



Komin Elektrociepłowni Nr 4 Dalkia Łódź S.A. powyżej poziomu chmur (fot. M. Ogródowski)

## **CZĘŚĆ II**

# **DZIAŁALNOŚĆ CZŁOWIEKA A ŚRODOWISKO**

# 1. Emisja zanieczyszczeń do powietrza

Powietrze atmosferyczne jest elementem środowiska naturalnego o szczególnym znaczeniu dla istnienia życia na ziemi. Atmosfera dostarcza tlen do oddychania, dwutlenek węgla do procesów fotosyntezy, jest źródłem przyswajalnego dla bakterii azotu, który na dalszych poziomach troficznych wchodzi w skład białek wszystkich organizmów. Jednocześnie ze względu na powszechność występowania i brak naturalnych barier dla przenikania substancji gazowych i pyłów jest odbiorcą dużego ładunku zanieczyszczeń. Łatwa dyfuzja i ruch mas powietrza umożliwia rozprzestrzenianie się szkodliwych substancji na duże odległości, co praktycznie uniemożliwia ograniczenie zanieczyszczenia do miejsca jego powstania.

Emisje zanieczyszczeń do atmosfery można podzielić na naturalną i antropogeniczną. Emisja naturalna związana jest głównie z erupcją wulkanów, pożarami lasów, sawann i stepów, rozkładem materii organicznej, erozją gleb i skał.

W emisji antropogenicznej wyróżniamy:

- 1) emisję punktową pochodzącą ze zorganizowanych źródeł w wyniku energetycznego spalania paliw i przemysłowych procesów technologicznych;
- 2) emisję liniową – komunikacyjną pochodzącą głównie z transportu samochodowego, kolejowego, wodnego i lotniczego;
- 3) emisję powierzchniową, w skład której wchodzi zanieczyszczenia komunalne z palenisk domowych, gromadzenia i utylizacji ścieków i odpadów.

## 1.1. Emisja punktowa

Województwo łódzkie jest jednym z najsilniej uprzemysłowionych rejonów w Polsce. Co za tym idzie, jest również województwem o ponadprzeciętnej emisji punktowej. Zajmuje 3 miejsce w kraju pod względem emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu i 5 miejsce pod względem emisji tlenku węgla i pyłów.

Podstawą ustalenia wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza ze źródeł punktowych w województwie łódzkim w 2006 r. były dane z bazy wykorzystywanej do ustalenia wysokości opłat za wprowadzanie do powietrza gazów i pyłów przez podmioty korzystające ze środowiska prowadzonej przez Urząd Marszałkowski w Łodzi oraz informacje uzyskane w drodze ankietyzacji przez WIOŚ bezpośrednio z zakładów emitujących zanieczyszczenia.

W celu pokazania szerszego kontekstu problemu zanieczyszczenia powietrza w opracowaniu wykorzystano również dane pochodzące z Głównego Urzędu Statystycznego.

