

ANALIZA I PROGNOZA ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA NA PRZYKŁADZIE AGLOMERACJI MIEJSKIEJ KRAKOWA

Dariusz FUKSA, Ewa CISZYŃSKA

Streszczenie: W artykule poruszono istotną kwestię zanieczyszczenia powietrza na terenie miasta Krakowa. Spośród licznej grupy poddano analizie najczęstsze i najbardziej niebezpieczne źródła zanieczyszczeń: dwutlenek siarki, tlenki azotu oraz pył zawieszony. Wskazano miesiące największego ich wzrostu, jak również przeprowadzono prognozę analizowanych zanieczyszczeń na najbliższy kwartał.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie powietrza, dwutlenek siarki, tlenki azotu, pył zawieszony.

1. Wprowadzenie

Głównymi przyczynami globalnych zagrożeń środowiska są zanieczyszczenia powietrza. Do źródeł najczęstszych i najbardziej zanieczyszczających atmosferę należy zaliczyć dwutlenek węgla, dwutlenek siarki, tlenki azotu oraz pył zawieszony.

Powietrze zanieczyszczane jest przez wszystkie substancje gazowe (stałe lub ciekłe), które znajdują się w powietrzu, w ilościach większych niż ich średnia zawartość. Według Światowej Organizacji Zdrowia za powietrze zanieczyszczone uważa się takie, którego skład chemiczny może ujemnie wpłynąć na zdrowie człowieka, roślin i zwierząt, a także na inne elementy środowiska (wodę, glebę). Zanieczyszczenia powietrza są najbardziej szkodliwe i groźne ze wszystkich zanieczyszczeń, ponieważ są mobilne i mogą skażać na dużych obszarach praktycznie wszystkie komponenty środowiska. Ogólnie zanieczyszczenia powietrza dzieli się na pyłowe i gazowe.

Szkodliwe (toksyczne) działanie zanieczyszczeń na organizm ludzki przejawia się głównie poprzez powstawanie schorzeń układu oddechowego, zaburzeń reprodukcji i alergii. Ponadto zanieczyszczenia powietrza wpływają niekorzystnie na świat roślinny, zaburzając procesy fotosyntezy, transpiracji i oddychania, zwiększając kwasowość wody pitnej, powodują korozję metali i materiałów budowlanych, skażają wody i gleby oraz (w skali globalnej) mają wpływ na zmiany klimatyczne.

Główne źródła emisji zanieczyszczeń do atmosfery można podzielić na trzy grupy:

- punktowe - są to głównie emitowane przez duże zakłady przemysłowe pyły, dwutlenek siarki, tlenek azotu, tlenek węgla oraz metale ciężkie,
- powierzchniowe (rozproszone) - są to emitowane przez paleniska domowe, lokalne kotłownie, niewielkie zakłady przemysłowe przede wszystkim pyły, dwutlenek siarki,
- liniowe - są to głównie zanieczyszczenia komunikacyjne odpowiedzialne za emisję tlenków azotu, tlenków węgla, metali ciężkich (głównie ołów).

2. Zanieczyszczenie powietrza w Polsce

Stan powietrza atmosferycznego jest uwarunkowany przez emisje zanieczyszczeń do atmosfery z terytorium Polski, transport transgraniczny oraz warunki meteorologiczne.

Nadmierne zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego występuje na ponad 20% powierzchni Polski.

Czynnikami powodującymi taki stan są:

- energetyka oparta na węglu kamiennym i brunatnym,
- rozwinięty, ale nie doinwestowany ekonomicznie przemysł surowcowy,
- niedobór instalacji oczyszczających gazy odlotowe,
- dynamicznie rozwijający się transport samochodowy (pojazdy i drogi),
- opóźnienie w rozwoju prawa ekonomicznego i jego egzekwowania.

