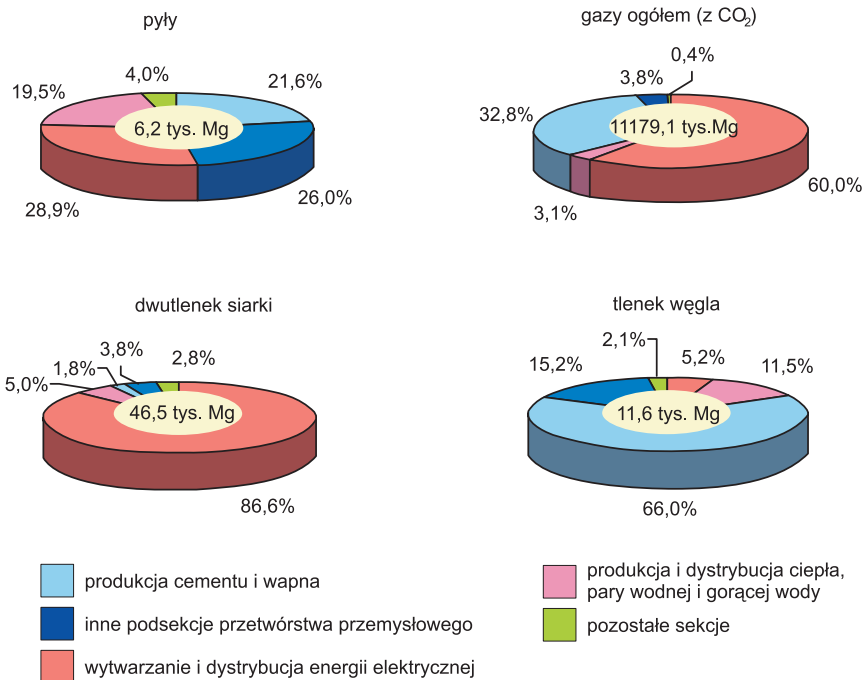


Tabela 49. Emisja przemysłowych zanieczyszczeń powietrza według Polskiej Klasyfikacji Działalności w 2001 r. (dane GUS)

Seksja podseksja	Emisja zanieczyszczeń									
	pyłowych		gazowych							
	ogółem Mg	%	ogółem Mg	%	w tym					
					SO ₂		CO		CO ₂	
	Mg	%	Mg	%	Mg	%	Mg	%		
Górnictwo i kopalnictwo	2	0,03	24899	0,22	1025	2,20	3	0,03	23812	0,21
Przetwórstwo przemysłowe, w tym:	2964	47,58	4093486	36,62	2596	5,58	9449	81,24	4073271	36,70
produkcja artykułów spożywczych; napojów i wyrobów tytoniowych	233	3,74	93297	0,83	450	0,97	512	4,40	91481	0,82
produkcja drewna i wyrobów z drewna	103	1,65	29998	0,27	77	0,16	180	1,55	29524	0,27
produkcja wyrobów chemicznych	60	0,96	3949	0,04	4	0,01	18	0,15	3923	0,04
produkcja wyrobów z surowców niemetalicznych pozostałych	1651	26,50	3772760	33,75	1132	2,43	8090	69,56	3757220	33,85
<i>w tym: produkcja cementu i wapna</i>	<i>1347</i>	<i>21,62</i>	<i>3669796</i>	<i>32,83</i>	<i>818</i>	<i>1,76</i>	<i>7676</i>	<i>66,00</i>	<i>3655743</i>	<i>32,94</i>
produkcja metali i wyrobów z metali	327	5,25	125319	1,12	157	0,34	194	1,67	124496	1,12
produkcja maszyn i urządzeń, gdzie indziej nie sklasyfikowane	543	8,72	40477	0,36	685	1,47	322	2,77	39220	0,35
pozostałe podseksje	47	0,76	27686	0,25	91	0,20	133	1,14	27407	0,25
Wytwarzanie i zaopatrywanie w en. elektryczną, gaz i wodę, w tym:	3015	48,39	7046049	63,03	42659	91,62	1939	16,67	6987809	62,96
wytwarzanie i dystrybucja energii elektrycznej	1800	28,89	6703633	59,96	40314	86,58	605	5,20	6649847	59,91
produkcja i dystrybucja ciepła, pary wodnej i gorącej wody	1215	19,50	342416	3,06	2345	5,04	1334	11,47	337962	3,05
Seksje pozostałe	249	4,00	14695	0,13	280	0,60	240	2,06	14074	0,13
Razem	6230	100,0	11179129	100,0	46560	100,0	11631	100,0	11098966	100,0

Zestawienie danych z 2001 roku dotyczących wielkości emitowanych zanieczyszczeń z zakładów uwzględnionych w statystyce GUS (tabela 46 i 47), w porównaniu do roku 2000, wykazuje spadek emisji zarówno pyłów, jak i gazów. Emisja pyłów jest mniejsza o 30%, dwutlenku siarki o 5%, tlenków azotu o 11%, a tlenku węgla o 4%.

Stopień redukcji zanieczyszczeń pyłowych w urządzeniach odpylających jest wyższy niż w roku ubiegłym i wynosi 99,6%. Natomiast w przypadku gazów wzrósł do wartości równej 28,6%, ale nadal redukcja zanieczyszczeń gazowych nie jest zadowalająca. Dane w powyższym zakresie przedstawia tabela 50.

Tabela 50. Stopień redukcji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w zakładach województwa świętokrzyskiego (dane GUS)

Rok	Ilość zanieczyszczeń* w Mg/rok		Stopień redukcji %
	wyemitowanych	zatrzymanych w urządzeniach	
zanieczyszczenia pyłowe			
1998	12 033	1 545 612	99,2
1999	7 902	1 496 175	99,5
2000	8 776	1 554 028	99,4
2001	6 230	1 681 377	99,6
zanieczyszczenia gazowe			
1998	97 346	5 312	5,2
1999	78 116*	30 489	28,1
2000	85 507*	29 111	25,4
2001	80 163*	32 041	28,6

*bez CO₂

Przytaczając zestawienia dotyczące emisji zanieczyszczeń w województwie w 2001 r. należy odnieść się do danych pochodzących z największych źródeł zanieczyszczenia powietrza. Najbardziej znaczący wpływ na wielkość emisji w regionie ma Elektrownia im. T. Kościuszki S.A. w Połańcu. Udział Elektrowni w emisji pyłów (zakłady w ewidencji GUS) stanowi ok. 30%, a dwutlenku siarki ok. 80%, w związku z czym, przekazywane przez ten zakład dane do statystyki decydują w dużej mierze o emisji ogółem dla województwa. Efektem eksploatacji od 3 lat przez Elektrownię instalacji odsiarczania spalin (na blokach 4-8) jest obniżenie emisji zanieczyszczeń, co wykazują wskaźniki uwzględniające wielkość produkcji (Raport 2000). Wykazane jednak w sprawozdawczości za 2001 rok niższe wielkości emisji w stosunku do roku poprzedniego, nie upoważniają do oceny, czy zachowana jest korzystna tendencja w tym zakresie z powodu zmienionej, w związku z wprowadzeniem systemu ciągłych pomiarów emisji, zasady jej rozliczania. Porównywanie wielkości emisji z tego zakładu, ustalonej obliczeniowo w oparciu o zużycie paliwa (do 2000 r.), z emisją wykazywaną na podstawie rejestru pomiarów ciągłych (od 2001 r.) nie jest możliwe.

Coraz powszechniej stosowane przedsięwzięcia na rzecz zmniejszenia emisji z procesów spalania paliw w celach energetycznych takie jak: budowa instalacji odsiarczania przy kotłach węglowych, zmiana paliwa z węgla na gaz lub olej niskoopałowy, czy przynajmniej stosowanie niskoemisyjnej technologii spalania węgla i doboru węgla o korzystnych parametrach, dają pożądane efekty. Z uwagi jednak na niskie temperatury i wczesną zimą w roku 2001, a tym samym wzrost

zapotrzebowania na ciepło, nie wszystkie zakłady energetyki zawodowej utrzymały tendencję spadkową emisji. Elektrociepłownia Kielce S.A. wyemitowała w porównaniu do 2000 r. o 12% mniej zanieczyszczeń pyłowych i o 6% mniej tlenu węgla wskutek ograniczenia pracy kotła WP-25 na rzecz zwiększonego wykorzystania kotła WP-140 z elektrofiltrem o wysokiej skuteczności odpylania, lecz przy wzroście zużycia paliwa (o 7%) wystąpiła zwiększona (o 5%) emisja dwutlenku siarki i tlenków azotu. Zakład Energetyki Ciepłej w Starachowicach, w związku ze zwiększoną produkcją ciepła, także w wyniku przyłączenia nowych odbiorców, wykazał wzrost emisji zarówno pyłów (o 22%), jak i gazów (o 22-41%), pomimo przeprowadzonej modernizacji kotła oraz wymiany urządzeń odpylających. Podobnie Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Kielcach, które zmodernizowało kolejnych kilka kotłowni koksowych o łącznej mocy 1,2 MW na kotłownię gazowe, wykazało większą od 5 do 36% emisję poszczególnych zanieczyszczeń. Wzrost emisji zanieczyszczeń miał miejsce także u kilku innych dużych producentów ciepła, do których zaliczyć należy: Zakłady Ostrowieckie Energetyka Ciepła Sp. z o.o. w Ostrowcu Świętokrzyskim i Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Sandomierzu. Korzystne natomiast zmiany wielkości emisji uzyskane zostały przez Energetykę Ciepłą w Skarżysku-Kamiennej Sp. z o.o., która w wyniku spalania lepszych gatunków paliw zmniejszyła emisję pyłów o 18%, tlenu węgla o 12% i dwutlenku siarki o 2%. Innym przykładem może być Zakład Energetyki Ciepłej w Staszowie, gdzie spalono mniejsze ilości paliwa oraz Komunalny Związek Ciepłownictwa w Kazimierzy Wielkiej, który wyemitował mniej dwutlenku siarki i tlenu węgla wskutek poprawy wydajności urządzeń grzewczych.

Emisja zanieczyszczeń z zakładów przemysłu cementowo-wapienniczego wykazuje w roku 2001 tendencję spadkową w stosunku do 2000 roku, co wynika z obniżenia produkcji, mającej miejsce u większości podmiotów oraz w mniejszym zakresie – z podejmowanych inwestycji proekologicznych. Zakłady tej branży gospodarki wykazały na ogół znacznie mniejszą emisję, a spadek ilości wyemitowanych pyłów osiągnął w tych zakładach 20-70%. Dotyczy to między innymi: Cementowni „Nowiny” Sp. z o.o. w Sitkówie, Lafarge Cement Polska S.A. w Małogoszczy, Cementowni „Ożarów” S.A. w Ożarowie, Zakładów Przemysłu Wapienniczego „Trzuskawica” w Sitkówie, Zakładów Przemysłu Gipsowego „Dolina Nidy” S.A. w Leszczach k/Pińczowa, Nida Gips Spółka z o.o. w Gackach, Lhoist Bukowa Sp. z o.o. w Bukowej, Kopalni Wapienia w Morawicy. Wzrost zanieczyszczeń gazowych w zakładach notowany był sporadycznie i dotyczył między innymi: dwutlenku siarki w Lafarge Cement Polska S.A. w Małogoszczy (gorsze parametry spalanego mazutu), tlenu węgla w Cementowni „Ożarów” (mniejsza efektywność procesu spalania wskutek nie osiągnięcia pełnej jego wydajności) i Zakładach Przemysłu Wapienniczego „Trzuskawica” S.A. w Sitkówie oraz tlenków azotu w Lhoist Bukowa Sp. z o.o. w Bukowej.

W tej grupie producentów znalazły się także te zakłady, które zrealizowały przedsięwzięcia wpływające korzystnie na bilans emisji, a zaliczyć do nich należy:

- Cementownię „Nowiny” Sp. z o.o. w Sitkówie: uruchomienie nowego Działu Węglowego (wyłączenie z eksploatacji starych młynów i suszarni węgla),
- Lafarge Cement Polska S.A. w Małogoszczy: remont urządzeń odpylających na młynach cementu,
- Cementowni „Ożarów” S.A. w Ożarowie: uruchomienie dodatkowych odpylaczy na młynach cementu i przy odpylaniu odbioru pyłu chłodnika rusztowego,
- Lhoist Bukowa Sp. z o.o. w Bukowej: oddanie instalacji odpyleniowej dla koksowych pieców szybowych oraz nowego pieca wapiennego typu Maerz wraz z obiektem towarzyszącym w postaci kotłowni olejowej pary technologicznej.

W zakładach pozostałych branż, w tym przemysłu maszynowego i metalurgicznego, występujące w 2001 r. zmiany emisji w stosunku do lat ubiegłych wynikały z zachwiania stabilności produkcji (obniżenie emisji) bądź ze zwiększonych ilości zużytego paliwa, co miało miejsce w przypadkach wykorzystania mocy urządzeń energetycznych do celów grzewczych (wzrost emisji).

Więcej, o ponad 20% w stosunku do 2000 r., pyłów i gazów wyemitowanych zostało między innymi przez NSK Iskra S.A. Zwiększona emisja pyłów i zanieczyszczeń gazowych wystąpiła także w Zakładach Urządzeń Chemicznych i Armatury Przemysłowej „Chemar” S.A. w Kielcach, gdzie jednocześnie wystąpił wyraźny spadek emisji węglowodorów (ponad 10% mniejsza emisja) spowodowany zmniejszonym zużyciem w procesie produkcyjnym materiałów malarskich. Mniej substancji zanieczyszczających przedostało się do atmosfery również z szeregu innych zakładów, do których zaliczyć należy: Zakłady Metalowe „Mesko” w Skarżysku-Kamiennej (z wyjątkiem SO₂, gdzie zanotowano niewielki wzrost emisji), Hutę Ostrowiec S.A. w Ostrowcu Świętokrzyskim, Odlewnię Wytwarzania Wyrobów Kanalizacyjnych Sp. z o.o. w Stąporkowie, i „Pro-Agro” S.A. w Kunowie.

Zakłady Wytwarzania Wyrobów Metalowych „SHL” S.A. w Kielcach nieznacznie więcej wyemitowały pyłów, z uwagi na spalanie gorszych gatunków węgla, ale wskutek racjonalnej gospodarki paliwo-energetycznej obniżyły emisję gazów. W Odlewniach Polskich S.A. w Starachowicach wystąpił niewielki, kilkuprocentowy wzrost emisji pyłów i węglowodorów związany ze zwiększonym zużyciem niektórych surowców.

W zakładach przemysłu rolno-spożywczego takich jak: cukrownie, zakłady przetwórstwa mięsnego, czy też przetwórnictwo owoców i warzyw najczęściej w 2001 r. występowała emisja znacznie niższa niż w roku 2000, przy czym wśród zakładów tej branży gospodarki zanotowano także spadek emisji związany nie tylko z obniżeniem produkcji, ale również z realizacją inwestycji proekologicznych. Do zakładów, które unowocześniły technologię spalania paliw należy Universal Leaf Tobacco Sp. z o.o. Oddział w Jędrzejowie, eksploatujący obecnie tylko kotłownię olejową. Kilka zakładów przetwórstwa mleka wykazało wzrost emisji, a dotyczy to OSM w: Kielcach, Włoszczowie, Jędrzejowie, Chmielniku i Bidzinach.