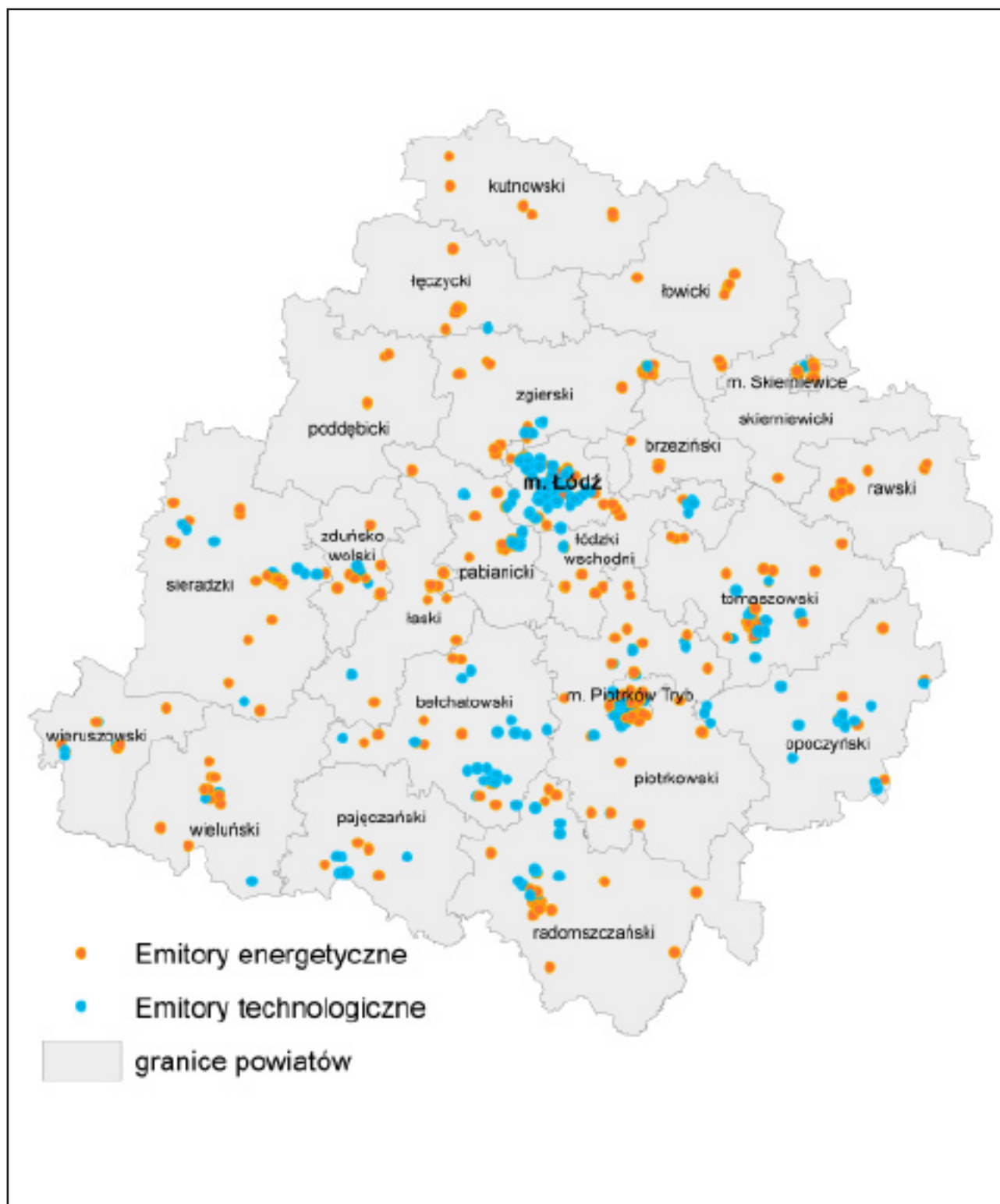
Województwo łódzkie jest drugim co do wielkości producentem energii elektrycznej w Polsce. Dominujący udział w emisji punktowej w regionie należy do energetyki. W 2006r. udział emisji energetycznej głównych zanieczyszczeń i pyłów wyniósł 95,7%.

Największe zagęszczenie emitorów występuje na terenie aglomeracji łódzkiej. Rozmieszczenie źródeł punktowych energetycznych i technologicznych, emitujących zanieczyszczenia do powietrza w województwie łódzkim przedstawia mapa II.1-1.

Listę zakładów emitujących najwięcej zanieczyszczeń w województwie łódzkim w 2006r. przedstawia tabela II.1-1.

Tabela II.1-1. Zakłady emitujące najwięcej zanieczyszczeń w województwie łódzkim w 2006 (emisja równoważna)

Lp	Zakład	Emisja równoważna [Mg/rok]
1	BOT Elektrownia Bełchatów S.A.	137054,8
2	Dalkia Łódź S.A. (dawny Zespół Elektrociepłowni w Łodzi)	17151,2
3	Cementownia „WARTA” S.A.	1395,7
4	Zakład Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Pabianicach	893,71
5	Elektrociepłownia Zduńska Wola Sp. z o.o.	572,53
6	„Energetyka Boruta” Sp. z o.o. w Zgierzu	504,47
7	PFLEIDERER Prospan S.A.	477,1
8	Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Sieradzu	436,64
9	Energetyka Ciepła Sp. z o.o. w Skierniewicach	384,92
10	Miejski Zakład Gospodarki Komunalnej Zakład Ciepłowniczy C 2 w Piotrkowie Trybunalskim	373,69
11	Zakład Gospodarki Ciepłowniczej Ciepłownia Miejska w Tomaszowie Maz.	335,44
12	Kotłownia Spółdzielni Mieszkaniowej „Nasz Dom” w Opocznie	328,94
13	Zakłady Mebli Giętych „FAMEG”	321,44
14	Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Spółka z o.o. Ciepłownia nr 2 w Kutnie	305,57
15	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Zakład Ciepłowniczy w Radomsku	274,88
16	„COMEX” Sp. z o.o.	229,01
17	SOLAN S.A. Głowno	218,31
18	Cukrownia Dobrzelin S.A. w Dobrzelinie	193,21
19	Zakład Energetyki Ciepłej w Łowiczu Sp. z o.o.	191,01
20	„Optex” S.A.	168,5
21	Cukrownia „Leśmierz” S.A.	150,25
22	Spółdzielnia Mieszkaniowa „Przodownik” Kotłownia lokalna w Tomaszowie Maz.	120,66
23	Miejski Zakład Komunalny w Głownie	109,59
24	„OPOCZNO” S.A. Producent Płytek Ceramicznych	106,56



Mapa II.1-1. Rozmieszczenie punktowych źródeł emisji w województwie łódzkim w 2006r.