Przestrzenny rozkład emisji zanieczyszczeń w Polsce jest bardzo nierównomierny. Największy poziom osiąga on na obszarach dużych aglomeracji miejskich oraz głównych okręgach przemysłowych. Najgorsza sytuacja występuje w województwie śląskim, gdzie koncentruje się aż 20-25% krajowej emisji dwutlenku siarki (SO₂), tlenków azotu i pyłów. Od wielu lat są tu przekraczane wartości dopuszczalnych stężeń wszystkich ważniejszych zanieczyszczeń atmosfery, w tym metali ciężkich, tlenku węgla i węglowodorów. Na obszarach zurbanizowanych, zwłaszcza przy ruchliwych ulicach miejskich występuje podwyższone w stosunku do poziomu dopuszczalnego zapylenie oraz stężenie szkodliwych gazów, jak na przykład miasto Kraków, który został przez autorów poddany, pod tym kątem analizie.

2.1. Przyczyny i skutki zanieczyszczenia powietrza w Krakowie

Kraków, drugie co do wielkości miasto w Polsce, został doprowadzony do stanu zagrożenia ekologicznego, którego główną przyczyną jest działalność człowieka. Stan ten przejawia się w zanieczyszczeniu powietrza, wód i degradacji gleb. Głównymi źródłami zagrożeń są dodatkowo zakłady przemysłowe takie jak: huta im. Sendzimira, elektrociepłownia „Łęg”, Krakowskie Zakłady farmaceutyczne oraz Krakowskie Zakłady Sodowe. Dodatkowo zanieczyszczenia zwiększają samoloty pasażerskie (lotnisko Balice). Emitowane przez nie zanieczyszczenia, które dostają się do atmosfery na wysokości około 10 km, pozostają w powietrzu sto razy dłużej niż emitowane przy powierzchni ziemi. Samoloty pasażerskie zanieczyszczają atmosferę cztery razy bardziej niż kominy stojące na ziemi [1].

Głównym składnikiem zanieczyszczeń w powietrzu krakowskim jest dwutlenek węgla, emitowany przede wszystkim przez krakowski przemysł. Oprócz tego, znaczne ilości zanieczyszczeń przynoszone są znad GOP-u, głównie za sprawą dominacji wiatrów zachodnich. Ze względu na to, że Kraków leżący w kotlinie, wszelkie zanieczyszczenia są zatrzymywane. Przy bezwietrznej pogodzie może doprowadzić to do powstania smogu (sytuacja taka miała miejsce w listopadzie 2006 roku), bądź kwaśnego smogu typu londyńskiego, którego przyczyną są głównie zanieczyszczenia, tworzące się przy spalaniu węgla, emisji dwutlenku siarki i pyłów - w połączeniu z mgłą powodują powstawanie kropelek kwasu siarkowego zawieszonych w powietrzu.

Istotny wpływ na poziom zanieczyszczenia ma również motoryzacja. Kraków leży na linii Medyka-Zgorzelec, przez co skazany jest na duży ruch samochodowy. Przez miasto przejeżdżają ogromne ilości pojazdów. Na zanieczyszczenie wpływa także tzw. niska emisja, która powoduje duże opady pyłowe w Śródmieściu, gdzie mieszkania opalane są węglem kamiennym. Mieszkańcy z przyczyn ekonomicznych palą w piecach słabej jakości węglem i odpadami, np. plastikowymi.

Na międzynarodowej konferencji „Od toksycznych emisji do efektów zdrowotnych” (2006) przedstawiono wyniki pomiarów jakości krakowskiego powietrza

przeprowadzonych w latach 2004-2005 w ramach pilotażowego polsko-unijnego programu. Wykonywali je m.in. specjaliści z Centrum Badawczego Komisji Europejskiej w Isprze koło Mediolanu. Stwierdzono, że tak zwana niska emisja, pochodząca z domowych palenisk węglowych oraz stały wzrost liczby samochodów, za którym nie nadążają inwestycje komunikacyjne - to główne źródła wzrastającego zanieczyszczenia powietrza w Krakowie. Ponadto stwierdzono, że poziom pyłu zawieszonego w powietrzu w Krakowie jest bardzo wysoki (przekracza wartości dopuszczalnych poziomów stężeń dobowych i rocznych). Zauważono, że cząstki pyłu są bardzo małe, poniżej frakcji jednego mikrona, co ma duży wpływ na pogarszające się zdrowie mieszkańców [2].