Rys. 41. Udział wybranych powiatów w emisji zanieczyszczeń w 2001 r. (dane GUS)

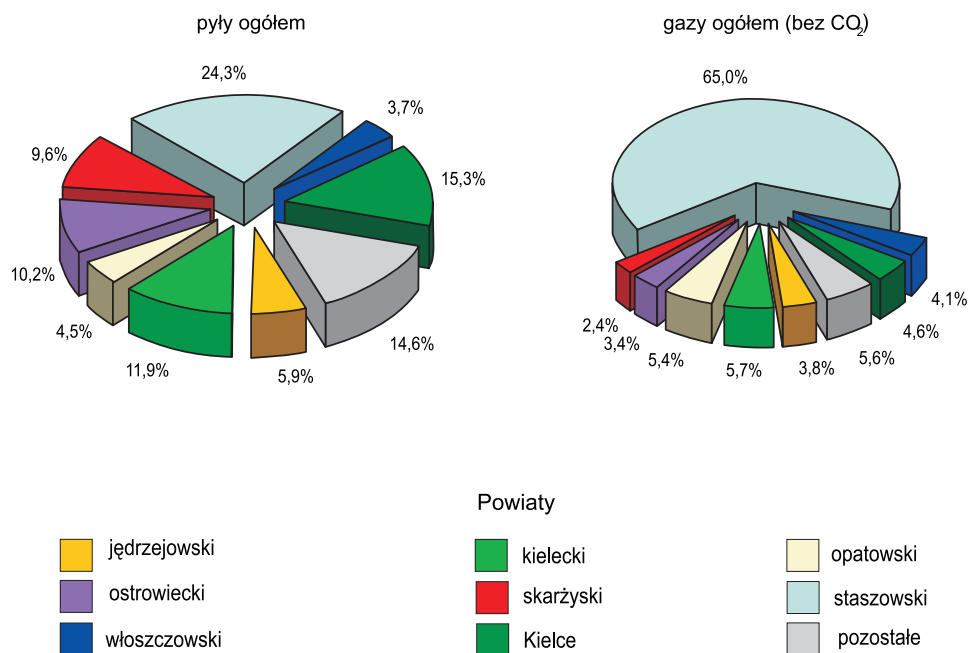


Tabela 51. Rozkład emisji wg powiatów (dane GUS)

Powiat	Rok	Pyły ogółem		Zanieczyszczenia gazowe									
				dwutlenek siarki		tlenki azotu		tlenek węgla		dwutlenek węgla		pozostałe	
		Mg	%	Mg	%	Mg	%	Mg	%	Mg	%	Mg	%
powiaty:													
buski	2000	4	0,1	1070	2,2	50	0,2	3	0,1	24647	0,2	6	0,6
	2001	4	0,1	1028	2,2	61	0,3	10	0,1	23812	0,2	2	0,2
jędrzejowski	2000	482	5,5	282	0,6	3258	13,8	246	2,0	1180227	9,7	0	0,0
	2001	366	5,9	332	0,7	2470	11,8	213	1,8	957294	8,6	0	0,0
kazimierski	2000	25	0,3	79	0,2	35	0,2	63	0,5	25784	0,2	0	0,0
	2001	19	0,3	52	0,1	24	0,1	83	0,7	20268	0,2	0	0,0
kielecki	2000	970	11,0	719	1,5	1437	6,0	3618	29,9	1394293	11,5	0	0,0
	2001	743	11,9	445	0,9	941	4,5	3174	27,3	1063976	9,6	0	0,0
konecki	2000	262	3,0	262	0,5	93	0,4	257	2,1	58772	0,5	0	0,0
	2001	261	4,2	219	0,5	94	0,4	244	2,1	58413	0,5	0	0,0
opatowski	2000	367	4,2	181	0,4	3079	13,0	1730	14,3	1840340	15,2	0	0,0
	2001	283	4,5	124	0,3	2128	10,1	2053	17,7	1294500	11,7	0	0,0
ostrowiecki	2000	652	7,4	832	1,7	946	4,0	443	3,7	257191	2,1	747	68,0
	2001	637	10,2	893	1,9	676	3,2	463	4,0	226451	2,0	701	70,1
pińczowski	2000	270	3,1	130	0,3	73	0,3	117	1,0	17319	0,1	0	0,0
	2001	92	1,5	164	0,3	138	0,7	54	0,5	76384	0,7	0	0,0
sandomierski	2000	215	2,4	196	0,4	1036	4,4	233	1,9	40154	0,3	14	1,3
	2001	331	5,3	187	0,4	629	3,0	335	2,9	46046	0,4	14	1,4
skarżyski	2000	609	6,9	911	1,9	315	1,3	477	3,9	15007	0,1	5	0,5
	2001	598	9,6	959	2,1	314	1,5	597	5,1	19810	0,2	16	1,6
starachowicki	2000	68	0,8	240	0,5	84	0,4	172	1,4	45322	0,4	29	2,6
	2001	202	3,2	681	1,5	210	1,0	295	2,5	115523	1,1	7	0,7
staszowski	2000	3570	40,7	41536	85,3	12544	53,0	309	2,6	6536077	53,9	63	5,7
	2001	1514	24,3	39098	84,0	12495	59,6	467	4,0	6462341	58,2	49	4,9
włoszczowski	2000	349	4,0	266	0,5	96	0,4	3502	29,0	390550	3,2	212	19,3
	2001	229	3,7	265	0,6	149	0,7	2721	23,4	414405	3,7	187	18,7
miasto na prawach powiatu:													
Kielce	2000	933	10,6	1964	4,0	611	2,6	914	7,6	308548	2,6	22	2,0
	2001	951	15,3	2113	4,5	643	3,1	922	7,9	319743	2,9	24	2,4
województwo świętokrzyskie:													
	2000	8776	100,0	48668	100,0	23657	100,0	12084	100,0	12134231	100,0	1098	100,0
	2001	6230	100,0	46560	100,0	20972	100,0	11631	100,0	11098966	100,0	1000	100,0

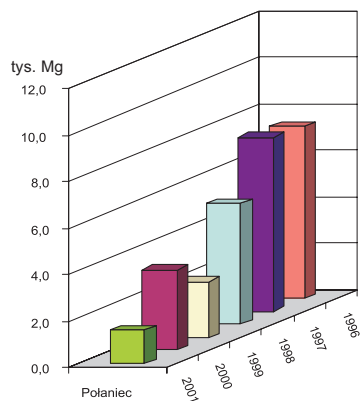
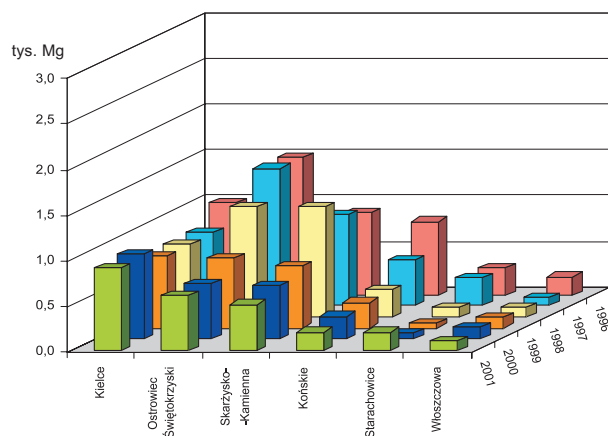
Rozkład emisji zanieczyszczeń w województwie jest przestrzennie bardzo zróżnicowany. Przeważająca ilość wyemitowanych przez zakłady (GUS) zanieczyszczeń pochodzi z powiatu staszowskiego, co potwierdzają dane zestawione w tabeli 51 oraz w formie graficznej przedstawione na rys. 41.

Dodatkowo w tabeli 52 zamieszczono dane pozwalające na analizę zmienności emisji pyłów i gazów w latach 1996-2001 w 7 wybranych miastach województwa: Kielcach, Ostrowcu Świętokrzyskim, Skarżysku-Kamiennej, Starachowicach, Końskich, Włoszczowie i Połańcu. Jednoznacznie korzystne zmiany w ilości emitowanych pyłów i gazów ogółem przez zlokalizowane tam zakłady obrazują także rys. 42 i 43.

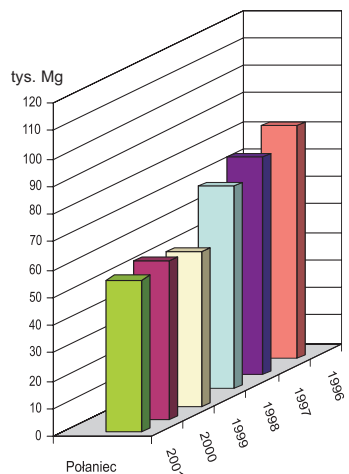
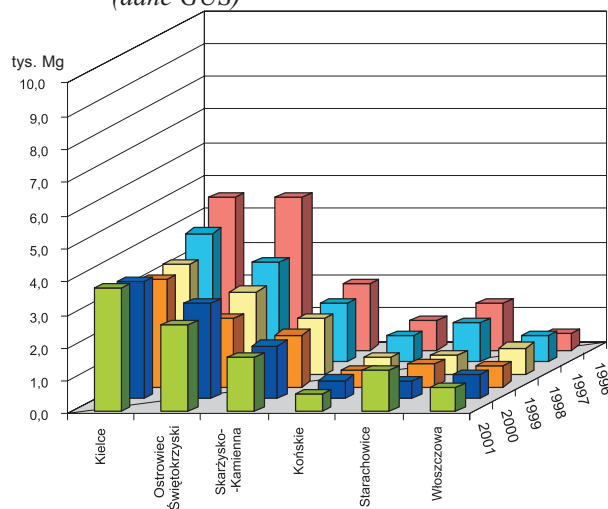
Tabela 52. Zmiany emisji pyłów i gazów w wybranych miastach województwa w latach 1996-2001 (dane GUS)

Miasto	Emisja pyłów w tys. Mg/rok						Emisja gazów (bez CO ₂) w tys. Mg/rok					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Kielce	1,0	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	4,6	3,9	3,3	3,2	3,5	3,7
Ostrowiec Świętokrzyski	1,5	1,5	1,2	0,8	0,6	0,6	4,6	3,0	2,5	2,1	2,9	2,6
Skarżysko-Kamienna	0,9	1,0	1,2	0,7	0,6	0,5	2,0	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6
Starachowice	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	1,4	1,2	0,6	0,7	0,5	1,2
Końskie	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,9	0,8	0,5	0,5	0,6	0,5
Włoszczowa	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,8	0,8	0,6	0,7	0,7
Polaniec	7,4	7,5	5,2	2,4	3,5	1,4	90,8	85,3	76,4	52,6	54,2	51,8

Rys. 42. Zmiany emisji pyłów w wybranych miastach województwa w latach 1996-2001 (dane GUS)



Rys. 43. Zmiany emisji gazów w wybranych miastach województwa w latach 1996-2001 (dane GUS)



2. ORGANIZACJA MONITORINGU JAKOŚCI POWIETRZA

Prezentowane w tym opracowaniu, podobnie jak w corocznych raportach o stanie środowiska, oceny jakości powietrza sporządzane są w oparciu o analizę danych uzyskiwanych z pomiarów prowadzonych na stałych stacjach monitoringu, realizujących określony program badań. W uzupełnieniu tego rodzaju danych, lub niezależnie od nich, przy sporządzaniu ocen możliwe jest stosowanie również innych metod opartych na: pomiarach wskaźnikowych (np. metoda pasywna), obliczeniach z wykorzystaniem matematycznych modeli rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń oraz obiektywnych metodach szacowania wykorzystujących dane dotyczące emisji. Metody te stosowane będą do ocen opracowywanych w trybie przewidzianym w ustawie – Prawo ochrony środowiska, zwłaszcza w odniesieniu do obszarów stref, gdzie nie ma danych pomiarowych.

Na terenie województwa pomiary jakości powietrza wykonywane są w zakresie wynikającym z „Programu monitoringu jakości środowiska w województwie świętokrzyskim na lata 2000-2002”. Programem tym objęte są następujące stacje pomiarowe stężeń zanieczyszczeń: Wojewódzkiej Stacji Sanitarно-Epidemiologicznej (WSSE), Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOŚ), samorządu miejskiego w Ostrowcu Świętokrzyskim (UM) oraz zakładów przemysłowych. Stacje WSSE funkcjonują w sieci krajowej i nadzoru ogólnego nad jakością powietrza, stacje WIOŚ są w systemie sieci regionalnej (wojewódzkiej), stacja UM oraz stacje zakładów tworzą system sieci lokalnych. Przyporządkowanie stacji pomiarowych do danej sieci monitoringu wynika z założeń Państwowego Monitoringu Środowiska, koordynowanego przez organy Inspekcji Ochrony Środowiska.

W dokumentacji opisowej stacji monitoringu określany jest typ stacji w rozróżnieniu na stacje: tłowe – dostarczające informacji o tle zanieczyszczeń (np. miejskim), przemysłowe – informujące o oddziaływaniu punktowych źródeł zanieczyszczeń i komunikacyjne – prowadzące pomiary stężeń emitowanych przez pojazdy (zlokalizowane w pobliżu tras komunikacyjnych).

WSSE obsługuje stacje tłowe tworzące system pomiarów, którymi objęte są miasta oraz uzdrowiska, przy czym jedna z nich, zlokalizowana w Kielcach przy ul. Gałczyńskiego, należy do krajowej sieci stacji podstawowych, z której pomiary wykorzystywane są do ogólnokrajowych ocen stanu środowiska. Jedną spośród trzech stacji regionalnych WIOŚ, położoną w Kielcach przy Al. IX Wieków Kielc, jest stacją komunikacyjną, a pozostałe stacjami dostarczającymi informacji o tle zanieczyszczeń w rejonach znaczącego wpływu emisji pochodzącej z różnych źródeł (Kielce, ul. Zakładowa i Chęciny). Stacje przemysłowe tworzą sieć kilkunastu stacji lokalnych obsługiwanych przez zakłady, z których aktualnie tylko stacja w Małogoszczy (Cementowni Małogoszcz) wyposażona jest w aparaturę do pomiarów ciągłych emisji. Stacja w Nowinach (Cementowni „Nowiny” Sp. z o.o. i ZPW „Trzuskawica” S.A.) zakończyła pracę w sierpniu 2001 r. z powodu dewastacji i kradzieży aparatury przez nieustalonych sprawców. Program pomiarowy oparty o metody manualne realizują zakłady: Cementownia „Ożarów” S.A. w Ożarowie, Huta „Ostrowiec” S.A. w Ostrowcu Świętokrzyskim, Kopalnie i Zakłady Chemiczne Siarki „Siarkopol” w Grzybowie oraz Elektrownia im. T. Kościuszki S.A. w Połańcu, która po 1998 r., wobec zwolnienia prawomocną decyzją administracyjną z obowiązku monitorowania stężeń zanieczyszczeń kontynuuje tego rodzaju badania w znacznie mniejszym zakresie. Zestawienie stacji monitoringu powietrza wykonujących pomiary stężeń zanieczyszczeń w 2001 r. zawarto w tabeli 53.

Poza wykazanymi w zestawieniu stacjami pomiarowymi, badania jakości powietrza prowadzone są na Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Święty Krzyż, należącej do Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach, wykonującej analizy i oceny wyników w ramach odrębnie realizowanego programu.

Istniejący system monitoringu powietrza podlegać będzie modernizacji w zakresie wynikającym z klasyfikacji stref wykonanej, na potrzeby ustalenia odpowiedniego sposobu oceny jakości powietrza, w trybie art. 88 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627).

Tabela 53. Stacje monitoringu powietrza wykonujące pomiary stężeń zanieczyszczeń w 2001 r.

Lokalizacja stacji	Typ stacji	Wykonawca	Zakres pomiarowy	Rodzaj/tryb pomiarów
POWIAT BUSKI				
Busko Zdrój, ul. Rzewuskiego	tłowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS, metale	24 h/dni rob.
Solec Zdrój, ul. Zdrojowa	tłowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS	24 h/co 5 dni
Rzędów, gm. Tuczępy	przemysłowa	KiZChS	SO ₂	24 h/dni rob.
POWIAT JĘDRZEJOWSKI				
Małogoszcz	przemysłowa	Cementownia	SO ₂ , NO ₂ , pył-PM10	ciągły
POWIAT KIELECKI				
Nowiny	przemysłowa	Cementownia	SO ₂ , NO ₂ , pył-PM10	ciągły
Chęciny, ul. Białego Zagłębia	tłowa	WIOŚ	SO ₂ , NO ₂ , pył-TSP	ciągły
POWIAT KONECKI				
Końskie, ul. Armii Krajowej	tłowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS	24 h/co 5 dni
POWIAT OPATOWSKI				
Ożarów, Cementownia	przemysłowa	Cementownia	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS	24 h/365 dni
Ożarów, Os. Wzgórze	przemysłowa	Cementownia	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS	24 h/365 dni
Dąbrówka, gm. Ożarów	przemysłowa	Cementownia	NO ₂ , pył-BS	24 h/365 dni
Kolonia Potok, gm. Ożarów	przemysłowa	Cementownia	NO ₂ , pył-BS	24 h/365 dni
Mieczysławów, gm. Tarłów	przemysłowa	Cementownia	pył-BS	24 h/365 dni
POWIAT OSTROWIECKI				
Ostrowiec Św., Os. Słoneczne	tłowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS, metale	24 h/dni rob.
Ostrowiec Św., ul. Głogowskiego	tłowa	UM	SO ₂ , pył-BS, metale	24 h/365 dni
Ostrowiec Św., ul. Samsonowicza	przemysłowa	Huta	NO ₂ , pył-TSP	24 h/20 w m-cu
Ostrowiec Św., Kąty Denkowski	przemysłowa	Huta	NO ₂ , pył-TSP	24 h/20 w m-cu
POWIAT SANDOMIERSKI				
Sandomierz, ul. Maciejowskiego	tłowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS	24 h/co 5 dni
POWIAT SKARŻYSKI				
Skarżysko-Kam., ul. Słowackiego	tłowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS, metale	24 h/6 w tyg.
POWIAT STARACHOWICKI				
Starachowice, ul. Murarska	tłowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS, metale	24 h/dni rob.
POWIAT STASZOWSKI				
Trzcianka, gm. Osiek	przemysłowa	E. Połaniec	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS	24 h/365 dni
Grzybów, gm. Staszów	przemysłowa	KiZChS	SO ₂	24 h/4 w tyg.
Krzywołęcz, gm. Staszów	przemysłowa	KiZChS	SO ₂	24 h/4 w tyg.
Osiek	przemysłowa	KiZChS	H ₂ S	24 h/4 w tyg.
Osieczko, gm. Osiek	przemysłowa	KiZChS	H ₂ S	24 h/4 w tyg.
Mikołajów, gm. Osiek	przemysłowa	KiZChS	H ₂ S	24 h/4 w tyg.
Pliskowola, gm. Osiek	przemysłowa	KiZChS	H ₂ S	24 h/4 w tyg.
Dobrów-Grzybów, gm. Tuczępy, Stasz.	przemysłowa	KiZChS	CS ₂	30-min/s. kw.
MIASTO NA PRAWACH POWIATU – KIELCE				
Kielce, ul. Gałczyńskiego	tłowa / krajowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS, metale	24 h/365 dni
Kielce, Al. IX Wieków Kielc	tłowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS, metale	24 h/dni rob.
Kielce, Al. IX Wieków Kielc	kommunikacyjna	WIOŚ	SO ₂ , NO ₂ , PM10, CO, metale	ciągły
Kielce, ul. Jagiellońska	tłowa	WSSE	SO ₂ , NO ₂ , pył-BS, metale	24 h/365 dni
Kielce, ul. Zakładowa	tłowa	WIOŚ	SO ₂ , NO ₂ , pył-TSP, metale	ciągły

BS Black Smoke, pył zawieszony mierzony metodą reflektometryczną

TSP Total Suspended Particulates, pył ogółem, mierzony bez separacji frakcji

PM 10 pył zawieszony o średnicy aerodynamicznej ziaren do 10 µm

3. OCENA JAKOŚCI POWIETRZA

Podstawą oceny jakości powietrza w 2001 r. jest nadal rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 28 kwietnia 1998 r. w sprawie dopuszczalnych wartości stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu (Dz. U. Nr 55, poz. 355). Natomiast normy jakości powietrza ustalone na podstawie ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627) stosowane będą do kolejnych, corocznych ocen.