Największym emitentem w regionie jest Elektrownia Bełchatów, której masowy strumień głównych zanieczyszczeń stanowi 78,2% emisji województwa. Od następnego w kolejności emitenta – Dalkia S.A., dzieli ją rząd wielkości. Ponadto współczynnik emisji  $\text{SO}_2$  na jednostkę wyprodukowanej energii (elektrycznej i ciepłej) wynosi 1,12 [kg  $\text{SO}_2/\text{GJ}$ ] dla Elektrowni Bełchatów i 0,62 [kg  $\text{SO}_2/\text{GJ}$ ] dla elektrociepłowni Dalkia S.A. w Łodzi. Różnica częściowo spowodowana jest

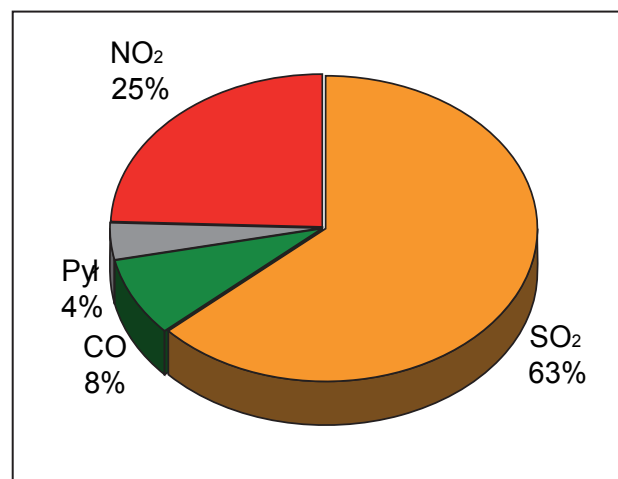
jakością paliwa. Dysproporcja może również świadczyć o mniejszej sprawności systemu oczyszczania gazów lub mniejszej wydajności procesu uzyskiwania energii w pierwszym zakładzie. Zaledwie 2% pozyskanej w BOT Bełchatów energii stanowi energia ciepła. O mniejszej efektywności w produkcji świadczy również porównanie wskaźników emisji  $\text{CO}_2$  na jednostkę wyprodukowanej energii dla Elektrowni Bełchatów i dla elektrowni i elektrociepłowni zawodowych stosujących węgiel brunatny

używanych w krajowej inwentaryzacji gazów cieplarnianych. Wynoszą one odpowiednio 293,92 [kg CO<sub>2</sub>/GJ] dla BOT Elektrownia Bełchatów S.A. i 112,39 [kg CO<sub>2</sub>/GJ] dla wartości ustalonej przez Krajowe Centrum Inwentaryzacji Emisji.

W 2006r. z zakładów przemysłowych znajdujących się na terenie województwa łódzkiego wyemitowano ogółem 213862 Mg głównych zanieczyszczeń (bez dwutlenku węgla), w tym pyłów w ilości 8433 Mg i gazów w ilości 205428 Mg. W porównaniu z rokiem 2005 emisja sumaryczna głównych zanieczyszczeń spadła o 8,99%, za co głównie odpowiada redukcja SO<sub>2</sub> o 10,6%. Poza tym spadła również emisja NO<sub>2</sub> (o 3,57%), CO (o 5,72%) i pyłu PM10 (o 19,1%).

Strukturę emisji głównych zanieczyszczeń gazowych w województwie łódzkim przedstawia rysunek II.1-1.

Udział procentowy wytworzonych zanieczyszczeń nie przekłada się bezpośrednio na strukturę związków wyemitowanych do atmosfery. W województwie łódzkim spośród głównych zanieczyszczeń powstających w procesach przemysłowych największą masę stanowią pyły. Wysoka sprawność odpylania w zakładach szczególnie uciążliwych, utrzymująca się w ostatnich latach na poziomie powyżej 99% (99,8% wg stanu z 31 XII 2005r.-GUS) zmienia proporcje głównych zanieczyszczeń w strumieniu emisji, gdzie pył zajmuje ostatnie miejsce. Względ-



Rys. II.1-1. Struktura emisji głównych zanieczyszczeń do powietrza ze źródeł punktowych w województwie łódzkim w 2006 r.

nie dużym stopniem redukcji odznaczają się również instalacje odsiarczania - 59,1%.