3. Przykład obliczeń i ocena uzyskanych wyników

Ze względu na obszerność zagadnienia analizie poddano trzy główne składniki zanieczyszczające powietrze w Krakowie: NO_x, SO₂ oraz pył zawieszony. Dane o powyższych zanieczyszczeniach – dla trzech różnych punktów pomiarowych [3] – zestawiono w tabelach 1-3 oraz zobrazowano na rysunkach 1-3. Badaniem objęto lata 2005-2009. Przekroczenie dopuszczalnych norm zaznaczono w tabelach kolorem szarym, natomiast na rysunkach dodatkowo linią przerywaną zaznaczono poziom dopuszczalnej normy dla danego stężenia zanieczyszczeń krakowskiego powietrza.

Tab. 1. Zawartość SO₂ w powietrzu w analizowanych rejonach

Lata	Norma [µg/m ³]	miesiące												Średnia roczna
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Al. Krasieńskiego														
2005	20	24	30	26	14	8	6	6	10	9	13	26	20	16
2006	20	59	35	22	12	8	5	5	6	11	10	13	18	17
2007	20	15	17	16	13	8	5	5	8	7	9	19	29	13
2008	20	19	18	12	9	6	7	3	4	3	3	8	10	8
2009	20	25	15	9	8	5	3	3	4	4	5			
Krowodrza														
2005	20	22	29	27	13	8	7	6	5	9	12	16	14	14
2006	20	57	36	25	12	9	8	6	10	8	10	12	19	18
2007	20	13	16	15	11	7	4	4	6	7	9	24	30	13
2008	20	19	18	11	8	5	5	3	4	3	6	9	12	9
2009	20	32	18	11	6	3	3	3	3	4	5			
Nowa Huta														
2005	20	15	24	15	12	8	7	7	9	8	10	13	16	12
2006	20	44	30	20	12	8	7	9	6	9	8	8	12	14
2007	20	11	16	14	8	8	5	5	6	8	8	13	23	11
2008	20	12	12	11	8	8	6	6	6	4	6	8	10	8
2009	20	26	16	10	7	3	3	3	3	4	5			

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3]

Tab. 2. Zawartość NO_x w powietrzu w analizowanych rejonach

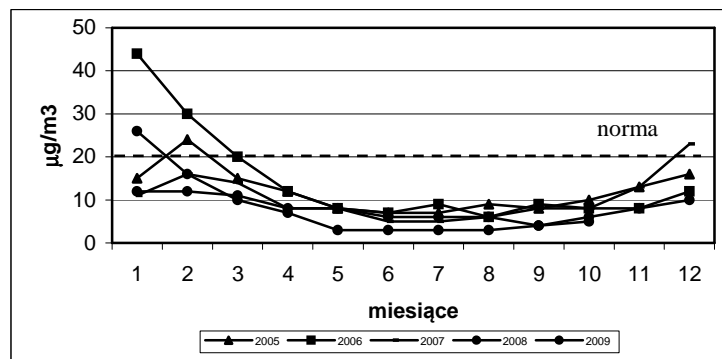
Lata	Norma [μg/m ³]	miesiące												Średnia roczna
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Al. Krasieńskiego														
2005	30	193	219	202	213	193	202	184	229	243	251	312	211	221
2006	30	299	233	204	196	172	162	135	141	212	304	309	273	220
2007	30	175	241	225	205	183	177	159	168	190	229	243	241	203
2008	30	292	244	163	213	214	213	203	203	249	294	285	271	238
2009	30	269	226	206	260	191	195	176	228	277	261			
Krowodrza														
2005	30	74	85	72	70	55	48	45	52	78	96	122	67	72
2006	30	130	77	70	66	47	39	49	46	82	135	125	117	83
2007	30	66	78	74	73	44	47	40	55	71	109	97	92	71
2008	30	117	104	49	60	41	43	42	51	62	104	94	95	72
2009	30	106	81	76	78	59	47	50	92	109	82			
Nowa Huta														
2005	30	64	64	65	48	42	35	38	42	63	77	107	68	59
2006	30	125	77	56	58	46	38	37	38	61	104	138	134	77
2007	30	68	79	65	56	39	39	39	54	59	91	94	85	64
2008	30	110	104	55	57	37	40	35	50	52	100	94	89	69
2009	30	91	64	49	53	39	32	40	41	67	66			

Zródło: Opracowanie własne na podstawie [3]