3.1. Zanieczyszczenia podstawowe

Do podstawowych zanieczyszczeń powietrza zalicza się przede wszystkim: **dwutlenek siarki**, którego głównym źródłem są procesy spalania paliw zawierających siarkę (energetyka zawodowa, sektor komunalno-bytowy), a także procesy technologiczne; **dwutlenek azotu**, pochodzący przede wszystkim ze spalania paliw (transport, komunikacja, energetyka zawodowa) i z procesów technologicznych oraz **pył**, powstający ze spalania paliw, z procesów związanych z energetyką przemysłową i rozwojem niektórych technologii przemysłowych.

Na jakość powietrza w danym rejonie wpływa nie tylko emisja z miejscowych źródeł, ale również zanieczyszczenia występujące na innych obszarach, które emitowane z wysokich kominów mogą być rozpraszane na dużym obszarze. Dlatego stan zanieczyszczenia powietrza ściśle związany jest z panującymi warunkami meteorologicznymi.

Poniżej w tabeli 54 zestawiono wartości dopuszczalnych stężeń dla podstawowych zanieczyszczeń powietrza.

Tabela 54. Dopuszczalne stężenia SO₂, NO₂ i pyłu zawieszonego (Dz. U. z 1998 r., Nr 55, poz. 355)

Nazwa substancji	Dopuszczalne wartości stężeń w mikrogramach na metr sześcienny (µg/m ³) w odniesieniu do okresu					
	30-min. ¹⁾	24-godz. ²⁾	rok ³⁾	30-min. ¹⁾	24-godz. ²⁾	rok ³⁾
	obszary ochrony uzdrowiskowej					
dwutlenek azotu	500	150	40	330	100	25
dwutlenek siarki	500	150	40	350	125	30
pył zawieszony TSP	350	150	75	250	125	50
pył zawieszony PM10	280	125	50	200	100	40

TSP - Total Suspended Particulates, (pył ogółem); PM10 (pył o śr. aerodyn. ziaren do 10 µm)

1) jako 99,8 percentyl stężeń 30-min. występujących w roku kalendarzowym

2) jako 98 percentyl stężeń 24-godz. występujących w roku kalendarzowym

3) jako stężenie średnie w roku kalendarzowym

Z badań prowadzonych na terenie województwa świętokrzyskiego w ramach monitoringu środowiska wynika, że średnie roczne stężenia głównych zanieczyszczeń powietrza w 2001 roku wykazują na ogół wartości dość niskie i nie przekraczają norm dopuszczalnych. W zakresie dwutlenku siarki średnie roczne stanowią 3-42% normy dopuszczalnych stężeń (NDS). W przypadku dwutlenku azotu – 15-80% NDS, a średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego mieszczą się w przedziale 18-78% NDS.

Dwutlenek siarki

Analizę jakości powietrza przeprowadzono w oparciu o wyniki pomiarów z 21 stanowisk pomiarowych, z których 17 funkcjonuje w sieci stacji dobowych pomiarów manualnych, a 4 w sieci stacji pomiarów ciągłych, wyposażanych w automatyczne mierniki stężeń.

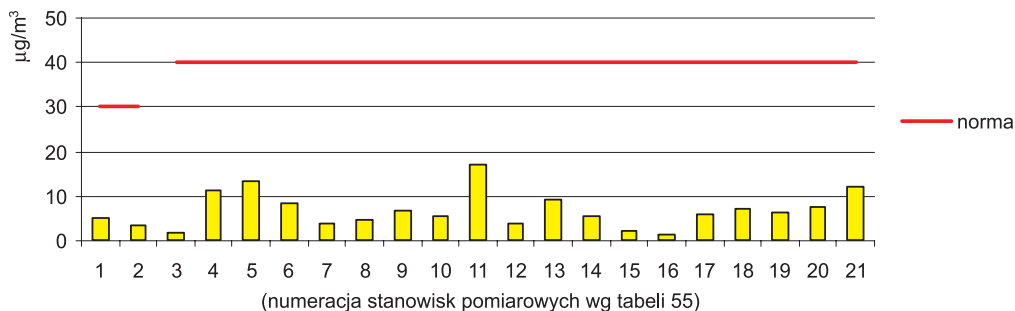
Parametry statystyczne, obliczone na podstawie rocznych serii pomiarów stężeń SO_2 z 2001 r. dla poszczególnych stanowisk uwzględnionych w analizie, odnoszące się do wartości średnich rocznych, średnich dobowych (w postaci S_{98}) oraz dla pomiarów ciągłych, również stężeń średnich 30-minutowych (jako $S_{99,8}$), a także porównanie do stężeń z roku ubiegłego, zestawiono w tabeli 55.

Stężenia średnie roczne dwutlenku siarki w 2001 r. występowały w granicach $1,5\text{--}17,0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ i były wyższe od notowanych w 2000 r., kiedy wartości skrajne wynosiły od $0,9\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $14,2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Można przyjąć, że sytuacja województwa świętokrzyskiego w zakresie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki jest zadowalająca, gdyż maksymalne ze stężeń średnich rocznych, które wystąpiło w Ostrowcu Świętokrzyskim przy ul. Głogowskiego, wynosiło $17,0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, co wobec normy wynoszącej $40,0\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ nie jest niepokojące.

Analizując zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku siarki w zestawieniu z rokiem 2000 obserwuje się wzrost stężeń na 14 i spadek na 7 stacjach pomiarowych. Trend spadkowy widoczny jest na stacjach w: Rzędowie, Chęcinach, Końskich, Ożarówie (Cementownia), Ostrowcu Św. (Os. Słoneczne), Grzybowie i w Kielcach przy ul. Zakładowej.

Średnie roczne stężenia dwutlenku siarki w województwie świętokrzyskim w 2001 r. w porównaniu z poziomem dopuszczalnych norm zobrazowano na rys. 44.

Rys. 44. Średnie roczne stężenia dwutlenku siarki w województwie świętokrzyskim w 2001 r.



Stężenia 24-godz. Parametrem normowanym w przypadku stężeń 24-godz. jest 98 percentyl (S_{98}), obliczany z rocznej serii pomiarów dobowych. Przekroczenie dopuszczalnej wartości dla stężeń 24-godz. w skali roku ma miejsce wówczas, gdy wartość S_{98} jest większa od stężenia dopuszczalnego D_{24} . Najwyższą wartość S_{98} wynoszącą $45,9\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (co stanowi 31% normy), uzyskano z pomiarów na stacji pomiarowej w Kielcach przy ul. Jagiellońskiej, najniższą, poniżej $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, zanotowano na stacji Krzywołęcz w powiecie staszowskim. Na obszarach ochrony uzdrowiskowej wystąpiło znaczne, w odniesieniu do roku ubiegłego, zwiększenie wartości S_{98} .

Stężenia 30-min. Ciągłe pomiary automatyczne, prowadzone na 4 stacjach (w Kielcach przy ul. Zakładowej, Chęcinach, Małogoszczy i Sitkówce-Nowinach), umożliwiają ocenę stopnia zanieczyszczenia powietrza także w odniesieniu do normowanego stężenia 30-min. Dopuszczalna wartość dla $S_{99,8}$, wynosząca $500\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ nie została przekroczona w skali 2001 roku na żadnym z analizowanych stanowisk pomiarowych.

Na rysunku 45 zobrazowano zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku siarki na wybranych stanowiskach pomiarowych wg pomiarów WSSE wykonanych w latach 1996-2001.

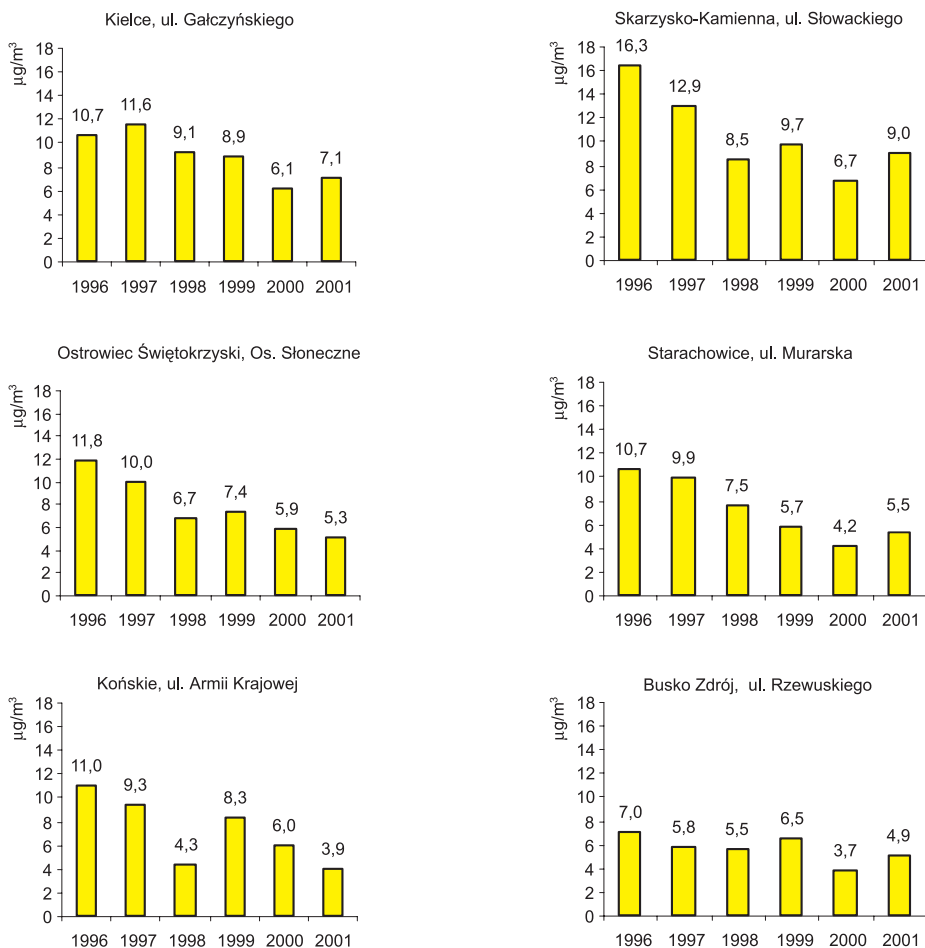
Jak wynika z przytoczonych danych, średnie roczne wartości stężeń SO_2 szacują się znacznie poniżej normy wynoszącej $30\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla Buska Zdroju i $40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla pozostałych miast. Widoczne

Tabela 55. Stężenia dwutlenku siarki

Lp.	Stacja	Rok	Stężenie średnie roczne		Stężenie 24-godz. S ₉₈		Stężenie 30-min. S _{99,8}	
			µg/m ³	% NDS	µg/m ³	%NDS	µg/m ³	%NDS
POWIAT BUSKI								
1	Busko Zdrój, ul. Rzewuskiego	2000	3,7	12	18,0	14	-	-
		2001	4,9	16	29,3	23	-	-
2	Solec Zdrój, ul. Zdrojowa	2000	1,7	6	8,3	7	-	-
		2001	3,5	12	21,7	17	-	-
3	Rzędów, gm. Tuczępy	2000	2,0	5	11,0	7	-	-
		2001	1,5	4	12,8	8	-	-
POWIAT JĘDRZEJOWSKI								
4	Małogoszcz	2000	8,8	22	28,6	19	116,2	23
		2001	11,1	28	33,1	22	123,0	25
POWIAT KIELECKI								
5	Nowiny	2000	8,7	22	37,4	25	123,0	25
		2001*	13,3	33	45,1	30	141,5	28
6	Chęciny, ul. Białego Zagłębia	2000	8,7	22	33,8	22	65,0	13
		2001	8,3	21	28,2	19	69,0	14
POWIAT KONECKI								
7	Końskie, ul. Armii Krajowej	2000	6,0	15	29,1	19	-	-
		2001	3,9	10	17,4	12	-	-
POWIAT OPATOWSKI								
8	Ożarów, Cementownia	2000	7,5	19	15,8	10	-	-
		2001	4,7	12	10,4	7	-	-
9	Ożarów, Os. Wzgórze	2000	5,6	14	19,3	13	-	-
		2001	6,7	17	25,7	17	-	-
POWIAT OSTROWIECKI								
10	Ostrowiec Św., Os. Słoneczne	2000	5,9	15	32,0	21	-	-
		2001	5,3	13	40,6	27	-	-
11	Ostrowiec Św., ul. Głogowskiego	2000	9,3	23	32,5	22	-	-
		2001	17,0	42	42,7	28	-	-
POWIAT SANDOMIERSKI								
12	Sandomierz, ul. Maciejowskiego	2000	2,7	7	17,5	12	-	-
		2001	3,7	9	28,1	19	-	-
POWIAT SKARŻYSKI								
13	Skarżysko-Kam., ul. Słowackiego	2000	6,7	17	25,5	17	-	-
		2001	9,0	22	36,0	24	-	-
POWIAT STARACHOWICKI								
14	Starachowice, ul. Murarska	2000	4,2	10	30,4	20	-	-
		2001	5,5	14	35,8	24	-	-
POWIAT STASZOWSKI								
15	Grzybów, gm. Staszów	2000	3,4	8	18,0	12	-	-
		2001	2,2	6	15,7	10	-	-
16	Krzywółęcz, gm. Staszów	2000	0,9	2	7,0	5	-	-
		2001	1,1	3	9,5	6	-	-
17	Trzcianka, gm. Osiek	2000	5,3	13	22,7	15	-	-
		2001	5,6	14	22,0	15	-	-
KIELCE – MIASTO NA PRAWACH POWIATU								
18	Kielce, ul. Gałczyńskiego	2000	6,1	15	50,3	34	-	-
		2001	7,1	18	37,6	25	-	-
19	Kielce, Al. IX Wieków Kielc	2000	6,3	16	47,5	32	-	-
		2001	6,4	16	31,7	21	-	-
20	Kielce, ul. Jagiellońska	2000	6,6	16	52,5	35	-	-
		2001	7,3	18	45,9	31	-	-
21	Kielce, ul. Zakładowa	2000	14,2	36	51,5	34	106,0	21
		2001	12,1	30	43,1	29	90,5	18

*dane za okres 01.01.-08.08.2001 r.

Rys. 45. Zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku siarki w wybranych miastach wg pomiarów WSSE wykonanych w latach 1996-2001



są także korzystne tendencje spadkowe zmian tych danych mimo, iż w 2001 r. w porównaniu do roku ubiegłego notuje się nieznaczny wzrost stężeń na niektórych stacjach pomiarowych. W każdym natomiast przypadku średnie za 2001 r. nie są wyższe od średnich w latach 1996-1999.

Dwutlenek azotu

Oceny stanu zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu w 2001 roku dokonano w oparciu o wyniki pomiarów z 21 stanowisk pomiarowych, z których 17 funkcjonuje w sieci stacji dobowych pomiarów manualnych, a 4 w sieci stacji pomiarów ciągłych, wyposażanych w automatyczne mierniki stężeń.

Parametry statystyczne, obliczone na podstawie rocznych serii pomiarów stężeń NO_2 z 2001 r. dla poszczególnych stanowisk uwzględnionych w analizie, odnoszące się do wartości średnich rocznych, średnich dobowych (w postaci S_{98}) oraz dla pomiarów ciągłych, również stężeń średnich 30-min. (jako $S_{99,8}$), a także porównanie do stężeń z roku ubiegłego, zestawiono w tabeli 56.