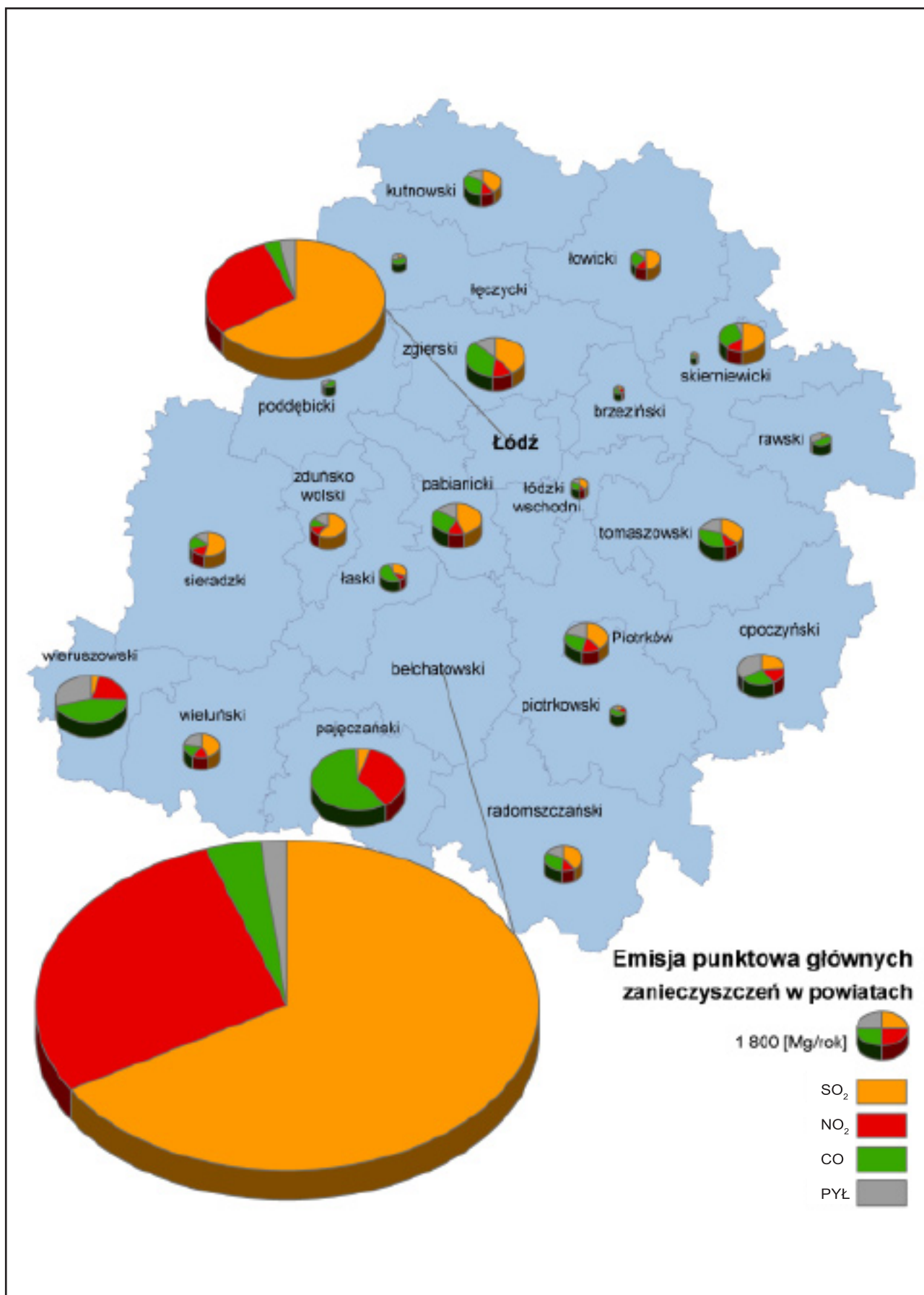
Natomiast znikomy jest udział zatrzymania NO<sub>2</sub> i CO w urządzeniach oczyszczających, który wynosi zaledwie 0,1%. Redukcja emisji tych zanieczyszczeń skupia się głównie na zapobieganiu ich powstawania przez stosowanie palników niskoemisyjnych i odpowiednie prowadzenie procesu spalania.

Udział i wielkość emisji głównych zanieczyszczeń w powiatach przedstawia mapa II.1-2. Bardziej szczegółowo emisję w powiatach pokazuje tabela II.1-2.

Tabela II.1.2. Emisja głównych zanieczyszczeń ze źródeł punktowych w powiatach województwa łódzkiego w 2006r. (dane wg Urzędu Marszałkowskiego w Łodzi)

Powiaty	Emisja roczna [Mg/rok]				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	pył	Suma w powiecie
bełchatowski	114207,8	42109,83	7448,336	3696,36	167462,4
kutnowski	338,0543	138,7363	292,7715	151,0085	920,5707
łaski	135,947	41,3144	233,3423	41,54377	452,1475
łęczycki	19,41419	8,390929	73,68477	36,31264	137,8025
łowicki	295,3235	83,68255	136,5297	88,19726	603,733
łódzki wschodni	72,63125	27,21677	57,92747	40,12265	197,8981
opoczyński	346,2122	215,3104	407,779	480,4545	1449,756
pabianicki	700,8584	211,2489	384,8147	281,744	1578,666
pajęczański	299,1615	1919,155	3538,608	86,14348	5843,068
piotrkowski	25,08581	27,06029	100,4611	30,6913	183,2985
poddębicki	7,537727	6,63431	49,75342	37,10633	101,0318
radomszczański	365,8954	119,332	281,7414	178,946	945,9148
rawski	38,95904	16,18879	127,3696	87,67902	270,1964
sieradzki	472,9581	115,8233	142,8443	126,6319	858,2575
skierniewicki	12,53192	3,176691	19,31342	8,075622	43,09765
tomaszowski	430,8535	156,2559	390,4333	276,7037	1254,246
wieluński	377,1816	140,3591	151,9644	202,5548	872,06
wieruszowski	180,6547	686,8205	1559,013	969,907	3396,395
zduńskowolski	535,4495	113,9727	76,00333	150,6353	876,0609
zgierski	888,2778	320,8313	784,9636	339,4894	2333,562
brzeziński	15,77859	15,27425	37,61575	14,45552	83,1241
miasto Łódź	14363,09	5539,932	746,2422	766,1449	21415,41
miasto Piortków Trybunalski	466,8323	197,2838	305,3736	260,8478	1230,338
miasto Skierniewice	677,1565	189,9817	404,4293	81,53416	1353,102
Suma emisji	135273,7	52403,81	17751,31	8433,289	213862,1