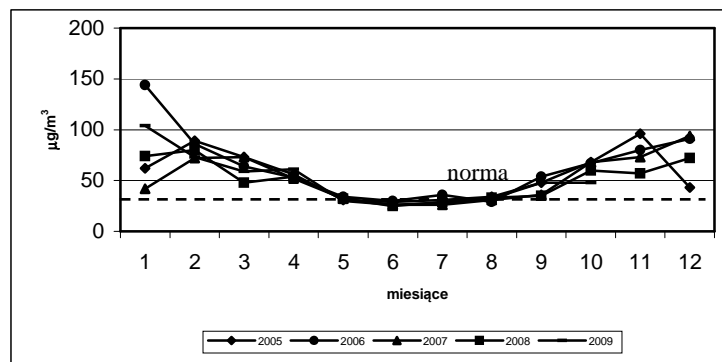
Tab. 3. Zawartość pyłu w powietrzu w analizowanych rejonach

Lata	Norma [μg/m ³]	miesiące												Średnia roczna
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Al. Krasieńskiego														
2005	40	91	149	114	92	39	50	56	61	87	103	133	81	88
2006	40	238	112	105	64	54	57	56	44	84	109	121	96	95
2007	40	59	103	107	75	57	58	55	70	71	89	95	133	81
2008	40									59	98	97	118	
2009	40	122	91	84	94	56	51							
Krowodrza														
2005	40	62	89	73	56	31	29	31	34	48	68	96	43	55
2006	40	144	86	64	53	34	30	36	29	54	67	80	91	64
2007	40	42	72	73	52	32	26	26	31	36	68	73	94	52
2008	40	74	80	48	54	32	25	29	33	35	60	57	72	50
2009	40	104	73	59	61	30	26	28	32	48	48			
Nowa Huta														
2005	40	51	94	66	60	33	26	33	41	63	86	108	59	60
2006	40	201	87	65	47	55	45	59	29	76	80	92	88	77
2007	40	38	77	86	69	47	32	34	40	47	76	74	82	59
2008	40	77	84	57	66	40	42	33	38	39	79	79	82	60
2009	40	98	71	59	72	31	28	31	41		48			

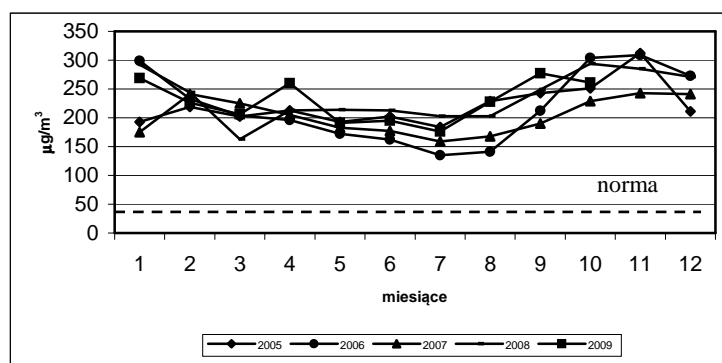
Zródło: Opracowanie własne na podstawie [3]



Rys. 1. Kształtowanie się zawartości SO₂ w powietrzu w punkcie pomiarowym Nowa Huta w latach 2005-2009
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3]



Rys. 2. Kształtowanie się zawartości NO_x w powietrzu w punkcie pomiarowym Krowodrza w latach 2005-2009
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3]



Rys. 3. Kształtowanie się zawartości pyłu w powietrzu w punkcie pomiarowym Al. Krasieńskiego w latach 2005-2009
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3]

Analizując dane zestawione w tabeli 1 można zauważyć, że zawartość SO₂ w powietrzu (w trzech analizowanych punktach pomiarowych) przekraczała normę praktycznie w tych samych miesiącach, mianowicie w roku:

- 2005 na Al. Krasińskiego przekroczenie normy miało miejsce w miesiącach styczniu, lutym, marcu oraz listopadzie, w Krowodrzy w styczniu, lutym, marcu, w Nowej Hucie w lutym,
- 2006 na Al. Krasińskiego, w Krowodrzy, Nowej Hucie przekroczenie normy lub osiągnięcie jej poziomu miało miejsce w miesiącach styczniu, lutym, marcu,
- 2007 na Al. Krasińskiego, w Krowodrzy, Nowej Hucie przekroczenie normy wystąpiło w miesiącu grudniu oraz dodatkowo w listopadzie w Krowodrzy.