Tabela 56. Stężenia dwutlenku azotu

Lp.	Stacja	Rok	Stężenie średnie roczne		Stężenie 24-godz. S ₉₈		Stężenie 30-min. S _{99,8}	
			µg/m ³	% NDS	µg/m ³	%NDS	µg/m ³	%NDS
POWIAT BUSKI								
1	Busko Zdrój, ul. Rzewuskiego	2000	19,1	76	33,9	34	-	-
		2001	19,2	77	37,2	37	-	-
2	Solec Zdrój, ul. Zdrojowa	2000	15,5	62	24,5	24	-	-
		2001	17,3	69	33,1	33	-	-
POWIAT JĘDRZEJOWSKI								
3	Małogoszcz	2000	11,4	28	28,4	19	77,2	15
		2001	12,5	31	32,8	22	82,0	16
POWIAT KIELECKI								
4	Nowiny	2000	17,6	44	37,9	25	79,0	16
		2001*	12,9	32	29,1	19	60,5	12
5	Chęciny, ul. Białego Zagłębia	2000	5,4	14	13,9	9	33,0	7
		2001	6,1	15	11,4	8	25,0	5
POWIAT KONECKI								
6	Końskie, ul. Armii Krajowej	2000	17,4	44	34,2	23	-	-
		2001	11,6	29	25,0	17	-	-
POWIAT OPATOWSKI								
7	Ożarów, Cementownia	2000	19,3	48	45,6	30	-	-
		2001	20,0	50	39,0	26	-	-
8	Ożarów, Os. Wzgórze	2000	15,6	39	33,8	22	-	-
		2001	18,4	46	37,7	25	-	-
9	Dąbrówka, gm. Ożarów	2000	11,9	30	28,4	19	-	-
		2001	14,6	36	37,0	25	-	-
10	Kolonia Potok, gm. Ożarów	2000	13,5	34	33,1	22	-	-
		2001	18,3	46	39,7	26	-	-
POWIAT OSTROWIECKI								
11	Ostrowiec Św., Os. Słoneczne	2000	18,6	46	37,0	25	-	-
		2001	16,0	40	40,7	27	-	-
12	Ostrowiec Św., ul. Samsonowicza	2000	35,3	88	63,5	42	-	-
		2001	32,0	80	71,8	48	-	-
13	Ostrowiec Św., Kąty Denkowskie	2000	33,8	84	67,0	45	-	-
		2001	31,3	78	57,7	38	-	-
POWIAT SANDOMIERSKI								
14	Sandomierz, ul. Maciejowskiego	2000	13,4	34	28,0	19	-	-
		2001	11,7	29	30,2	20	-	-
POWIAT SKARŻYSKI								
15	Skarżysko-Kam., ul. Słowackiego	2000	25,3	63	53,8	36	-	-
		2001	19,5	49	43,2	29	-	-
POWIAT STARACHOWICKI								
16	Starachowice, ul. Murarska	2000	25,4	64	48,8	32	-	-
		2001	20,3	51	52,2	35	-	-
POWIAT STASZOWSKI								
17	Trzcianka, gm. Osiek	2000	14,5	36	29,0	19	-	-
		2001	19,7	49	47,0	31	-	-
KIELCE – MIASTO NA PRAWACH POWIATU								
18	Kielce, ul. Gałczyńskiego	2000	24,3	61	47,2	31	-	-
		2001	22,7	57	52,6	35	-	-
19	Kielce, Al. IX Wieków Kielc	2000	27,3	68	49,0	33	-	-
		2001	25,7	64	52,9	35	-	-
20	Kielce, ul. Jagiellońska	2000	29,2	73	65,3	44	-	-
		2001	27,5	69	59,2	39	-	-
21	Kielce, ul. Zakładowa	2000	13,1	33	42,0	28	83,0	17
		2001	7,9	20	27,6	18	60,5	12

* dane za okres 01.01.-08.08.2001 r.

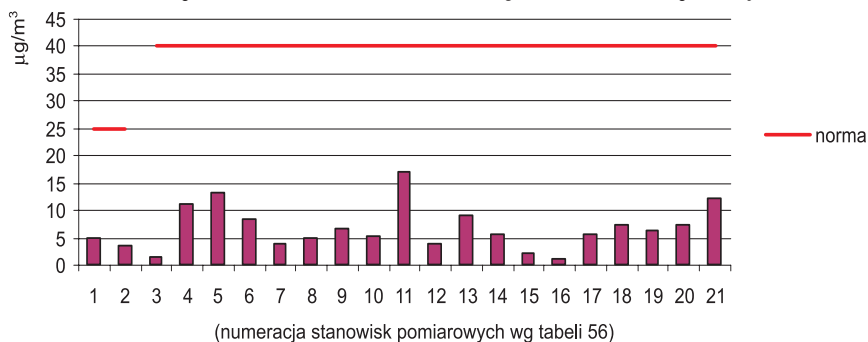
Stężenia średnie roczne dwutlenku azotu w 2001 r. występowały w granicach 6,1-32,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i były podobne do notowanych w 2000 r., kiedy wartości skrajne wynosiły od 5,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 35,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksymalne ze stężeń średnich rocznych, które wystąpiło w Ostrowcu Świętokrzyskim przy ul. Samsonowicza, w rejonie Huty „Ostrowiec”, wynosiło 32,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wobec normy równej 40,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (stanowi to 80% NDS). Jednak już na terenie Os. Słoneczne w tym mieście, stężenie średnie roczne stanowi zaledwie 40% normy dopuszczalnej. W Kielcach poziom najwyższych stężeń zmniejszył się w stosunku do 2000 r. i osiągnął wartość 27,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (69% NDS), a odnosi się to do ul. Jagiellońskiej. Około 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wynosiły stężenia średnie roczne NO_2 w Skarżysku-Kamiennej, Starachowicach, na stacji pomiarowej w Trzciance i na terenie Cementowni „Ożarów”.

Stężenia dwutlenku azotu na poziomie nie przekraczającym 50% normy występują głównie na terenach pozamiejskich. Związane jest to z dużym udziałem w miastach źródeł mobilnych w emisji tego zanieczyszczenia.

Na obszarach ochrony uzdrowiskowej stężenia NO_2 w 2001 r. wynosiły 19,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Busku Zdroju i 17,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Solcu Zdroju. Jednak odniesione do bardziej rygorystycznych norm stanowiły odpowiednio 77 i 69% NDS.

Średnie roczne stężenia dwutlenku azotu w województwie świętokrzyskim w 2001 r. w odniesieniu do poziomu dopuszczalnej normy przedstawiono graficznie na rys. 46.

Rys. 46. Średnie roczne stężenia dwutlenku azotu w województwie świętokrzyskim w 2001 r.



Analizując zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku azotu w zestawieniu z rokiem 2000 obserwuje się wzrost stężeń na 9 i spadek na 12 stacjach pomiarowych. Wzrost tych stężeń nastąpił w powiatach: buskim, jędrzejowskim, opatowskim, staszowskim oraz na stacji w Chęcinach.

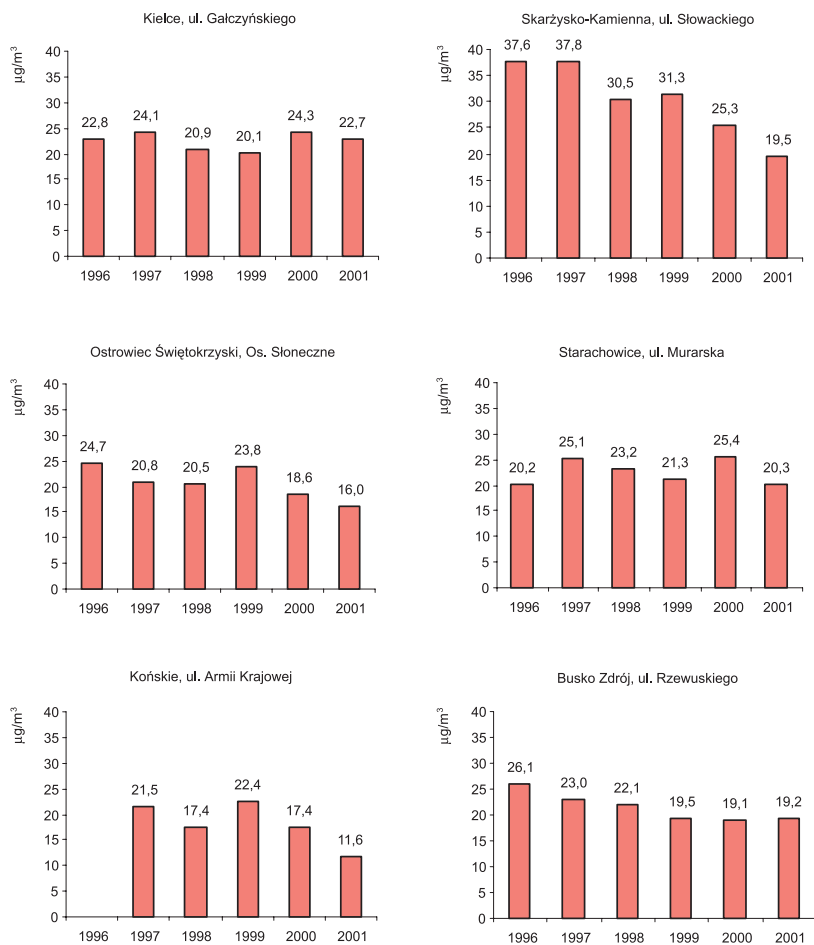
Stężenia 24-godz. Wartości 98 percentyla (parametru charakteryzującego górną granicę stężeń 24-godz. w skali roku) nie przekraczają dopuszczalnych norm. Na wszystkich stanowiskach, także na obszarach ochrony uzdrowiskowej, wartości tych stężeń mieszczą się w granicach do 50% poziomu dopuszczalnego D_{24} . Najwyższe stężenie występuje w rejonie Huty „Ostrowiec” w Ostrowcu Świętokrzyskim przy ul. Samsonowicza, gdzie S_{98} wynosi 71,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przy normie 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na terenach uzdrowiskowych w Busku Zdroju i Solcu Zdroju wartości percentyla 98 wynoszą 37,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz 33,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wobec normy 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stężenia 30-min. Stężenia wyrażone percentylem $S_{99,8}$, czyli wartością stężenia 30-min., której nie przekracza 99,8% wyników 30-min. z rocznej serii pomiarowej, podawane wyłącznie z pomiarów całodobowych ciągłych, podobnie jak w 2000 r. są niskie i nie przekraczają 82,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przy dopuszczalnej normie 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na rysunku 47 zobrazowano zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku azotu na wybranych stanowiskach pomiarowych wg pomiarów WSSE wykonanych w latach 1996-2001. Nie uwzględniono danych z 1996 r. z Końskich z uwagi na nie prowadzenie tam wówczas pomiarów.

Jak wynika z przytoczonych z powyższego okresu danych średnie roczne wartości stężeń NO_2 na obszarach zwykłych, poza uzdrowiskami, nie przekraczały normy wynoszącej 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na obsza-

Rys. 47. Zmiany średnich rocznych stężeń dwutlenku azotu w wybranych miastach wg pomiarów WSSE wykonanych w latach 1996-2001



rze ochrony uzdrowiskowej w Busku Zdroju, najwyższy poziom stężenia średniorocznego zanotowany w 1996 r., wskazuje na nieznaczne przekroczenie poziomu dopuszczalnego $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, przy czym od 1997 r. stężenia tego zanieczyszczenia ulegają tam wyraźnemu obniżeniu.

Trend spadkowy widoczny jest także w Skarżysku-Kamiennej i Ostrowcu Świętokrzyskim. W Starachowicach zakłócony jest on przez stężenie, które wystąpiło w 2000 r. i było najwyższe w całym sześcioleciu. Podobnie w Końskich wartości stężeń maleją od 1997 roku, jednak wartość najwyższa w tym okresie wystąpiła w 1999 r.

Przykładem, że nie wszędzie obserwuje się korzystne tendencje zmian są dane pomiarowe z Kielc przy ul. Galczyńskiego, gdzie poziom stężeń od 1996 roku jest raczej wyrównany i utrzymuje się na poziomie dwudziestu kilku $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pył zawieszony

Informacje o stężeniach pyłu zawieszonego w 2001 r. oparto na wynikach pomiarów z 23 stacji sieci podstawowej, regionalnej i lokalnej mierzących następujące rodzaje pyłu: pył refraktometryczny (17 stanowisk), pył zawieszony PM10 (2 stanowiska) i pył zawieszony ogółem (4 stanowiska).

Tabela 57. Stężenia pyłu zawieszonego

Lp.	Stacja	Rodzaj pyłu	Rok	Stężenie średnie roczne		Stężenie 24-godz. S ₉₈	
				µg/m ³	% NDS	µg/m ³	% NDS
POWIAT BUSKI							
1	Busko Zdrój, ul. Rzewuskiego	BS	2000	8,0	20	40,9	41
			2001	7,4	18	41,7	42
2	Solec Zdrój, ul. Zdrojowa	BS	2000	7,6	19	49,2	49
			2001	9,4	24	68,5	68
POWIAT JĘDRZEJOWSKI							
3	Małogoszcz	PM10	2000	29,9	60	75,0	60
			2001	28,2	56	71,9	58
POWIAT KIELECKI							
4	Nowiny	PM10	2000	46,9	94	98,5	79
			2001*	39,1	78	97,7	78
5	Chęciny, ul. Białego Zagłębia	TSP	2000	38,3	51	100,3	67
			2001	37,2	50	93,7	62
POWIAT KONECKI							
6	Końskie, ul. Armii Krajowej	BS	2000	13,1	26	63,8	51
			2001	12,1	24	69,8	56
POWIAT OPATOWSKI							
7	Ożarów, Cementownia	BS	2000	32,9	66	75,7	60
			2001	27,3	55	49,0	39
8	Ożarów, Os. Wzgórze	BS	2000	10,3	21	41,0	33
			2001	11,0	22	45,4	36
9	Dąbrówka, gm. Ożarów	BS	2000	36,4	73	91,1	73
			2001	33,4	67	80,4	64
10	Kolonja Potok, gm. Ożarów,	BS	2000	35,6	71	99,4	79
			2001	35,7	71	85,7	68
11	Mieczysławów, gm. Ożarów,	BS	2000	35,0	70	91,7	73
			2001	36,1	72	83,7	67
POWIAT OSTROWIECKI							
12	Ostrowiec Św., Os. Słoneczne	BS	2000	12,5	25	53,5	43
			2001	12,6	25	58,2	46
13	Ostrowiec Św., ul. Głogowskiego	BS	2000	25,0	50	96,4	77
			2001	24,6	49	91,9	74
14	Ostrowiec Św., ul. Samsonowicza	TSP	2000	36,6	49	71,7	48
			2001	33,9	45	69,8	46
15	Ostrowiec Św., Kąty Denkowskie	TSP	2000	35,9	48	69,7	46
			2001	33,8	45	61,3	41
POWIAT SANDOMIERSKI							
16	Sandomierz, ul. Maciejowskiego	BS	2000	9,0	18	37,6	30
			2001	8,9	18	35,8	29
POWIAT SKARŻYSKI							
17	Skarżysko-Kam., ul. Słowackiego	BS	2000	14,8	30	83,1	66
			2001	12,9	26	75,9	61
POWIAT STARACHOWICKI							
18	Starachowice, ul. Murarska	BS	2000	11,6	23	48,9	39
			2001	11,1	22	50,4	40
POWIAT STASZOWSKI							
19	Trzcianka, gm. Osiek	BS	2000	11,5	23	47,0	38
			2001	14,3	29	59,0	47
KIELCE – MIASTO NA PRAWACH POWIATU							
20	Kielce, ul. Gączyńskiego	BS	2000	13,7	27	61,3	49
			2001	12,8	26	56,5	45
21	Kielce, Al. IX Wieków Kielc	BS	2000	19,8	40	76,0	61
			2001	17,9	36	77,4	62
22	Kielce, ul. Jagiellońska	BS	2000	19,4	39	95,4	76
			2001	17,2	34	78,8	63
23	Kielce, ul. Zakładowa	TSP	2000	58,4	78	136,8	91
			2001	56,1	75	132,6	88

* dane za okres 01.01.-08.08.2001 r.; BS - Black Smoke, (m. refraktometryczna); TSP - Total Suspended Particulates, (pył ogółem); PM10 (o śr. aerodyn. ziaren do 10 µm)

Parametry statystyczne, obliczone na podstawie rocznych serii pomiarów z 2001 r. stężeń pyłu zawieszonego dla poszczególnych stanowisk uwzględnionych w analizie, odnoszące się do wartości średnich rocznych oraz średnich dobowych (w postaci S_{98}), a także porównanie do stężeń z roku ubiegłego, zestawiono w tabeli 57. Nie wykazano parametru charakteryzującego stężenia 30-min. pyłu zawieszonego ($S_{99,8}$) z pomiarów automatycznych w związku z tym, że dopuszczalne stężenia 30-min. określone są tylko do celów obliczeniowych i stosowanie ich przewidziane jest przede wszystkim w inżynierii ochrony środowiska.

Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego jedynie na 6 stacjach pomiarowych uległy nieznacznemu zwiększeniu w stosunku do roku ubiegłego, a na pozostałych stacjach obserwujemy trend spadkowy. Spośród wartości średnich rocznych przekraczających 70% normy w 2001 r., znalazły się wyniki z 4 stacji pomiarowych, co dotyczy nie tylko terenów przemysłowych takich jak rejon Nowin czy Ożarów, ale również rejonu Kielc przy ul. Zakładowej.

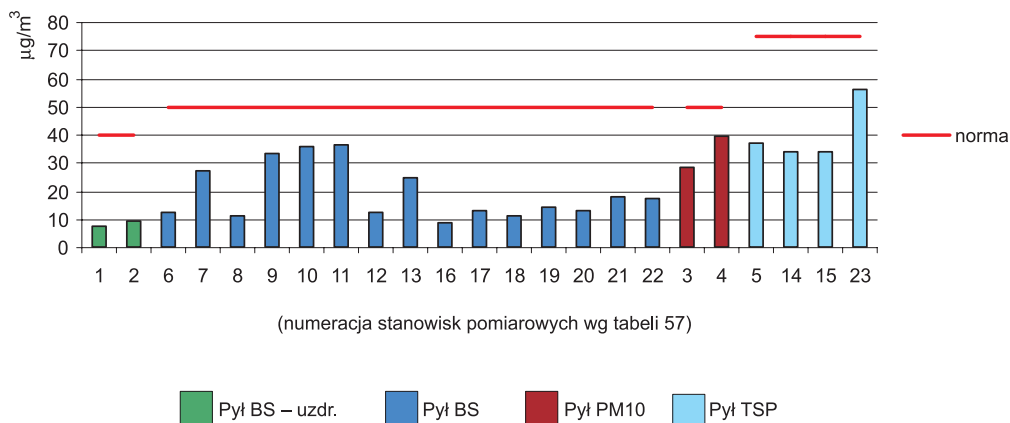
Najwyższą wartość średnioroczną pyłu zawieszonego zanotowano na automatycznej stacji pomiarowej mierzącej pył PM10 w Nowinach (Cementowni „Nowiny” S.A. i Zakładów Przemysłu Wapienniczego „Truskawica” S.A.), pomimo iż pomiary prowadzono na niej jedynie w okresie 01.01.-08.08.2001 roku. Zarejestrowane tam stężenie wynosiło $39,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i tym samym stanowiło 78% NDS.

Dane w zakresie średniorocznych stężeń, otrzymane z pomiarów reflektometrycznych wykonywanych na obszarach o standardowej normie dopuszczalnej, kształtowały się w granicach od $8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Sandomierzu (pomiar WSSE) do $36,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku pomiarowym Mieczysławów (pomiar Cementowni „Ożarów”), co stanowi 18-72% poziomu dopuszczalnego, który wynosi $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W Kielcach stężenia te wynoszą od $12,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (26% normy) na ul. Gałczyńskiego, do $17,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (36% normy) przy Al. IX Wieków Kielc. Na obszarach ochrony uzdrowskiej stężenia pyłu zawieszonego wyrażane wartościami średniorocznymi z pomiarów tą samą metodą reflektometryczną, wynoszą: $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Busku Zdroju i $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Solcu Zdroju, co stanowi odpowiednio 18 i 24% normy ustalonej na poziomie $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

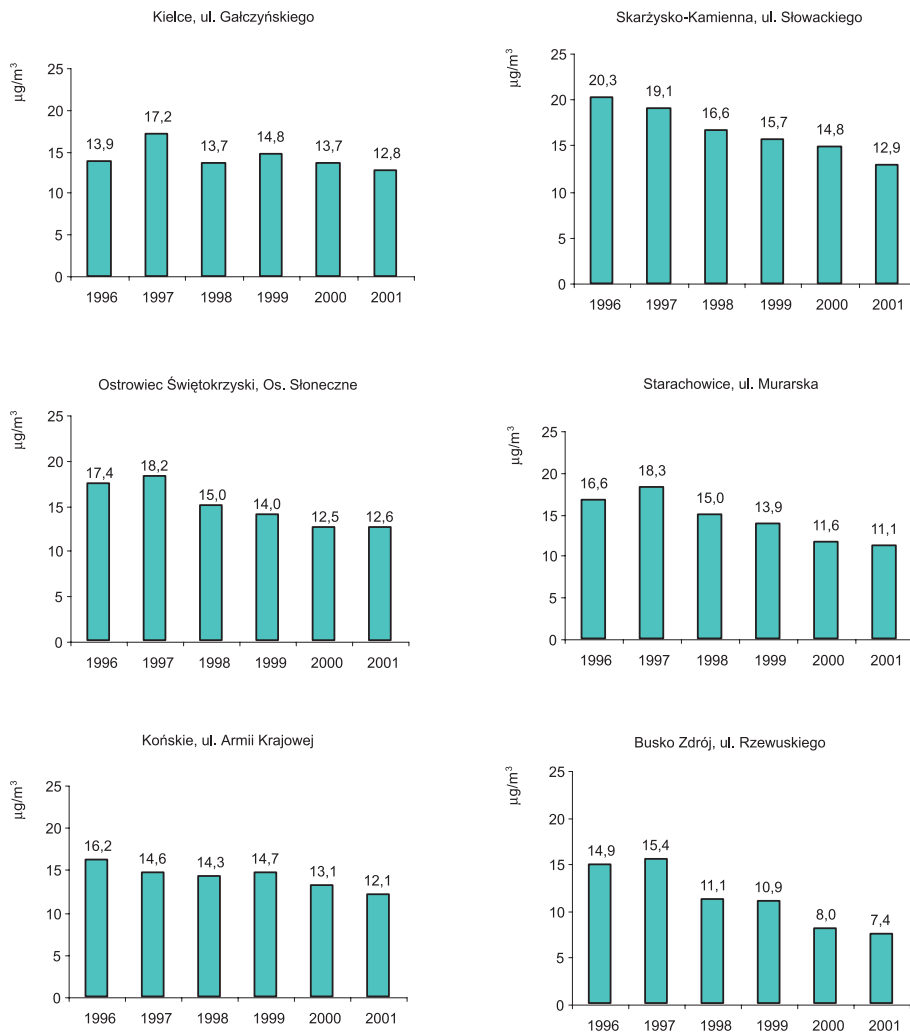
Średnie roczne stężenia pyłu w województwie świętokrzyskim w 2001 r. w porównaniu do norm obowiązujących dla poszczególnych rodzajów pyłu przedstawiono na rys. 48, a korzystne trendy zmian wartości tych stężeń w wybranych miastach w latach 1996-2001 na rys. 49.

Stężenia 24-godz. Najwyższe stężenia 24-godz. pyłu zawieszonego wyrażone wartością percentyla 98 (S_{98}) zarejestrowano w pomiarach prowadzonych w rejonie ul. Zakładowej w Kielcach oraz na

Rys. 48. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego w województwie świętokrzyskim w 2001 r.



Rys. 49. Zmiany średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego (BS) w wybranych miastach wg pomiarów WSSE wykonanych w latach 1996-2001



terenach o intensywnym wpływie przemysłu, takich jak: Nowiny, Ostrowiec Świętokrzyski, Ożarów. Wartości stężeń na tych terenach są dosyć wysokie, ale nie przekraczają 90% poziomu dopuszczalnego.

Najniższą wartość tych stężeń odnotowano na stacji w Sandomierzu. Wynosiła ona $35,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ co stanowiło 29% normy. Na obszarach ochrony uzdrowiskowej nastąpił wzrost wartości S_{98} , co szczególnie widać w rejonie stacji pomiarowej w Solcu Zdroju. W roku 2000 percentyl 98 nie przekraczał tam 50% normy, natomiast w 2001 roku wynosił $68,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co stanowi 68% poziomu dopuszczalnego. Tego typu niekorzystne zmiany stężeń pyłu zawieszonego wytłumaczyć można zmiennymi warunkami meteorologicznymi, które mają wpływ na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń na znaczne odległości.

Opad pyłu

Pyły łatwo opadające powstają głównie podczas procesów technologicznych i energetycznych oraz przenoszone są ze składowisk popiołów energetycznych, surowców budowlanych i innych łatwo pylnych materiałów, źle zagospodarowanych placów, a także z nie sprzątaných dróg.

Określany i normowany w g/(m²·rok) opad pyłu jest najpowszechniej oznaczanym wskaźnikiem jakości powietrza. W roku 2001 dysponowano wynikami ze 101 punktów pomiarowych w województwie, w tym 82 stanowiska obsługiwała Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Kielcach.

W tabeli 58 przedstawiono wartości minimalne i maksymalne oraz średnie opadu pyłu w punktach pomiarowych poszczególnych gmin. Zestawienie obejmuje lata 2000-2001 i odnosi poszczególne wyniki badań w zakresie opadu pyłu do wartości normy jednakowej dla wszystkich obszarów 200 g/(m²·rok).

Tabela 58. Opad pyłu

Gmina	Ilość pkt. pomiarowych	Rok	Opad pyłu			
			g/(m ² ·rok)		%NDS	
			min. - max.	śr.	min. - max.	śr.
1	2	3	4	5	6	7
POWIAT BUSKI						
Busko Zdrój	5	2000	76,9 - 114,4	88,9	38 - 57	44
	5	2001	58,5 - 108,3	87,7	29 - 54	44
Solec Zdrój	1	2000	35,0	35,0	18	18
	1	2001	61,9	61,9	31	31
POWIAT JĘDRZEJOWSKI						
Jędrzejów	4	2000	29,2 - 38,3	33,9	15 - 19	17
	4	2001	32,0 - 40,8	36,8	16 - 20	18
Małogoszcz	3	2000	38,5 - 45,0	41,2	19 - 22	21
	3	2001	40,2 - 43,5	42,2	20 - 22	21
POWIAT KIELECKI						
Chęciny	1	2000	79,3	79,3	40	40
	1	2001	67,8	67,8	34	34
Chmielnik	1	2000	71,4	71,4	36	36
	0	2001	-	-	-	-
Sitkówka-Nowiny	3	2000	82,7 - 133,5	110,2	41 - 67	55
	3	2001	86,2 - 118,0	97,1	43 - 59	49
POWIAT KONECKI						
Końskie	7	2000	44,7 - 70,6	58,7	22 - 58	29
	7	2001	32,4 - 57,6	45,7	16 - 29	23
Stąporków	1	2000	49,0	49,0	24	24
	1	2001	42,5	42,5	21	21
POWIAT OPATOWSKI						
Opatów	1	2000	97,6	97,6	49	49
	1	2001	97,6	97,6	49	49
Ożarów	1	2000	83,7	83,7	42	42
	1	2001	77,1	77,1	39	39
Ożarów – Cementownia	15	2000	71,0 - 137,0	90,9	36 - 68	45
	15	2001	68,0 - 107,0	78,0	34 - 54	39
POWIAT OSTROWIECKI						
Ostrowiec Świętokrzyski	10	2000	52,8 - 113,7	91,8	26 - 57	46
	10	2001	61,8 - 130,1	90,4	31 - 65	45
Ostrowiec Św. – Huta	4	2000	29,2 - 63,5	48,0	15 - 32	24
	4	2001	38,4 - 52,0	44,5	19 - 26	22
POWIAT PIŃCZOWSKI						
Pińczów	1	2000	39,4	39,4	20	20
	1	2001	51,7	51,7	26	26
POWIAT SANDOMIERSKI						
Sandomierz	2	2000	84,2 - 120,2	102,2	42 - 60	51
	2	2001	62,9 - 72,0	67,4	31 - 36	34

1	2	3	4	5	6	7
POWIAT SKARŻYSKI						
Skarżysko-Kamienna	10	2000	41,4 - 129,6	76,2	21 - 65	38
	10	2001	62,5 - 146,7	97,2	31 - 73	49
POWIAT STARACHOWICKI						
Starachowice	8	2000	58,8 - 119,0	83,6	29 - 60	42
	8	2001	54,6 - 106,4	81,9	27 - 53	41
POWIAT STASZOWSKI						
Staszów	2	2000	31,8 - 44,1	37,9	16 - 22	19
	2	2001	33,8 - 44,5	39,2	17 - 22	20
POWIAT WŁOSZCZOWSKI						
Krasocin	2	2000	148,4 - 170,1	159,2	74 - 85	80
	2	2001	164,2 - 194,6	179,4	82 - 97	90
Włoszczowa	2	2000	54,1 - 55,6	54,8	27 - 28	27
	2	2001	55,1 - 75,5	65,3	28 - 38	33
KIELCE – MIASTO NA PRAWACH POWIATU						
Kielce	20	2000	45,2 - 143,7	87,8	23 - 72	44
	18	2001	49,7 - 116,8	80,8	25 - 58	40

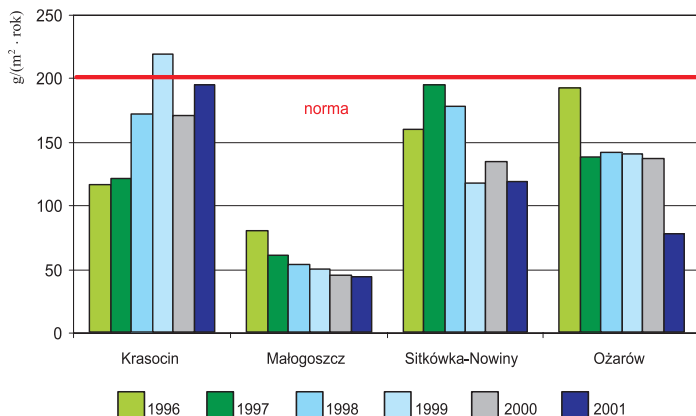
Jak wynika z zestawień wyników pomiarów na terenie całego województwa dla opadu pyłu nie odnotowano przekroczeń normy. Najwyższe z zarejestrowanych stężeń maksymalnych wystąpiły na stacjach w gminach: Krasocin, Skarżysko-Kamienna, Ostrowiec Świętokrzyski i Sitkówka-Nowiny i wynosiły odpowiednio: 194,6; 146,7; 130,1 oraz 118,0 g/(m²·rok), co stanowiło 97-59% normy.

Średni roczny opad pyłu w badanych gminach nie przekroczył 50% normy na niemal wszystkich stanowiskach pomiarowych za wyjątkiem wspomnianej wcześniej gminy Krasocin, gdzie stanowił 90% poziomu dopuszczalnego. Wartości średnich rocznych stanowiące blisko 50% normy wystąpiły na stacjach w Nowinach oraz w Skarżysku-Kamiennej. Są to charakterystyczne obszary, na których rozwinięty przemysł wydobywczo-przetwórczy surowców węglanowych ma znaczny wpływ na wielkość tego zanieczyszczenia.

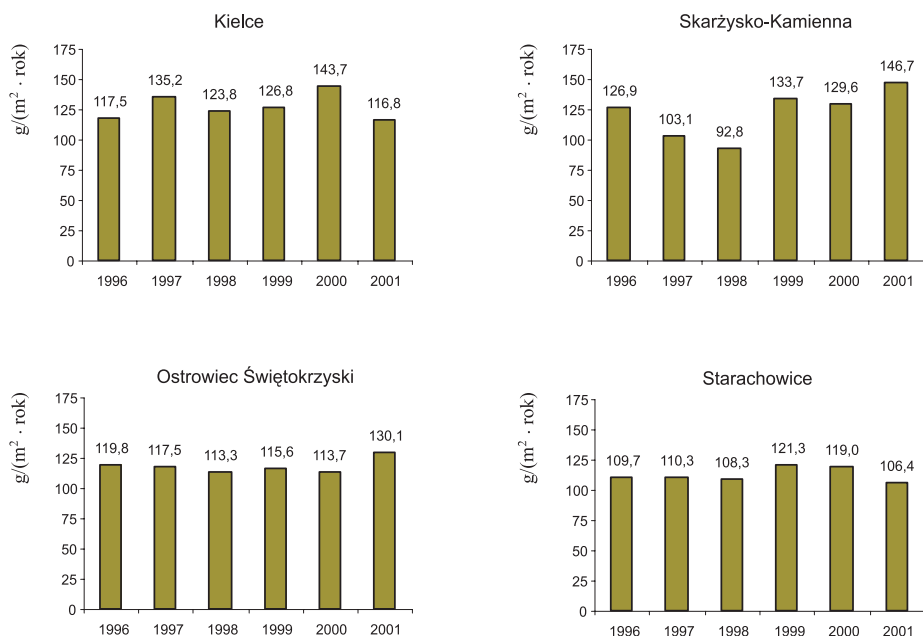
Największy wzrost wartości opadu pyłu w porównaniu do roku ubiegłego, nastąpił na stacji pomiarowej w Solcu Zdroju, gdzie średnia roczna zmieniła się z wartości 35,0 na 61,9 g/(m²·rok) oraz na stacjach w Skarżysku-Kamiennej (76,2 g/(m²·rok) w 2000 r. i 97,2 g/(m²·rok) w 2001 r.). Jednak w większości przypadków obserwujemy zmniejszenie wartości opadu pyłu w stosunku do roku ubiegłego, a mające miejsce zwiększenia nie są znaczne.