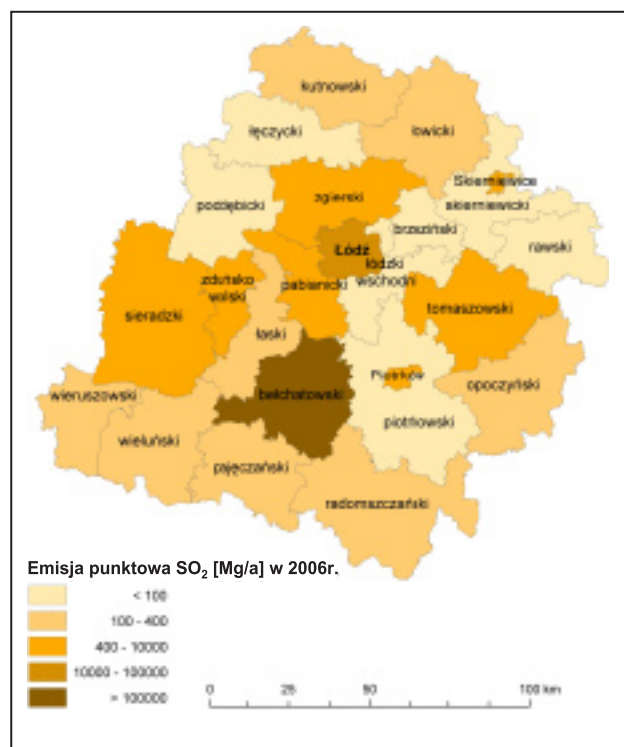
Mapa II.1-2. Charakterystyka ilościowa i jakościowa głównych zanieczyszczeń pochodzących ze źródeł punktowych w poszczególnych powiatach województwa łódzkiego w 2006r.

W emisji punktowej głównych zanieczyszczeń w województwie przeważa  $\text{SO}_2$ . W większości powiatów natomiast udział tego zanieczyszczenia nie przekracza 50%. Struktura zanieczyszczeń w łódzkim jest kształtowana głównie przez powiaty o największym strumieniu masowym. Największy udział w emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych wystąpił w powiecie bełchatowskim (wielkość emisji w tym powiecie jak i w całym województwie jest kształtowana przez emisję z Elektrowni Bełchatów). O dominującej roli powiatu na emisję w województwie świadczy podobieństwo charakterystyk udziałów poszczególnych zanieczyszczeń, co przedstawia tabela II.1-3.

Tabela II.1-3. Porównanie udziału substancji w strumieniu głównych zanieczyszczeń w powiecie bełchatowskim i województwie łódzkim w 2006r.

Udział substancji w strumieniu głównych zanieczyszczeń w 2006r.		
obszar	powiat bełchatowski	województwo łódzkie
$\text{SO}_2$	68,2%	63,3%
$\text{NO}_2$	25,15%	24,5%
CO	4,45%	8,3%
Pył	2,2%	3,9%

Oprócz powiatu bełchatowskiego duży udział w emisji zanieczyszczeń gazowych ma miasto Łódź (10%), powiat pączęński (3%) i wierzszowski (2%).



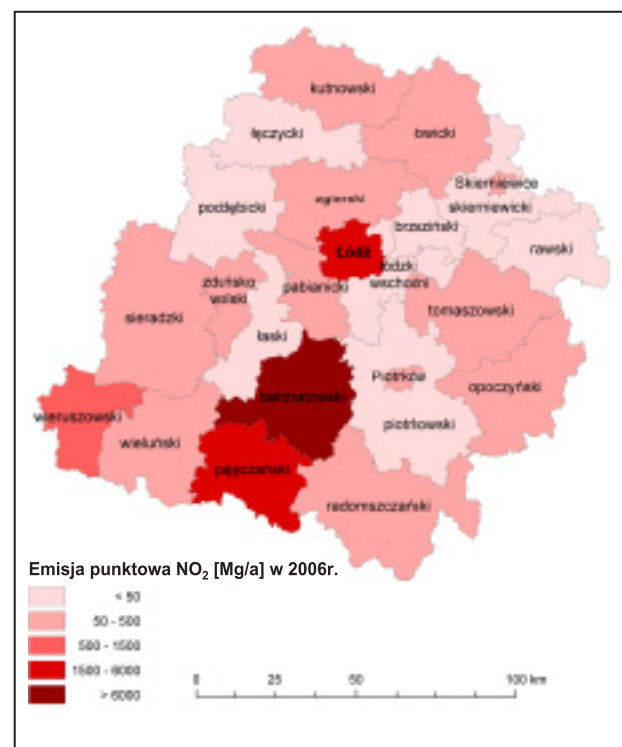
Mapa II.1-3. Roczne sumy emisji punktowej  $\text{SO}_2$  wg powiatów w 2006r.