W 2008 roku w żadnym z analizowanych punktów nie stwierdzono przekroczenia poziomu normy. Należy zwrócić uwagę, że stężenie SO₂ w powietrzu (w trzech analizowanych punktach pomiarowych) charakteryzuje się pewną prawidłowością, można rzec „sezonowością”. Mianowicie największe stężenie (przekraczające normę) występuje w miesiącach zimowych styczniu, lutym, marcu oraz listopadzie i grudniu. Od kwietnia do lipca widać definitywny spadek tego zanieczyszczenia, natomiast od sierpnia do grudnia powolny jego wzrost, by właśnie w listopadzie i grudniu osiągnąć znaczne wartości (rys. 1). Należy również podkreślić, że od roku 2007 zauważa się spadek stężenia SO₂ w krakowskim powietrzu.

Stężenie tlenków azotu (NO_x) w analizowanych punktach pomiarowych (tab. 2, rys. 2), na przełomie lat 2005-2009, znacznie przekracza dopuszczalne normy – ponad 1000-krotnie na Al. Krasińskiego oraz ponad 450-krotnie w Krowodrzy i Nowej Hucie (przypadki sporadyczne). Znacznie mniejsze stężenie tlenków azotu można odnotować, w porównaniu do punktu Al. Krasińskiego, w rejonie Krowodrzy i Nowej Huty. Analiza poziomu tego rodzaju zanieczyszczeń, w okresach rocznych uwidacznia podobną tendencję wzrostu i spadku jak w przypadku SO₂.

Podobnie kształtuje się sytuacja dotycząca zawartości pyłu zawieszonego w powietrzu (tab. 3, rys. 3). Na obszarze Al. Krasińskiego, z wyjątkiem maja 2005 roku, stężenie przekraczało dopuszczalną normę. W rejonie Krowodrzy, stężenie pyłu w powietrzu przekraczające normę, utrzymywało się w każdym analizowanym roku, z wyjątkiem miesięcy od maja do sierpnia. W punkcie pomiarowym Nowa Huta ponadnormatywne stężenie NO_x odnotowano jedynie w miesiącach od maja do lipca (2005 oraz 2009 rok), sierpniu (2006 rok), styczniu oraz od czerwca do sierpnia (2007 rok), jak również w maju i od lipca do września (2008 rok).

3.1. Prognoza poziomu analizowanych zanieczyszczeń powietrza na obszarze Krakowa dla listopada i grudnia 2009 roku oraz stycznia 2010 roku

Podjęto próbę oszacowania poziomu zanieczyszczeń powietrza na terenie Krakowa (SO₂, NO_x oraz pyłu) dla listopada i grudnia 2009 roku oraz stycznia 2010 roku metodą regresji (tab. 4-6). Z uwagi na to, że poziomy zanieczyszczeń nie mają charakteru przebiegu liniowego (tab. 1-3, rys. 1-3) do prognozy przyjęto dodatkowo cztery modele – wykładniczy, hiperboliczny, potęgowy oraz logarytmiczny. O dopasowaniu empirycznej krzywej do danych statystycznych decydował współczynnik korelacji. Po wyborze „najlepszego” modelu wyznaczono wartości poziomu poszczególnych zanieczyszczeń dla wybranych miesięcy. Najbardziej prawdopodobne wartości zanieczyszczeń zaznaczono w tabelach 4-6 kolorem szarym, jak również zobrazowano na rysunkach 4-6, zaznaczając linią przerywaną wartości prognozy.