Zmiany maksymalnego opadu pyłu w wybranych miastach oraz w rejonach przemysłu cementowo-wapienniczego na podstawie badań wykonanych w latach 1996-2001 obrazują rysunki 50 i 51.

Rys. 50. Zmiany opadu pyłu w rejonach przemysłu cementowo-wapienniczego w latach 1996-2001



Rys. 51. Zmiany opadu pyłu w wybranych miastach w latach 1996-2001



3.2. Zanieczyszczenia specyficzne

Stężenia metali w pyłe zawieszonym

Istotną cechą pyłów stanowiących antropogeniczne zanieczyszczenie powietrza jest, poza ich masą, także skład chemiczny. Stąd próby pyłu zbieranego do oznaczeń refraktometrycznych posłużyły również do określenia zawartości w nim metali ciężkich.

Na 7 stanowiskach Inspekcji Sanitarnej wykonywano w pyłe zawieszonym oznaczenia stężeń następujących metali: Cu, Ni, Pb, Cr, Cd, Zn, Fe oraz na 1 stanowisku Urzędu Miasta w Ostrowcu Świętokrzyskim oznaczenia wszystkich wymienionych metali z wyjątkiem żelaza. Jedno ze stanowisk WSSE znajduje się w Busku Zdroju, czyli na obszarze ochrony uzdrowiskowej.

Wyniki badań metali w pyłe zawieszonym w latach 2000-2001 zestawiono w tabeli 59.

Jak wynika z pomiarów nie zanotowano przekroczeń poziomu dopuszczalnego dla żadnego metalu w pyłe zawieszonym, co dotyczy również obszarów ochrony uzdrowiskowej, gdzie obowiązują zaostrzone kryteria norm.

Największe zanotowane w 2001 r. wartości stężeń metali, w odniesieniu do poziomu dopuszczalnego, uzyskano z pomiarów miedzi wykonanych w Ostrowcu Świętokrzyskim na Osiedlu Słonecznym, wynoszące $0,145 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co stanowi 24% normy dopuszczalnej. W przypadku kadmu stężenia stanowiły 10-20% normy. Dla pozostałych metali średnie roczne stężenia szacowały się na poziomie od kilku do kilkunastu procent w stosunku do poszczególnych norm.

W odniesieniu do roku ubiegłego nie zaobserwowano wzrostu stężeń miedzi, niklu i żelaza na żadnej ze stacji pomiarowych. Dla kadmu, cynku i ołowiu odnotowano jedynie niewielki wzrost stężeń na pojedynczych stacjach. Natomiast w przypadku chromu spadek stężeń tego metalu nastąpił na stacji pomiarowej w Busku Zdroju, w Ostrowcu Świętokrzyskim przy ul. Głogowskiego stężenia były identyczne do tych, które wystąpiły w 2000 r., a na pozostałych stacjach pomiarowych nastąpił niewielki wzrost średnich rocznych stężeń tego zanieczyszczenia.

Tabela 59. Stężenia metali w pyłe zawieszonym

Lp.	Stacja	Rok	Stężenie średnie roczne						
			Cu	Ni	Pb	Cr	Cd	Zn	Fe
			µg/m ³						
POWIAT BUSKI									
1	Busko Zdrój, ul. Rzewuskiego*	2000	0,108	nw	0,018	0,004	0,001	0,169	0,593
		2001	0,055	nw	0,024	0,002	0,001	0,057	0,210
POWIAT OSTROWIECKI									
2	Ostrowiec Św., Os. Słoneczne	2000	0,222	nw	0,048	0,007	0,002	0,384	1,827
		2001	0,145	nw	0,058	0,009	0,002	0,169	0,453
3	Ostrowiec Św., ul. Głogowskiego	2000	0,012	0,002	0,058	0,001	0,001	0,095	-
		2001	0,011	0,002	0,028	0,001	0,001	0,102	-
POWIAT SKARŻYSKI									
4	Skarżysko-Kam., ul. Słowackiego	2000	0,223	nw	0,048	0,004	0,003	0,267	1,168
		2001	0,107	nw	0,042	0,005	0,002	0,198	0,435
POWIAT STARACHOWICKI									
5	Starachowice, ul. Murarska	2000	0,181	nw	0,040	0,001	0,004	0,259	1,114
		2001	0,102	nw	0,027	0,003	0,002	0,098	0,383
KIELCE – MIASTO NA PRAWACH POWIATU									
6	Kielce, ul. Gałczyńskiego	2000	0,095	nw	0,021	0,002	0,001	0,134	0,726
		2001	0,061	nw	0,020	0,007	0,002	0,084	0,326
7	Kielce, Al. IX Wieków Kielc	2000	0,111	nw	0,023	0,002	0,002	0,194	0,623
		2001	0,084	nw	0,034	0,003	0,001	0,101	0,392
8	Kielce, ul. Jagiellońska	2000	0,105	nw	0,027	0,002	0,001	0,164	0,761
		2001	0,078	nw	0,021	0,005	0,001	0,079	0,319
Dopuszczalne stężenia średnioroczne:									
- obszary			0,600	0,025	0,500	0,400	0,010	3,800	10,000
- obszary ochrony uzdrowiskowej			0,600	0,017	0,350	0,400	0,005	3,800	10,000

* obszary ochrony uzdrowiskowej; nw - nie wykryto

Siarkowodór

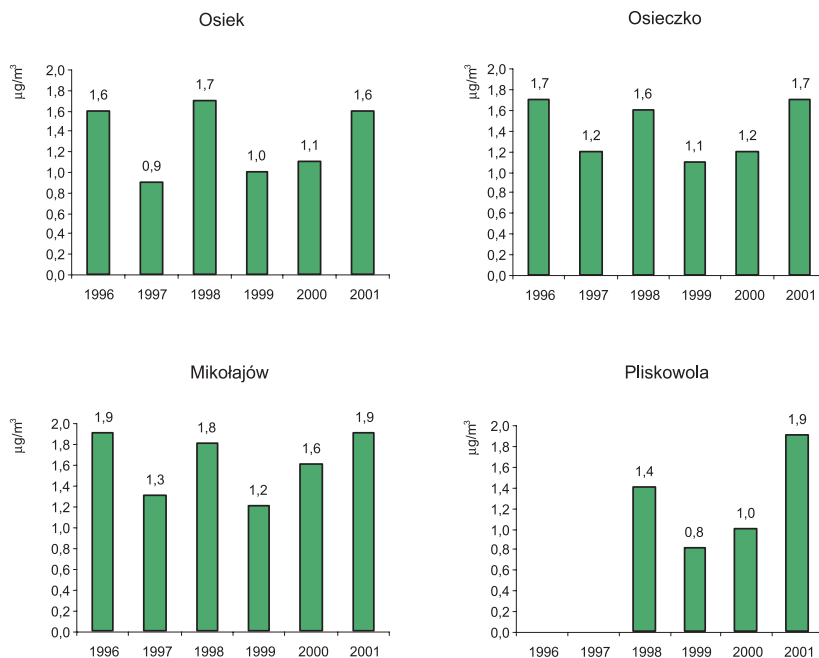
W roku 2001 pomiary stężeń siarkowodoru prowadzone były przez Laboratorium Chemiczne Kopalni Siarki „Osiek” na 4 stanowiskach badawczych zlokalizowanych w: Osieku, Osieczku, Mikołajowie i Pliskowoli.

Parametry statystyczne, obliczone na podstawie rocznych serii pomiarów stężeń H₂S z 2001 r. dla poszczególnych stanowisk uwzględnionych w analizie, odnoszące się do wartości średnich rocznych oraz średnich dobowych (w postaci S₉₈), a także porównanie do stężeń z roku ubiegłego, zestawiono w tabeli 60.

Tabela 60. Stężenia siarkowodoru

Lp.	Stacja	Rok	Stężenie średnie roczne		Stężenie 24-godz. S ₉₈	
			µg/m ³	% NDS	µg/m ³	%NDS
POWIAT STASZOWSKI						
KiZChS „Siarkopol” w Grzybowie						
1	Osiek	2000	1,1	22	3,0	43
		2001	1,6	32	3,3	47
2	Osieczko	2000	1,2	24	4,0	57
		2001	1,7	34	3,6	51
3	Mikołajów	2000	1,6	32	4,0	57
		2001	1,9	38	3,7	53
4	Pliskowola	2000	1,0	20	3,0	43
		2001	1,9	38	3,8	54

Rys. 52. Zmiany średnich rocznych stężeń siarkowodoru w rejonie Kopalni Siarki „Osiek” wykonanych w latach 1996-2001



Stężenia średnie roczne H₂S w 2001 r. kształtowały się w granicach normy dopuszczalnej, chociaż na każdym stanowisku wzrosła ich wartość w odniesieniu do roku ubiegłego. Najwyższe stężenia wystąpiły w Mikołajowie i w Pliskowoli osiągając wartość równą 1,9 µg/m³, co stanowi 38% normy wynoszącej 5 µg/m³.

Na rys. 52 zilustrowano zmiany średnich rocznych stężeń H₂S na stacjach w rejonie Kopalni Siarki „Osiek” w latach 1996-2001.

Na żadnym ze stanowisk pomiarowych w analizowanym okresie stężenia średnie roczne nie przekraczały 40% obowiązującej od 1998 r. normy. Analizując lata 1999-2001 na każdej stacji obserwujemy niekorzystny trend wzrostowy. Jednak generalnie w rejonie oddziaływania Kopalni „Osiek” wartości stężeń nie są na tyle wysokie, aby mogły stanowić zagrożenie dla środowiska.

Dwusiarczek węgla

Dwusiarczek węgla również należy do zanieczyszczeń specyficznych występujących w rejonie wydobywczo-przetwórczym siarki na terenie byłego województwa tarnobrzeskiego. Źródłem emisji tego związku jest Zakład Dwusiarczku Węgla w Dobrowie Kopalni i Zakładów Chemicznych Siarki „Siarkopol” w Grzybowie. Pomiaru zanieczyszczenia powietrza CS₂ prowadzone są w zakładowej sieci pomiarów 30-min., składającej się z 12 punktów pomiarowych, oddalonych od siebie co 2 km, na obszarze 24 km², wokół źródeł emisji zakładu.

W tabeli 61 zestawiono wartości średnich rocznych stężeń dwusiarczku węgla w latach 2000-2001 oraz stężenia 30-min. w ciągu roku w postaci percentyla 99,8.

Stężenie średnie roczne CS₂ uzyskane w 2001 r., ze statystycznego przetworzenia wyników z całej sieci pomiarów chwilowych, stanowiło zaledwie 5% normy i było znacznie niższe od stężenia w roku ubiegłym, które wynosiło 2,2 µg/m³ (22% normy). Ponad czterokrotne zmniejszenie poziomu zanieczyszczenia powietrza dwusiarczkiem węgla jest wynikiem głównie spadku produkcji tej substancji.

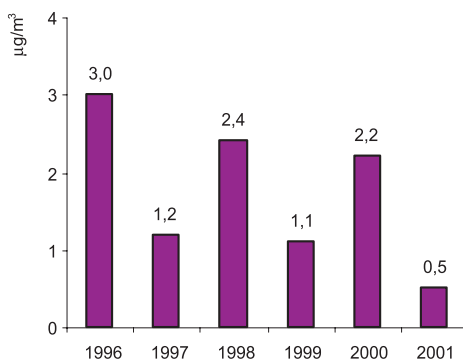
Stężenia wyrażone percentylem $S_{99,8}$, czyli wartością stężenia 30-min., której nie przekracza 99,8% wyników 30-min. z rocznej serii pomiarowej, są niższe w porównaniu do roku ubiegłego i stanowią 17% normy.

Na rys. 53 zilustrowano zmiany średnich rocznych stężeń CS_2 w Grzybowie w latach 1996-2001.

Tabela 61. Stężenia dwusiarczku węgla

Stacja	Rok	Stężenie średnie roczne		Stężenie 30-min. $S_{99,8}$	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	% NDS	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%NDS
POWIAT STASZOWSKI					
KiZChS „Siarkopol” w Grzybowie - siatka pomiarów 30-min.	2000	2,2	22	18,5	37
	2001	0,5	5	8,7	17

Rys. 53. Zmiany średnich rocznych stężeń dwusiarczku węgla w Grzybowie w latach 1996-2001



W latach 1996-2001 poziom stężeń średnich rocznych CS_2 jest zmienny, ale w żadnym roku nie została przekroczona norma dopuszczalna wynosząca $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Gdybyśmy poddali analizie zamiennie co drugi rok pomiarowy, widoczny byłby trend spadkowy. Warto również zauważyć, iż wartość średniej z 2001 r. stanowi zaledwie 17% średniej z roku 1996.

3.3. Zanieczyszczenia komunikacyjne

Głównymi zanieczyszczeniami pochodzącymi od komunikacji drogowej są: węglowodory, tlenek węgla, tlenki azotu, aldehydy, pył oraz metale, w tym ołów. Zanieczyszczenia emitowane przez pojazdy wyposażone w silniki spalinowe nie tylko bezpośrednio pogarszają jakość powietrza w rejonach o intensywnym ruchu drogowym, ale także biorą udział w reakcjach fotochemicznych zachodzących w atmosferze, wpływając na wzrost natężenia ozonu w warstwie troposferycznej. Ilość emitowanych zanieczyszczeń ze źródeł komunikacyjnych zależy od wielu czynników, między innymi od natężenia i płynności ruchu, konstrukcji silnika i jego stanu technicznego, zastosowania dopalaczy i filtrów, rodzaju paliwa i pochylenia podłużnego drogi. Analizując stan zanieczyszczenia powietrza na podstawie pomiarów należy mieć na uwadze, że rozprzestrzenianie się tych zanieczyszczeń oraz zasięg ich oddziaływania jest ściśle związany z bezpośrednim otoczeniem ulic, a na stan zanieczyszczenia powietrza w pobliżu tras komunikacyjnych mają wpływ nie tylko zanieczyszczenia pochodzące ze źródeł mobilnych, ale także z emisji komunalnej oraz przemysłowej.

Pomiary stężeń zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy, wykonywane na stacji zlokalizowanej bezpośrednio w pobliżu trasy komunikacyjnej przy Al. IX Wieków Kielc w Kielcach, włączone zostały do programu monitoringu regionalnego w 1998 roku. Program pomiarowy przyjęto taki, jaki obowiązuje dla tego typu stacji należących do sieci krajowej, a więc obejmujący: tlenek węgla, dwutlenek azotu i pył zawieszony. Ponadto zakres tych badań uzupełniono o dwutlenek siarki jako zanieczyszczenie podstawowe, chociaż w znaczącej mierze nie zależne od wpływu komunikacji. W pyłe zawieszonym określane jest zawartość metali ciężkich, w tym: kadmu, miedzi, ołowiu, niklu i chromu, a także benzo(a)pirenu. Stacja ta wyposażona jest w automatyczną aparaturę wysokiej jakości, zapewniającą ciągłość i czułość wykonywanych pomiarów. Wszystkie dane na bieżąco przekazywane są modemowymi łączami telefonicznymi do centralnego komputera znajdującego się w Wojewódzkim Inspektoracie Ochrony Środowiska w Kielcach, który umożliwia ich przechowywanie i przetwarzanie.

W przedstawionej w niniejszym rozdziale analizie jakości powietrza, wyniki pomiarów (tabela 62) odniesiono do wartości dopuszczalnych stężeń obowiązujących do 2001 r. (określonych w rozporządzeniu MOŚZNiL z dnia 28.04.1998 r. w sprawie dopuszczalnych wartości stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu).

Z oceny średnich rocznych stężeń zanieczyszczeń badanych na stacji zlokalizowanej przy trasie komunikacyjnej w Kielcach wynika, że w 2001 r. (podobnie jak w 2000 r.) nie występowało przekroczenie dopuszczalnych wartości średniorocznych analizowanych zanieczyszczeń. Najwyższe średnie roczne stężenie odnosi do pyłu zawieszonego (59,0% normy) oraz kolejno: tlenku węgla (31,9%), dwutlenku azotu (27,2%) i dwutlenku siarki (12,2%). Zanotowano nieznaczne zmniejszenie

Tabela 62. Stężenia komunikacyjnych zanieczyszczeń powietrza na stacji pomiarowej przy Al. IX Wieków Kielc

Rok badań	Stężenie średnie roczne		Stężenie 24-godz. ^{a)}		Stężenie 30-min. ^{b)}	
	µg/m ³	% NDS*	µg/m ³	% NDS*	µg/m ³	% NDS*
tlenek węgla						
2000	695,9	34,8**	1391,6	27,8	3300,0	16,5
2001	638,8	31,9**	2510,3	50,2	3900,0	19,5
NDS*	2000**		5000		20000	
dwutlenek azotu						
2000	14,1	35,2	23,7	15,8	42,4	8,5
2001	10,9	27,2	20,7	13,8	38,2	7,6
NDS*	40		150		500	
dwutlenek siarki						
2000	7,2	18,0	16,2	10,8	27,7	5,5
2001	4,9	12,2	14,0	9,3	28,2	5,6
NDS*	40		150,0		500	
pył zawieszony PM10						
2000	35,6	71,2	99,2	79,4	293,7	104,9**
2001	29,5	59,0	70,6	56,5	167,8	59,9**
NDS*	50		125		280**	

a) 98百分yl stężeń 24-godz.

b) 99,8百分yl stężeń 30-min.