Najmniejsze wartości rocznych sum emisji głównych zanieczyszczeń powietrza wystąpiły w powiecie brzezińskim, poddębickim, skierniewickim, łęczyckim, rawskim i piotrkowskim. Mapy II.1-3÷6 przedstawiają rozkłady emisji poszczególnych zanieczyszczeń w powiatach.

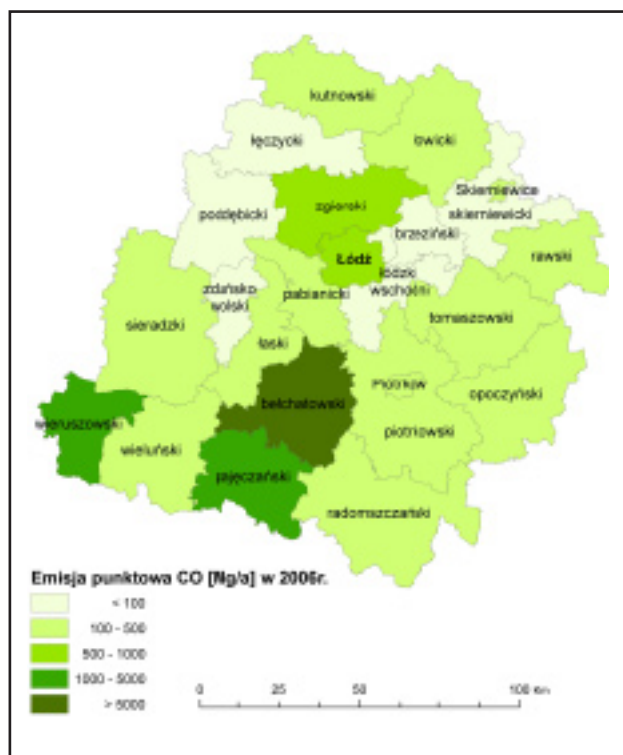
Największą emisję  $\text{SO}_2$  odnotował powiat bełchatowski. Od następnego głównego emitenta – miasta Łodzi dzieli go rząd wielkości. Odpowiada za to Elektrownia Bełchatów, której udział w emisji  $\text{SO}_2$  w powiecie wynosi ponad 99,9%. W ostatnich latach obserwuje się spadek emisji tego zanieczyszczenia z elektrowni. W latach 2002-2006 redukcja emisji rocznej  $\text{SO}_2$  z Elektrowni Bełchatów wyniosła 60028 ton, podczas gdy w tym samym czasie w całym województwie redukcja wyniosła zaledwie 47636 ton. Oznacza to, że bez uwzględniania elektrowni w statystykach obserwowalibyśmy wzrost emisji dwutlenku siarki w tym okresie w województwie o 142%.

Powiat bełchatowski w 2006r. odpowiadał również za 80,4% emisji  $\text{NO}_2$  w województwie łódzkim. Dużą emisję odnotowały także powiaty: pączęński, wierzszowski, zgierski i miasto Łódź. Spadek emisji  $\text{NO}_2$  w województwie w porównaniu z 2005r. spowodowany jest w 92,5% redukcją dwutlenku azotu w Elektrowni Bełchatów.

Największa emisja CO w 2006r. miała miejsce w powiecie bełchatowskim, pączęńskim, wierzszowskim, zgierskim i w mieście Łodzi. Analogicznie jak w przypadku  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_2$  za spadek emisji



Mapa II.1-4. Roczne sumy emisji punktowej  $\text{NO}_2$  wg powiatów w 2006r.



Mapa II.1-5. Roczne sumy emisji punktowej CO wg powiatów w 2006r.

CO w łódzkim odpowiada Elektrownia Bełchatów, w której redukcja tego zanieczyszczenia jest niemal trzykrotnie większa niż w całym województwie.