Tab. 4. Prognoza zawartości SO₂ w powietrzu w analizowanych rejonach

Model	Prognoza					
	R*	XI 2009	R*	XII 2009	R*	I 2010
Aleja Krasińskiego						
Liniowy	-0,798	4,50	-0,314	14,50	-0,342	17,00
Wykładniczy	-0,802	6,84	-0,469	12,04	-0,248	21,06
Hiperboliczny	0,825	10,38	0,135	18,24	0,165	25,95
Potegowy	-0,789	8,75	-0,360	14,49	-0,203	23,65
Logarytmiczny	-0,818	7,88	-0,212	17,01	-0,295	22,37
Krowodrza						
Liniowy	-0,179	13,00	0,080	20,00	-0,165	23,20
Wykładniczy	-0,319	11,02	-0,002	17,57	0,050	29,30
Hiperboliczny	0,073	14,80	-0,316	21,18	0,050	27,87
Potegowy	-0,249	12,39	0,150	19,10	0,074	29,17
Logarytmiczny	-0,111	14,27	0,219	21,14	-0,158	25,42
Nowa Huta						
Liniowy	-0,447	8,00	-0,158	13,50	-0,114	18,60
Wykładniczy	-0,447	8,00	-0,270	11,99	0,168	25,88
Hiperboliczny	0,501	9,12	0,068	14,87	0,001	21,58
Potegowy	-0,471	8,53	-0,211	13,06	0,209	24,83
Logarytmiczny	-0,471	8,66	-0,098	14,49	-0,119	19,68

R* - współczynnik korelacji

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 5. Prognoza zawartości NO_x w powietrzu w analizowanych rejonach

Model	Prognoza					
	R*	XI 2009	R*	XII 2009	R*	I 2010
Aleja Krasińskiego						
Liniowy	-0,595	250,50	0,653	286,00	0,398	289,10
Wykładniczy	-0,571	251,52	0,667	289,63	0,376	278,93
Hiperboliczny	0,632	268,00	-0,786	270,95	-0,462	267,99
Potegowy	-0,617	259,52	0,744	279,82	0,406	263,49
Logarytmiczny	-0,638	259,70	0,727	277,82	0,458	276,30
Krowodrza						
Liniowy	-0,889	81,50	0,372	107,50	0,292	113,90
Wykładniczy	-0,895	83,82	0,453	111,32	0,289	109,07
Hiperboliczny	0,745	97,93	-0,645	105,37	-0,397	107,82
Potegowy	-0,841	91,59	0,594	109,50	0,329	104,07
Logarytmiczny	-0,835	91,10	0,518	107,11	0,366	110,35
Nowa Huta						
Liniowy	-0,516	87,50	0,064	97,50	0,234	103,30
Wykładniczy	-0,551	88,10	0,161	99,51	0,228	95,74
Hiperboliczny	0,254	103,22	-0,361	103,71	-0,434	101,20
Potegowy	-0,435	96,07	0,311	102,64	0,310	93,93
Logarytmiczny	-0,395	97,13	0,215	102,20	0,362	102,66

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 6. Prognoza zawartości pyłu w powietrzu w analizowanych rejonach

Model	Prognoza					
	R*	XI 2009	R*	XII 2009	R*	I 2010
Aleja Krasińskiego						
Liniowy	-0,931	78,00	0,829	144,00	-0,142	106,00
Wykładniczy	-0,926	81,98	0,855	151,20	-0,114	98,23
Hiperboliczny	0,915	95,27	-0,865	126,03	-0,069	132,67
Potegowy	-0,935	89,44	0,899	137,37	-0,053	107,15
Logarytmiczny	-0,945	87,72	0,871	134,20	-0,045	122,77
Krowodrza						
Liniowy	-0,990	45,50	0,495	97,50	0,056	89,40
Wykładniczy	-0,985	49,71	0,564	106,45	0,230	103,28
Hiperboliczny	0,933	62,09	-0,779	92,45	-0,126	89,42
Potegowy	-0,954	56,79	0,717	101,89	0,249	96,15
Logarytmiczny	-0,975	55,11	0,657	95,90	0,051	87,56
Nowa Huta						
Liniowy	-0,892	62,00	0,635	93,50	-0,073	84,00
Wykładniczy	-0,885	65,39	0,660	96,67	0,143	97,99
Hiperboliczny	0,951	74,45	-0,863	88,31	-0,099	98,39
Potegowy	-0,933	70,53	0,786	93,06	0,193	95,05
Logarytmiczny	-0,944	68,80	0,764	91,03	-0,019	91,60