* norma dopuszczalnych stężeń

** dopuszczalne stężenia normowane tylko do celów obliczeniowych

szenie w stosunku do roku ubiegłego średniorocznego stężenia tlenu węgla, podobnie jak i pozostałych zanieczyszczeń.

Stężenia 24-godz., wyrażane normowanym parametrem odnoszonym do roku, określanym jako percentyl 98 (S_{98}), również pozostają w granicach poniżej poziomów dopuszczalnych. Wartości S_{98} osiągają dla: pyłu – 70,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (56,5% normy), CO – 2510,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (50,2%), NO_2 -20,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (13,8%), SO_2 -14,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9,3%). Najwyższa wartość stężenia 24-godz. tlenu węgla, którą zanotowano w dniu 16.02.2001 r. wynosiła 2893,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i stanowiła 57,9% normy równej 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najniższe stężenia 24-godz. CO, a także NO_2 i pyłu zawieszonego występują w dni weekendowe, co potwierdza cykliczną zmienność stężeń w tygodniu, związaną ze zmieniającym się natężeniem ruchu tranzytowego. W tych dniach stężenie dobowe spada do wartości bardzo niskich (nawet do kilku procent poziomu dopuszczalnego).

Stężenia chwilowe (30-min.) także są niskie w porównaniu do wartości normatywnych określonych dla stężeń krótkookresowych (D_{30}), przy czym maksymalne stężenie 30-minutowe tlenu węgla, które wystąpiło również w dniu 09.02.2001 r. wynosiło 5400,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a drugie zarejestrowane maksimum osiągnęło wartość 5300,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (16.02.2001 r.). Percentyl $S_{99,8}$ dla tlenu węgla wynosi 3900,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, czyli 19,5% normy określonej na poziomie 20000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Stężenia dla pyłu zawieszonego (30-min.) w 2001 r. występowały poniżej dopuszczalnego poziomu (odstępstwo od normy zanotowano w 1999 r.), przy czym dopuszczalna norma w tym przypadku ustalona została tylko do celów obliczeniowych i nie służy ocenie jakości powietrza na podstawie pomiarów.

Pył uliczny, którego stężenia na tej stacji są stosunkowo wysokie (wartość roczna osiąga 59% normy) jest produktem powstałym w wyniku interakcji materiałów stałych, ciekłych i gazowych wytworzonych głównie z gleby, materiałów budowlanych i emisji z pojazdów samochodowych. Jest on więc w pewnej mierze skutkiem emisji, jednak na skutek oddziaływania wiatru oraz turbulencji wymuszonych ruchem pojazdów zostaje on wtórnie emitowany do atmosfery. Pył zawieszony ze stacji komunikacyjnej poddawano analizie na zawartość metali: Cd, Cu, Pb, Ni i Cr. Poboru prób pyłu dokonano za pomocą automatycznego urządzenia ACCu zainstalowanego przy pyłomierzu TEOM, stężenia metali natomiast określono metodą absorpcji spektrofotometrii atomowej. Porównując wyniki zestawione w tabeli 63 do poziomów dopuszczalnych norm zauważa się, że najwyższe stężenia uzyskano w odniesieniu do kadmu i ołowiu, lecz są to wartości niskie, maksymalnie osiągające do kilku procent normy. Średnioroczne zawartości metali wynosiły (w % normy): Cd – 1,6; Cu – 0,2; Pb – 1,2; Ni – 0,9; Cr – 0,0.

Zagadnienie występowania metali w pyłe zawieszonym jest bardzo złożone. Przyjmuje się, że wyniki badań zawsze mają charakter regionalny. O składzie chemicznym pyłów na tym terenie decyduje nie tylko emisja pochodząca z komunikacji, lecz również, i przede wszystkim emisja pochodząca ze źródeł energetycznego spalania paliw oraz w mniejszym stopniu z przemysłu.

Tabela 63. Średnie roczne stężenia metali w pyłe zawieszonym na stacji mierzącej zanieczyszczenia komunikacyjne w Kielcach

Rok badań	Cd		Cu		Pb		Ni		Cr	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	% NDS*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	% NDS*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	% NDS*	ng/m^3	% NDS*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	% NDS*
2000	0,00169	16,9	0,00625	1,0	0,01501	3,0	0,03249	0,1	0,00001	0,0
2001	0,00016	1,6	0,00143	0,2	0,00578	1,2	0,22239	0,9	0,00011	0,0
NDS*	0,01		0,6		0,5		25		0,4	

* norma dopuszczalnych stężeń

4. NOWY SYSTEM OCEN JAKOŚCI POWIETRZA

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska, (Dz. U. Nr 62, poz. 627), zastępująca ustawę z 1980 r. o ochronie i kształtowaniu środowiska, uwzględniła wymagania dotyczące ochrony powietrza zawarte w dyrektywach Unii Europejskiej. Ustalony został nowy system ocen jakości powietrza, oparty na porównaniu wartości stężeń występujących na danym obszarze z poziomami dopuszczalnymi, a także marginesami tolerancji. Dla stref, w których poziom choćby jednej substancji przekracza poziom dopuszczalny powiększony o margines tolerancji, wojewoda, po zasięgnięciu opinii starosty, określać będzie program ochrony powietrza, mający na celu osiągnięcie dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu. Dodatkowo wprowadzone zostały alarmowe poziomy niektórych substancji w powietrzu. W przypadku ryzyka występowania przekroczeń dopuszczalnych lub alarmowych poziomów substancji w powietrzu w danej strefie, wojewoda, po zasięgnięciu opinii właściwego starosty, określi w drodze rozporządzenia plan działań krótkoterminowych, w których ustalane będą działania mające na celu zmniejszenie ryzyka wystąpienia takich przekroczeń oraz ograniczenia skutków i czasu trwania zaistniałych przekroczeń.

Oceny jakości powietrza dokonywane będą w ramach państwowego monitoringu środowiska. Ustawa wprowadziła obowiązek dokonywania, przynajmniej co 5 lat, klasyfikacji stref (powiatów) pod kątem poziomu każdej substancji na potrzeby ustalenia odpowiedniego sposobu oceny jakości powietrza, przy czym pierwsza wstępna klasyfikacja, która sporządzona została w 2001 r. podlegać będzie w 2002 roku aktualizacji. Obowiązujący sposób dokonywania oceny uzależniony jest więc od wyników klasyfikacji stref. Wyłącznie na podstawie pomiarów dokonywane są oceny w aglomeracjach i innych strefach, w których poziom danej substancji w powietrzu jest wyższy od górnego progu oszacowania, a nie przekracza poziomu dopuszczalnego oraz, w których poziom substancji przekracza poziom dopuszczalny. W pozostałych strefach, obok pomiarów, których program może być mniej intensywny, dopuszcza się także inne techniki oceny, jak modelowanie matematyczne, czy obiektywne metody szacowania.

Klasyfikacja stref, wykonana na potrzeby ustalenia odpowiedniego sposobu oceny jakości powietrza rozpowszechniona zostanie poprzez internet na stronie Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Kielcach www.kielce.pios.gov.pl.

Oceny poziomu substancji w powietrzu w danej strefie wykonywane będą corocznie w oparciu o określone, w przepisach wykonawczych do ustawy, poziomy odniesienia (dopuszczalne poziomy substancji w powietrzu i marginesy tolerancji) – dopiero począwszy od 2003 roku.

5. CHEMIZM OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH

W Polsce, w ramach programu Państwowego Monitoringu Środowiska, jako jeden z podsystemów w roku 1998 został uruchomiony Krajowy Monitoring Chemizmu Opadów Atmosferycznych i Depozycji Zanieczyszczeń do Podłoża, który ma na celu określenie rozkładu ładunków zanieczyszczeń, wprowadzanych z mokrym opadem do podłoża w ujęciu czasowym i przestrzennym. Badania monitoringowe w pełnym cyklu rocznym przeprowadzono po raz pierwszy w 1999 r. i obecnie są one kontynuowane. Koordynatorem tego monitoringu jest Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, a nadzór merytoryczny nad jego realizacją prowadzi Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział we Wrocławiu

Wielkość ładunku zanieczyszczeń wnoszonego do atmosfery zależy od stężenia zanieczyszczenia i ilości opadu, stąd skład chemiczny opadów atmosferycznych jest odzwierciedleniem stanu zanieczyszczenia atmosfery. Poprzez systematyczne badania składu fizyko-chemicznego opadów oraz równoległe obserwacje i pomiary parametrów meteorologicznych, monitoring ten dostarcza informacji o obciążeniu obszarów leśnych, gleb i wód powierzchniowych związkami zakwaszającymi, biogennymi, metalami ciężkimi deponowanymi z podłoża i daje podstawy do analiz istniejącego stanu.

W Polsce prowadzone są badania na 25 stacjach chemizmu opadów atmosferycznych, opartych na bazie stacji synoptycznych IMGW, do których należy również z terenu województwa świętokrzyskiego stacja w Sandomierzu. Stacje do badań zostały wytypowane na podstawie danych klimatycznych, które kwalifikują je jako charakterystyczne dla oceny obszarowego rozkładu zanieczyszczeń. Opad atmosferyczny mokry (woda deszczowa) zbierany jest w sposób ciągły i analizowany w cyklach miesięcznych. W zależności od koncentracji danego wskaźnika zanieczyszczeń w opadzie atmosferycznym oraz ilości opadu wprowadzana jest odpowiednia wielkość miesięcznej i rocznej depozycji zanieczyszczeń. Na podstawie danych analitycznych opadów ze stacji monitoringu chemizmu opadów oraz danych pomiarowych ze 162 punktów pomiaru wysokości opadów opracowywane są mapy rozkładu przestrzennego wielkości zanieczyszczeń zawartych w opadach oraz wielkości ich depozycji na obszar Polski i jej poszczególne tereny. Opracowania te wykonuje IMGW Oddział we Wrocławiu.

Poniżej przedstawiono skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych, miesięczne sumy opadów oraz miesięczne i roczne wielkości ładunków jednostkowych wnoszonych z opadami ze stacji monitoringowej w Sandomierzu za 2001 r. (tabela 64 i 65). Tabela 66 ilustruje natomiast średnie roczne stężenia i roczne wielkości ładunków zanieczyszczeń, wnoszonych przez opady na podstawie danych ze stacji w Sandomierzu z lat 1999-2001, w oparciu o wyniki analiz fizyko-chemicznych miesięcznych próbek wody opadowej wykonywanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Kielcach.

Jak wynika z obserwacji meteorologicznej prowadzonej przez IMGW w Sandomierzu ilość opadów w poszczególnych miesiącach 2001 r. była bardzo zróżnicowana. Łączna suma opadów wyniosła 679,1 mm i była wyższa od roku poprzedniego o 51,6 mm. Najbardziej deszczowym miesiącem był lipiec – 187,5 mm, najbardziej suchym – październik z miesięcznym opadem 11,5 mm, następnie luty (13,3 mm), grudzień (14,8 mm) i listopad (27,0 mm).

Odczyn opadów najczęściej był kwaśny (pH poniżej 5,6) lub lekko kwaśny, a tylko w listopadzie obojętny (pH – 7,05).

Wielkości stężeń zanieczyszczeń oznaczanych w średniomiesięcznych próbkach opadów były również bardzo zróżnicowane. W najwyższych stężeniach występowały siarczany, sól, chlorki, azot ogólny, azot amonowy, a także wapń, potas, azotyny i azotany. Z miesięcznej analizy stężeń wynika, że najwyższe stężenia siarczanów, azotynów i azotanów wystąpiły w lutym, azotu amonowego – w październiku, sodu – w listopadzie, a chlorków, wapnia i potasu – w grudniu, a więc w najsuchszych miesiącach roku.

Z danych zestawionych w tabeli 65 wynika, że w roku 2001 najwyższe ilości zanieczyszczeń dotarły do podłoża w lipcu – miesiącu o największej ilości opadów. W tej grupie znalazły się: siarczany, związki azotu i fosforu, potas, wapń, magnez, cynk, kadm i mangan. Wielkości ładunków tych związków w opadach lipcowych były kilkakrotnie wyższe niż w pozostałych miesiącach roku. Chlorki w największych ilościach dotarły do podłoża w marcu, podobnie jak ołów, nikiel i chrom.

Zestawione w tabeli 66 średnioroczne wartości stężeń zanieczyszczeń oraz roczna depozycja zanieczyszczeń w latach 1999-2001 umożliwia dokonanie porównań wyników badań z trzech lat. Wprowadzona w roku 2001 wielkość depozytu zanieczyszczeń, w porównaniu do roku 2000, była w przypadku niektórych wskaźników większa, a odnosi się to między innymi do: chlorków, azotu amonowego, sodu, potasu, cynku, miedzi, żelaza, ołowiu i kadmu. Na rys. 54 zilustrowano średnie stężenia wybranych zanieczyszczeń w opadach atmosferycznych na podstawie danych ze stacji monitoringu w Sandomierzu w latach 1999-2001.

Przytoczone powyżej dane dotyczą badań i obserwacji prowadzonych w punkcie monitoringowym w Sandomierzu. Analizy wykonywane przez IMGW Oddział we Wrocławiu przy wykorzystaniu badań przeprowadzonych na wszystkich 25 stacjach badawczych opadu w Polsce pozwoliły na oszacowanie rocznej depozycji zanieczyszczeń wniesionej przez wody opadowe na obszar

Tabela 64. Skład fizyko-chemiczny średniomiesięcznych próbek opadów atmosferycznych (wet-only) oraz miesięczne sumy opadów ze stacji monitoringowej w Sandomierzu w 2001 r.

Wskaźnik zanieczyszczeń	Jednostka	Miesiąc												Wartość średnia
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
odczyn	pH	5,30	4,71	4,46	5,45	5,49	5,16	5,12	4,94	4,54	4,42	7,05	4,77	5,12
przewodność	μS/cm	25,8	32,9	47,9	22,9	21,6	17,4	15,5	24,6	20,7	40,5	39,3	45,6	29,6
chlorki	mg Cl ⁻ /ha	2,29	3,01	2,65	0,83	0,62	0,20	0,29	0,45	0,41	0,99	1,79	4,36	1,49
siarczany	mg SO ₄ ²⁻ /dm ³	3,89	6,63	5,32	3,65	3,49	2,19	2,35	3,45	2,74	5,93	5,66	3,81	4,09
azotyny + azotany	mg N/dm ³	0,48	1,09	0,88	0,53	0,45	0,38	0,28	0,50	0,30	0,91	0,61	0,94	0,61
azot amonowy	mg N/dm ³	0,75	0,69	1,12	1,04	1,18	0,91	0,66	0,94	0,62	1,50	0,87	0,83	0,92
azot ogólny	mgN/dm ³	1,68	3,37	2,17	1,81	1,97	1,68	1,39	1,81	1,72	2,94	1,97	2,02	2,04
fosfor ogólny	mg P/dm ³	0,058	0,073	0,116	0,062	0,075	0,115	0,054	0,044	0,020	0,025	0,334	0,046	0,085
sód	mg Na/dm ³	0,57	1,33	1,33	0,52	0,27	0,09	0,27	0,21	0,15	0,45	4,46	2,66	1,02
potas	mg K/dm ³	0,21	0,45	0,52	0,25	0,34	0,21	0,30	0,31	0,19	0,42	0,36	1,13	0,39
wapń	mg Ca/dm ³	0,94	0,78	1,15	1,06	0,74	0,38	0,39	0,56	0,25	0,90	1,07	1,39	0,80
magnez	mg Mg/dm ³	0,17	0,15	0,20	0,10	0,13	0,07	0,08	0,08	0,04	0,13	0,28	0,13	0,13
cynek	mg Zn/dm ³	0,032	0,093	0,075	0,031	0,032	0,021	0,165	0,073	0,029	0,118	0,073	0,139	0,073
miedź	mg Cu/dm ³	0,0056	0,0088	0,0057	0,0056	0,0091	0,0045	0,0104	0,1589	0,0044	0,0259	0,0207	0,0285	0,0240
żelazo	mg Fe/dm ³	0,051	0,037	0,036	0,020	0,019	0,013	0,018	0,092	0,012	0,036	0,037	0,046	0,035
olów	mg Pb/dm ³	0,0035	0,0034	0,0132	0,0009	0,0008	0,0013	0,0017	0,0024	0,0027	0,0051	0,0037	0,0066	0,0038
kadmi	mg Cd/dm ³	0,00010	0,00020	0,00049	0,00010	0,00011	0,00010	0,00017	0,00034	0,00012	0,00072	0,00053	0,00070	0,00031
nikiel	mg Ni/dm ³	0,0032	0,0087	0,0036	0,0016	0,0011	0,0009	0,0005	0,0009	0,0007	0,0018	0,0017	0,0016	0,0022
chrom ogólny	mg Cr/dm ³	0,0002	0,0002	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0002	0,0003	0,0002
mangan	mg Mn/dm ³	0,0061	0,0044	0,0108	0,0064	0,0104	0,0047	0,0064	0,0098	0,0032	0,0068	0,0091	0,0092	0,0073
Miesięczna suma opadów	mm	36,4	13,3	50,1	71,6	33,6	85,4	187,5	55,9	92,0	11,5	27,0	14,8	679,1

 najwyższe stężenie

Tabela 65. Miesięczne i roczne wielkości ładunków zanieczyszczeń wnoszonych z opadami atmosferycznymi ze stacji monitoringowej w Sandomierzu w 2001 r.