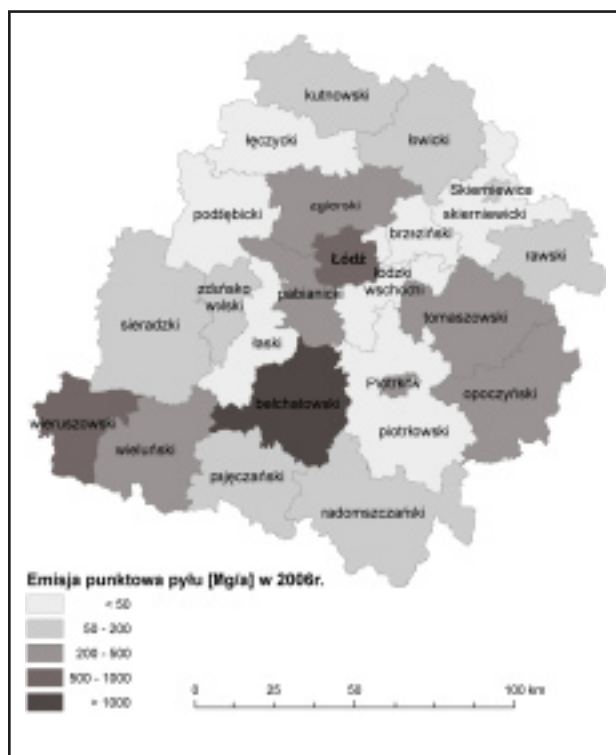
Emisja zanieczyszczeń pyłowych największą wartość osiągnęła w mieście Łodzi, powiecie bełchatowskim, wieruszowskim, zgierskim, pabianickim, tomaszowskim i opoczyńskim. Najniższe wartości emisji zanotowano w powiecie skierniewickim, brzezińskim, piotrkowskim, łęczyckim i poddębickim.

## 1.2. Emisja liniowa

Emisja liniowa ze środków transportu ma istotny wpływ na jakość powietrza. Choć od emisji punktowej dzieli ją rząd wielkości jest ona szczególnie istotna ze względu na niskie źródło emisji, prowadzące często do powstania wysokich stężeń w strefie przebywania ludzi. Najważniejszym źródłem emisji liniowej w województwie łódzkim jest transport samochodowy. Substancje emitowane z silników pojazdów oddziałują na stan czystości powietrza szczególnie w najbliższym otoczeniu dróg, a ich wpływ maleje wraz z odległością.

Ilość zarejestrowanych samochodów w województwie łódzkim sukcesywnie rośnie. W latach 2000-2005 ilość zarejestrowanych samochodów osobowych wzrosła o 16,5%, a ciężarowych o 15,8%. W ostatnim czasie znaczenia nabiera również transport lotniczy, związany z intensyfikacją lotów krajowych i międzynarodowych.

Wielkość emisji ze źródeł liniowych oszacowano na drodze obliczeniowej na podstawie informacji



Mapa II.1-6. Roczne sumy emisji punktowej pyłu wg powiatów w 2006r.

o rodzaju i ilości samochodów na poszczególnych odcinkach dróg oraz wartości współczynników emisji. Prezentowane dane zebrane zostały w ciągu ostatnich 4 lat. Największe strumienie zanieczyszczeń komunikacyjnych pokrywają się z głównymi węzłami komunikacyjnymi: miasta Łodzi, Piotrkowa Trybunalskiego, Sieradza, Krośniewic, Wielunia, Kutna, Rawy Mazowieckiej i Tomaszowa Mazowieckiego.

Mapa II.1-7 przedstawia sumaryczną równoważną emisję liniową w powiatach województwa łódzkiego.

Największa emisja liniowa występuje w mieście Łodzi, powiecie kutnowskim, łowickim, piotrkowskim. Najmniejsze strumienie zanieczyszczeń komunikacyjnych występują w powiatach brzezińskim, zduńskowolskim, pajęczańskim.

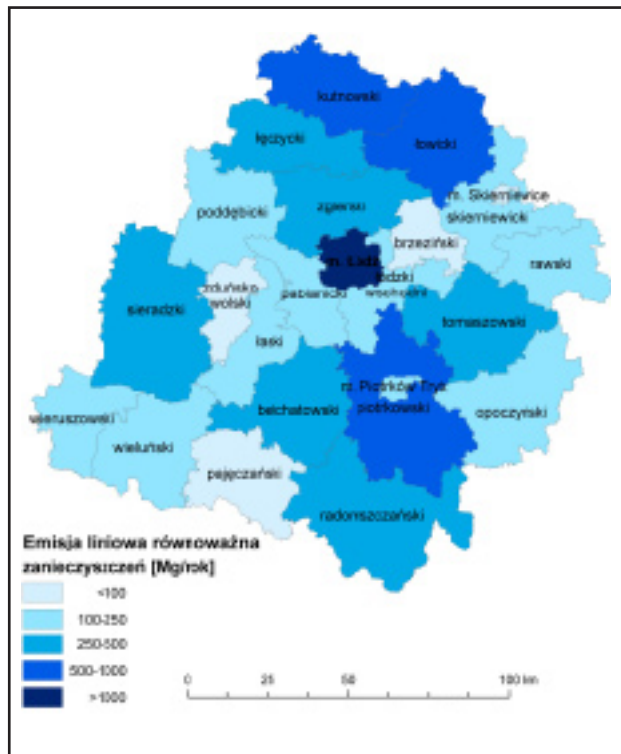
Wyniki obliczeń sumarycznej ilości zanieczyszczeń komunikacyjnych emitowanych w ciągu roku w województwie łódzkim zebrano w tabeli II.1-4.