Zródło: Opracowanie własne

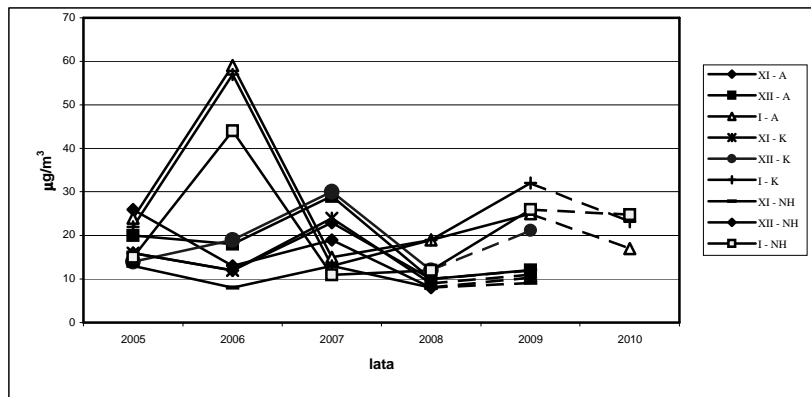
Według prognozy przekroczenie normy stężenia SO₂ (tab. 4, rys. 4) wystąpi w punkcie pomiarowym Krowodrza w grudniu 2009 roku (21,18 □g/m³) oraz w styczniu 2010 roku (23,20 □g/m³), jak również na obszarze Nowej Huty w styczniu 2010 roku (24,83 □g/m³).

Stężenie NO_x na terenach trzech wybranych punktów pomiarowych przekraczać będzie dopuszczalne poziomy (tab. 5, rys.5) dla:

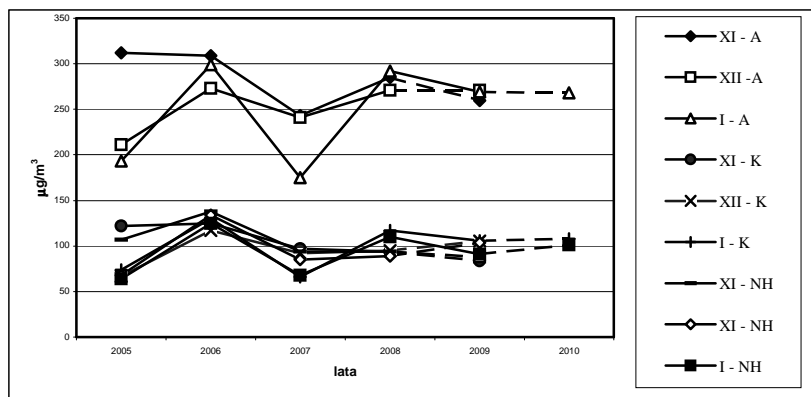
- Al. Krasińskiego w listopadzie (259,70 □g/m³) i grudniu (270,95 □g/m³) 2009 roku oraz styczniu 2010 roku (267,99 □g/m³),
- Krowodrzy w listopadzie (83,82 □g/m³) i grudniu (105,37 □g/m³) 2009 roku oraz styczniu 2010 roku (107,82 □g/m³),
- Nowej Huty w listopadzie (88,10 □g/m³) i grudniu (103,71 □g/m³) 2009 roku oraz styczniu 2010 roku (101,20 □g/m³).

Stężenie pyłu zawieszonego również będzie, według prognozy, przekraczało dopuszczalne normy 40 □g/m³ (tab. 6, rys. 6) w punkcie pomiarowym:

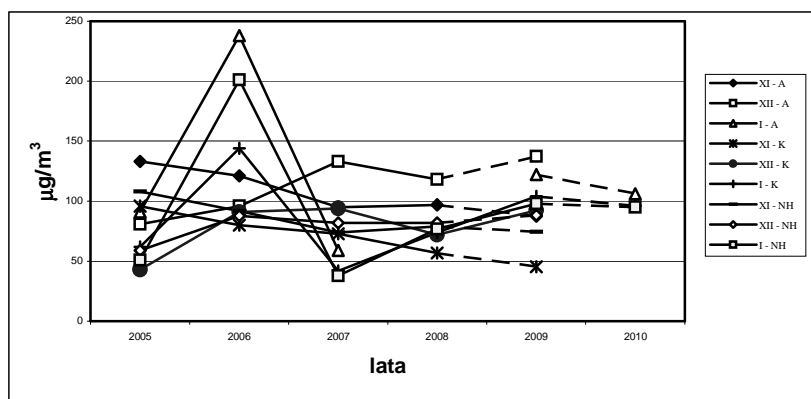
- Al. Krasińskiego w listopadzie (87,72 □g/m³) i grudniu (137,37 □g/m³) 2009 roku oraz styczniu 2010 roku (106 □g/m³),
- Krowodrza w listopadzie (45,50 □g/m³) i grudniu (92,45 □g/m³) 2009 roku oraz styczniu 2010 roku (96,15 □g/m³),
- Nowej Huty w listopadzie (74,45 □g/m³) i grudniu (88,31 □g/m³) 2009 roku oraz styczniu 2010 roku (95,05 □g/m³).