Wskaźnik zanieczyszczeń	Jednostka	Miesiąc												Depozycja roczna
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
chlorki	kg Cl/ha	0,83	0,40	1,33	0,59	0,21	0,17	0,54	0,25	0,38	0,11	0,48	0,64	5,93
siarczany	kg SO ₄ ⁻² /ha	1,42	0,88	2,66	2,61	1,17	1,87	4,41	1,93	2,52	0,68	1,53	0,56	22,24
azotyny + azotany	kg N/ha	0,17	0,14	0,44	0,38	0,15	0,32	0,52	0,28	0,28	0,10	0,16	0,14	3,08
azot amonowy	kg N/ha	0,27	0,09	0,56	0,74	0,40	0,78	1,24	0,52	0,57	0,17	0,23	0,12	5,69
azot ogólny	kg N/ha	0,61	0,45	1,09	1,30	0,66	1,43	2,61	1,01	1,58	0,34	0,53	0,30	11,91
fosfor ogólny	kg P/ha	0,021	0,010	0,058	0,044	0,025	0,098	0,101	0,024	0,018	0,003	0,090	0,007	0,499
sód	kg Na/ha	0,21	0,18	0,67	0,37	0,09	0,08	0,51	0,12	0,14	0,05	1,20	0,39	4,01
potas	kg K/ha	0,08	0,06	0,26	0,18	0,11	0,18	0,56	0,17	0,17	0,04	0,10	0,17	2,08
wapń	kg Ca/ha	0,34	0,10	0,58	0,76	0,25	0,32	0,73	0,31	0,23	0,10	0,29	0,20	4,21
magnez	kg Mg/ha	0,06	0,02	0,10	0,07	0,04	0,06	0,15	0,04	0,04	0,01	0,08	0,02	0,69
cynk	kg Zn/ha	0,012	0,012	0,038	0,022	0,011	0,018	0,309	0,041	0,027	0,014	0,020	0,020	0,544
miedź	kg Cu/ha	0,0020	0,0012	0,0028	0,0040	0,0030	0,0038	0,0195	0,0888	0,0040	0,0030	0,0056	0,0042	0,1419
żelazo	kg Fe/ha	0,018	0,005	0,018	0,014	0,006	0,011	0,034	0,051	0,011	0,004	0,010	0,007	0,189
ołów	kg Pb/ha	0,0013	0,0004	0,0066	0,0006	0,0003	0,0011	0,0032	0,0013	0,0025	0,0006	0,0010	0,0010	0,0199
kadm	kg Cd/ha	0,00004	0,00003	0,00024	0,00007	0,00004	0,00008	0,00032	0,00019	0,00011	0,00008	0,00014	0,00010	0,00144
nikiel	kg Ni/ha	0,0012	0,0012	0,0018	0,0011	0,0004	0,0008	0,0009	0,0005	0,0006	0,0002	0,0004	0,0002	0,0093
chrom ogólny	kg Cr/ha	0,00007	0,00003	0,00020	0,00007	0,00003	0,00008	0,00019	0,00006	0,00009	0,00003	0,00005	0,00004	0,00094
mangan	kg Mn/ha	0,0022	0,0006	0,0054	0,0046	0,0035	0,0040	0,0120	0,0055	0,0029	0,0008	0,0024	0,0014	0,0453


 najwyższy ładunek jednostkowy

Tabela 66. Średnie stężenia zanieczyszczeń w opadach atmosferycznych oraz roczne wielkości ładunków zanieczyszczeń wnoszonych przez opady na podstawie danych ze stacji monitoringu w Sandomierzu w latach 1999-2001

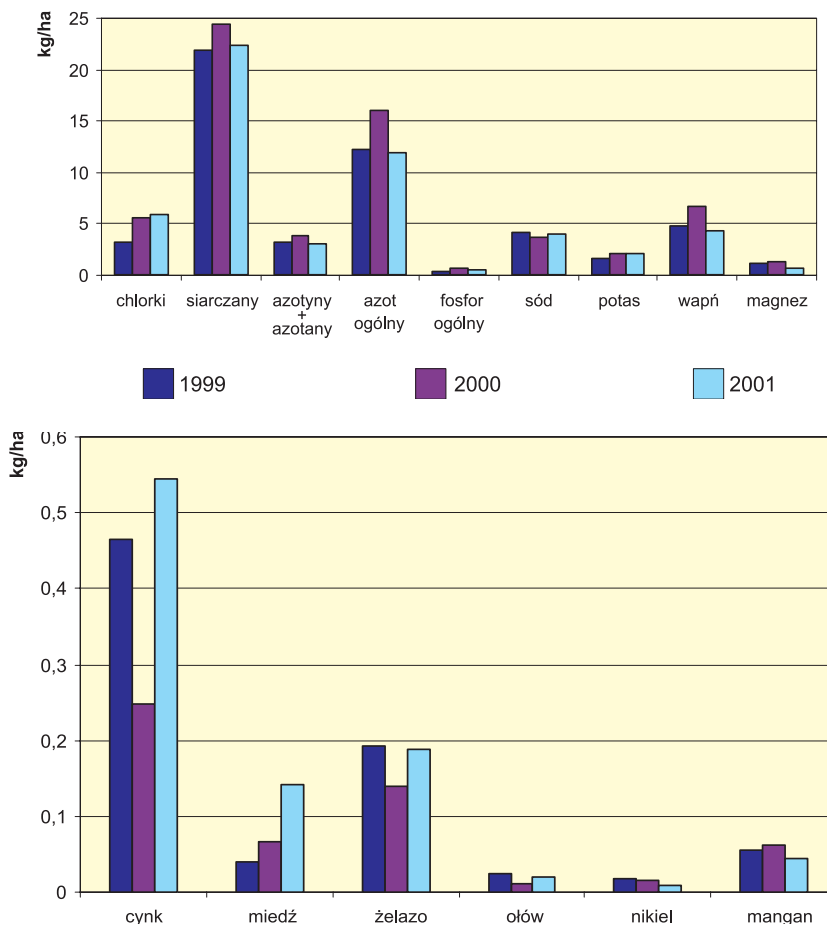
Wskaźnik zanieczyszczenia	Średnia wartość stężenia mg/dm ³			Roczna depozycja mokra kg/ha		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
odczyn (pH)	5,25	5,26	5,12	-	-	-
chlorki	0,87	1,07	1,49	3,18	5,48	5,93
siarczany (SO ₄ ⁻²)	4,78	4,38	4,09	21,84	24,39	22,24
azotyny + azotany (N _{NO2} + NO ₃)	0,86	0,81	0,61	3,18	3,85	3,08
azot amonowy (N _{NH4})	0,99	0,93	0,92	4,53	5,64	5,69
azot ogólny (N _{og})	2,91	2,74	2,04	12,21	15,99	11,91
fosfor ogólny (P _{og})	0,053	0,103	0,08	0,289	0,701	0,499
sód (Na)	1,01	0,78	1,02	4,12	3,62	4,01
potas (K)	0,41	0,35	0,39	1,63	2,01	2,08
wapń (Ca)	1,28	1,42	0,80	4,74	6,72	4,21
magnez (Mg)	0,24	0,26	0,13	1,13	1,22	0,69
cynk (Zn)	0,119	0,043	0,073	0,466	0,247	0,544
miedź (Cu)	0,0088	0,0236	0,0240	0,0399	0,0660	0,1419
żelazo (Fe)	0,046	0,028	0,035	0,193	0,140	0,189
ołów (Pb)	0,0055	0,0022	0,0038	0,0239	0,0117	0,0199
kadm (Cd)	0,00036	0,00022	0,00031	0,00148	0,00117	0,00144
nikiel (Ni)	0,0052	0,003	0,0022	0,0186	0,0144	0,0093
chrom (Cr)	0,0005	0,0002	0,0002	0,00203	0,00114	0,00094
mangan (Mn)	0,0129	0,0140	0,0073	0,0555	0,0616	0,0453
Roczna suma opadu w mm	564,5	627,5	679,1	-	-	-

Tabela 67. Obciążenie powierzchniowe obszaru woj. świętokrzyskiego oraz pozostałych regionów kraju zanieczyszczeniami wniesionymi przez opady atmosferyczne w 2000 r.

Wskaźnik zanieczyszczenia	Ładunek jednostkowy zdeponowany na obszar województwa świętokrzyskiego	Średni ładunek jednostkowy dla obszaru Polski	Najwyższa wartość ładunku jednostkowego przypadającego dla obszaru województwa
1	2	3	4
chlorki	6,61	7,89	14,77 (pomorskie)
siarczany (SO ₄ ⁻²)	27,77	22,18	35,93 (śląskie)
azotyny + azotany (N _{NO2} + NO ₃)	4,24	3,95	5,50 (śląskie)
azot amonowy (N _{NH4})	5,55	5,28	6,42 (śląskie)
azot ogólny (N _{og})	15,23	14,09	25,09 (śląskie)
fosfor ogólny (P _{og})	0,585	0,463	0,586 (podkarpackie)
sód (Na)	3,68	4,22	9,09 (pomorskie)
potas (K)	2,21	1,94	2,98 (śląskie)

1	2	3	4
wapń (Ca)	9,66	8,05	13,98 (śląskie)
magnez (Mg)	1,39	1,27	1,68 (śląskie)
cynk (Zn)	0,322	0,419	0,734 (śląskie)
miedź (Cu)	0,060	0,049	0,089 (śląskie)
żelazo (Fe)	0,205	0,234	0,434 (śląskie)
ołów (Pb)	0,0183	0,0260	0,0570 (śląskie)
kadm (Cd)	0,00206	0,00218	0,00434 (śląskie)
nikiel (Ni)	0,0109	0,0096	0,0172 (podkarpackie)
chrom (Cr)	0,00269	0,00311	0,00774 (mazowieckie)
mangan (Mn)	0,0636	0,0653	0,1336 (lubuskie)

Rys. 54. Zmiany średnich stężeń wybranych zanieczyszczeń w opadach atmosferycznych na podstawie danych ze stacji monitoringu w Sandomierzu w latach 1999-2001



województwa świętokrzyskiego i pozostałe regiony kraju. Przytoczone w tabeli 67 dane w tym przedmiocie dotyczą 2000 roku (na podstawie opracowania Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział we Wrocławiu *Wyniki badań monitoringowych w województwie świętokrzyskim w 2000 roku*).

Wniesione na obszar województwa świętokrzyskiego w 2000 r. wraz z wodami opadowymi ładunki jednostkowe zanieczyszczeń wynosiły (w kg/ha-rok): 22,77 siarczanów, 15,23 azotu ogólnego, 9,66 wapnia, 6,61 chlorków, 5,55 azotu amonowego, 4,24 azotynów i azotanów, 3,68 sodu, 1,39 magnezu, 0,585 fosforu ogólnego, 0,322 cynku, 0,205 żelaza, 0,0635 manganu, 0,0183 ołowiu, 0,0109 niklu, 0,00269 chromu i 0,00206 kadmu.

Roczny ładunek jednostkowy niektórych badanych zanieczyszczeń zdeponowany na obszar województwa świętokrzyskiego był nieco większy niż średni dla całego obszaru Polski, a dotyczy to między innymi: siarczanów, związków azotu, fosforu ogólnego, potasu, wapnia, magnezu, miedzi i niklu. W Polsce, najwyższe wartości ładunków jednostkowych większości badanych zanieczyszczeń przypadają na obszar województwa śląskiego.

W raportach IMGW można znaleźć także rozkład przestrzenny zanieczyszczeń zdeponowanych na obszar województwa świętokrzyskiego z wyodrębnieniem powiatów.

PODSUMOWANIE

W strukturze emitowanych zanieczyszczeń przeważają zanieczyszczenia gazowe, a wśród nich kolejno: dwutlenek węgla, dwutlenek siarki, tlenki azotu i tlenek węgla. Emisja dwutlenku węgla stanowi 99,3% ogółem emitowanych gazów w województwie. Wśród pozostałych zanieczyszczeń gazowych największy udział ma dwutlenek siarki, którego emisja w stosunku do łącznej emisji gazów, zliczanej bez CO₂, stanowi 58,1%. Kolejne miejsca w emisji gazów, z wyłączeniem CO₂, zajmują tlenki azotu – 26,2%, i tlenek węgla – 14,5%. Najwięcej, aż 96,6% emisji SO₂ pochodzi ze spalania paliw. Również ze źródeł energetycznych wyemitowano najwięcej, bo 72,4% dwutlenku azotu. Z procesów technologicznych natomiast pochodzi tylko 3,4% emisji SO₂ oraz 27,6% emisji NO₂.

W ilości emitowanych w 2001 roku pyłów ogółem przeważający udział wynoszący 71,0%, mają pyły ze spalania paliw. Drugim dominującym w naszym regionie pod względem ilości rodzajem pyłów są pyły cementowo-wapiennicze, których udział w emisji pyłów w województwie wynosi 19,4% i 23,1% w emisji pyłów cementowych ogółem w Polsce.

Zmiany emisji z ostatnich kilku lat wykazują trend spadkowy, co jest wynikiem coraz powszechniejszej realizacji działań proekologicznych, w tym przede wszystkim takich jak: budowa instalacji odsiarczania przy kotłach węglowych, stosowanie niskoemisyjnej technologii spalania węgla, zmiany paliwa z węgla na gaz lub olej niskoopałowy. Znajduje to odzwierciedlenie w wynikach badań jakości powietrza prowadzonych na terenie województwa świętokrzyskiego. Średnie roczne stężenia głównych zanieczyszczeń powietrza w 2001 roku wykazują na ogół wartości dość niskie i nie przekraczają norm dopuszczalnych. Najkorzystniej przedstawiają się wyniki pomiarów w zakresie dwutlenku siarki, gdzie średnie roczne stężenia wynoszą do 42% normy dopuszczalnej. Stężenia dwutlenku azotu i pyłu zawieszonego mieszczą się w przedziale nie przekraczającym 80% normowanego poziomu.

Tak przedstawia się jakość powietrza w zakresie podstawowych zanieczyszczeń w odniesieniu do norm dopuszczalnych obowiązujących w 2001 r. Nowe uregulowania prawne wynikające z ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627) wprowadzają odmienny system i nowe kryteria ocen jakości powietrza. Jednym z elementów tego systemu jest sporządzona ostatnio, na podstawie danych pomiarowych z okresu poprzednich 5 lat, klasyfikacja stref (powiatów) na potrzeby ustalania odpowiedniego systemu oceny powietrza, kolejnym

– coroczna ocena poziomu poszczególnych substancji w strefach, która po raz pierwszy sporządzona zostanie w 2003 roku. Wyniki klasyfikacji stref najmniej korzystne są w zakresie oceny stopnia zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym (I klasa stref), co obliguje do wprowadzenia odpowiednio wysokiej jakości monitorowania tego zanieczyszczenia.

Jak wynika z obserwacji meteorologicznej prowadzonej przez IMGW w Sandomierzu w ramach Krajowego Monitoringu Chemizmu Opadów Atmosferycznych i Depozycji Zanieczyszczeń do Podłoża, ilość opadów w poszczególnych miesiącach 2001 r. była bardzo zróżnicowana. Łączna suma opadów wyniosła 679,1 mm i była wyższa od roku poprzedniego o 51,6 mm. Odczyn opadów najczęściej był kwaśny (pH poniżej 5,6) lub lekko kwaśny, a tylko w listopadzie – obojętny (pH – 7,05). Stąd też wielkości stężeń zanieczyszczeń oznaczanych w średniomiesięcznych próbkach opadów były również bardzo zróżnicowane. W najwyższych stężeniach występowały siarczany, sól, chlorki, azot ogólny, azot amonowy, oraz także wapń, potas, azotyny i azotany.

Z oszacowań rocznej depozycji zanieczyszczeń wniesionej przez wody opadowe na obszar województwa świętokrzyskiego i pozostałe regiony kraju wynika, że roczny ładunek jednostkowy niektórych badanych zanieczyszczeń zdeponowany na obszar województwa był nieco większy niż średni dla całego obszaru Polski, a dotyczy to m.in.: siarczanów, związków azotu, fosforu ogólnego, potasu, wapnia, magnezu, miedzi i niklu.