Tabela II.1-4. Wielkość emisji zanieczyszczeń pochodzących ze źródeł liniowych w województwie łódzkim

CO [Mg/rok]	NO <sub>2</sub> [Mg/rok]	PM10 [Mg/rok]	SO <sub>2</sub> [Mg/rok]	Węglowodory aromat. [Mg/rok]	Pb [Mg/rok]
18 636	8 209	628	734	204	1,67

W ogólnej ilości wyemitowanych zanieczyszczeń wyraźnie zaznacza się przewaga CO (co stanowi blisko 70 % sumarycznej wielkości emisji zanieczysz-





Mapa II.1-7. Równoważna emisja liniowa w powiatach województwa łódzkiego

czeń ze źródeł liniowych). Udział emisji dwutlenku azotu w porównaniu z całkowitą ilością wyemitowanych zanieczyszczeń wynosi około 28%. Najmniejsze wartości w ogólnej masie emitowanych substancji wśród najważniejszych zanieczyszczeń przypadają dla dwutlenku siarki (około 2,5%) i pyłu (około 2%).

### 1.3. Emisja powierzchniowa

Emisja powierzchniowa pochodząca z niskich emitorów odprowadzających gazowe produkty spalania z domowych palenisk i lokalnych kotłowni węglowych ma w sezonie grzewczym największy negatywny wpływ na stan powietrza w miastach. Stara zabudowa w centrum Łodzi jak i w innych ośrodkach miejskich regionu ma charakter zwarty z charakterystycznymi podwórkami – studniami, co utrudnia proces rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń. Prowadzi to do kumulowania się dużych ładunków groźnych substancji na niewielkiej przestrzeni, o dużej gęstości zaludnienia. Poza miastami występują lepsze warunki mieszania i rozcieńczania spalin. Jednocześnie obszary te mają mniejszy dostęp do sieci ciepłowniczych i gazowych. Rozdzielcza sieć gazowa w województwie ma długość 2812,2 km, z czego 75% znajduje się w miastach (83,5% odbiorców). Również w miastach znajduje się 83,9% urządzeń chroniących atmosferę przed zanieczyszczeniami zamontowanych w kotłowniach tj. systemy odpylające, instalacje odsiarczania, palniki niskoemisyjne (dane GUS 2005).

Dane o wielkości emisji powierzchniowej w województwie łódzkim zostały oszacowane na pod-

stawie informacji o powierzchni ogrzewanej i rodzaju paliwa w indywidualnych systemach grzewczych. Dane pochodzą z lat 2003-2004. Ewentualne zmiany wynikające z rozbudowy gospodarstw domowych i zwiększaniu powierzchni grzewczej w roku 2006 są niwelowane łagodną zimą. Największa emisja powierzchniowa występuje w mieście Łodzi i powiatach zgierskim, sieradzkim, tomaszowskim, piotrkowskim i radomskim. Najmniejsza emisja ma miejsce w powiecie skierniewickim ziemskim, brzezińskim i wieruszowskim. Tabela II.1-5 przedstawia sumaryczną emisję powierzchniową dla województwa łódzkiego.

Tabela II.1-5. Emisja powierzchniowa podstawowych zanieczyszczeń w województwie łódzkim

Emisja [Mg/rok]			
SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	PM10
8651	3777	9013	28721

Największy strumień masowy w emisji powierzchniowej stanowi pył zawieszony PM10, którego udział równa się 57,26%. Pozostałe strumienie wynoszą odpowiednio:

- 17,97% - tlenek węgla
- 17,25% - dwutlenek siarki
- 7,53% - dwutlenek azotu

### 1.4. Podsumowanie

Całkowitą emisję podstawowych zanieczyszczeń z emisji punktowej, liniowej i powierzchniowej z obszaru województwa łódzkiego przedstawia tabela II.1-6.

Tabela II.1-6. Emisja całkowita w województwie łódzkim w 2006r.

Emisja [Mg/rok]			
SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	PM10
144659	64390	45400	37782

W emisji całkowitej największe znaczenie ma emisja punktowa, której udział wynosi 73,2%. Udział emisji liniowej jest równy 9,65%. Emisja powierzchniowa stanowi 17,2%, należy jednak pamiętać, że jest ona skumulowana w mniejszym przedziale czasu i w częściowo ograniczonej przestrzeni.

#### Literatura:

1. GUS - Ochrona Środowiska 2005, Warszawa 2006 r.
2. GUS - Rocznik Statystyczny Województwa Łódzkiego, Łódź 2006 r.

Opracowała Joanna Szczepańska