Rys. 4. Kształtowanie się zawartości SO₂ w powietrzu w analizowanych punktach pomiarowych w latach 2005-2009 wraz z prognozą



Rys. 5. Kształtowanie się zawartości NO_x w powietrzu w analizowanych punktach pomiarowych w latach 2005-2009 wraz z prognozą



Rys. 6. Kształtowanie się zawartości pyłu w powietrzu w analizowanych punktach pomiarowych w latach 2005-2009 wraz z prognozą

pomiarowych w latach 2005-2009 wraz z prognozą

4. Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy wynika, że Kraków to miasto, w którym poziom zanieczyszczeń powietrza jest bardzo wysoki. Na zanieczyszczenie miasta wpływa głównie produkcja własnych zanieczyszczeń, pochodzące z zewnątrz zanieczyszczenia np.: z GOP-u, a także wspomniane położenie geograficzne i ukształtowanie terenu (niecka), uniemożliwiające niewystarczające przewietrzanie miasta.

Żeby oczyścić powietrze należy dokonać: zmian technologicznych, zamontować skuteczne urządzenia oczyszczające dla źródeł emisji (cyklony, filtry workowe, elektrofiltry, skrubery, odpylacze) oraz ustalić prawidłowe kryteria oceny zanieczyszczeń.

Należy nadmienić, że od początku lat 90-tych obserwuje się zmniejszenie emisji zanieczyszczeń powietrza. Początkowo spowodowane było to spadkiem produkcji przemysłowej, w chwili obecnej postępem w instalowaniu urządzeń ochrony powietrza. Powstają nowe instalacje odsiarczania spalin i usuwania z nich tlenków azotu. Ilość zanieczyszczeń zatrzymanych i zneutralizowanych w urządzeniach oczyszczających w przypadku pyłów stanowi ok. 98% zanieczyszczeń wytworzonych, a w przypadku dwutlenku siarki - ok. 26%. Prędkość samooczyszczania się powietrza trwa kilka dób.

Ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza z transportu i komunikacji realizowane jest przez Miasto Kraków między innymi poprzez budowę obwodnic drogowych i rozwój komunikacji szynowej oraz poprzez podejmowanie działań, których celem jest poprawa płynności ruchu na ulicach. W ramach prowadzonego od kilku lat Programu Ochrony Powietrza, nieustannie dofinansowuje się likwidację węglowych palenisk i instalowanie urządzeń wykorzystujących odnawialne źródła energii, jak kolektory słoneczne czy pompy ciepła. Od 1994 roku przyjęto politykę promowania jazdy autobusami i tramwajami (jedna osoba podróżująca tramwajem 9 razy mniej zanieczyszcza powietrze, niż jadąc samochodem). Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne uzupełnia swój tabor autobusami z silnikami, które spełniają najwyższe unijne normy emisji spalin (autobusy na gaz, na bioetanol czy z silnikiem hybrydowym).

Publikacja opracowana w ramach pracy statutowej AGH nr 11.11.100.275

Literatura

1. Górecki P.: Niebo dla zielonych, Newsweek, nr 22/2007.
2. Międzynarodowa Konferencja „Od toksycznych emisji do efektów zdrowotnych”, 2006.
3. <http://monitoring.krakow.pios.gov.pl>

Dr inż. Dariusz FUKSA
Mgr inż. Ewa CISZYŃSKA
Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle
Akademia Górniczo-Hutnicza
30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 39
tel. (0-12) 617 21 27
e-mail: fuksa@agh.edu.pl
epekala@agh.edu.pl