

BARBARA WALCZAK*

ZAWARTOŚĆ FOSFORANÓW W PYLE DROGOWYM W ZIELONEJ GÓRZE

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań zawartości fosforanów w pyłach drogowych w Zielonej Górze. Pył drogowy pobierano dwukrotnie: w okresie zimowym i wiosennym w 56 punktach miasta. Zauważalna jest wyższa zawartość fosforanów w próbkach pyłu drogowego pobranych w okresie zimowym w stosunku do próbek pobranych w okresie wiosennym.

Słowa kluczowe: fosforany, pył drogowy

WPROWADZENIE

Pył drogowy w odróżnieniu od pyłu zawieszonego jest materiałem zalegającym bezpośrednio na ulicach, a także terenie przyległym do nich. Badania prowadzone przez naukowców z Norwegii wykazują, że pył drogowy i pył PM10 (cząstki o średnicy mniejszej niż 10 μm) współzależą od siebie. Zwiększony poziom zanieczyszczeń pyłu drogowego w okresie zimowym jest efektem używania: różnych substancji antypoślizgowych, opon zimowych konstruowanych z bardziej podatnych na ścieranie mieszanek w stosunku do tzw. opon letnich oraz różnych metalowych konstrukcji zakładanych na opony, jak kołki czy łańcuchy [Kupiainen i in. 2003]. W Polsce stosowanie na opony oprzyrządowania antypoślizgowego nie jest popularne, ale np. w rejonach górskich jest zjawiskiem normalnym. Badania naukowców z Japonii i Szwecji potwierdzają, że stosowanie okołkowania opon zimowych odpowiada za wzrost koncentracji zanieczyszczeń w pyłach drogowych. Koreponduje to też z innym, istotnym czynnikiem, wpływającym na ilość i rodzaj zanieczyszczeń odkładanych w pyłach, jakim jest rodzaj nawierzchni. Właśnie używanie w okresie zimowym łańcuchów i kołków na opony powoduje, że łatwiej ściera się warstwa asfaltowa. Mate-

* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska: Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

riał pochodzący z ulic, powstały częściowo ze startej nawierzchni asfaltowej, jest w dużej mierze obecny w pyłach PM10 [Kupiainen i in. 2003]. Emisja do środowiska pyłu ze startych opon samochodowych w Wielkiej Brytanii wynosiła w 1996 roku $5,3 \cdot 10^7$ kg, natomiast w Japonii w 2001 roku $2,1 \cdot 10^8$ kg. W Niemczech szacuje się, iż jest to emisja wielkości od 55 do $657 \text{ kg} \cdot \text{km}^{-1}$ w ciągu roku, w zależności od typu drogi [Yongming i in. 2006]. Aby poznać skład pyłów drogowych przeprowadzono analizę chemiczną. W artykule przedstawiono zawartość fosforanów w pyłe drogowym w Zielonej Górze, mieście położonym w zachodniej części Polski

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ I METODYKA BADAŃ

Obszar badań ulokowano w Zielonej Górze, mieście zlokalizowanym w zachodniej części Polski na terenie województwa lubuskiego. Zielona Góra liczy 119 tysięcy mieszkańców (GUS 2006). Miasto nastawione jest dziś przede wszystkim na usługi, jednak do 1989 roku było w znacznym stopniu uprzemysłowione. Na stan środowiska w Zielonej Górze wpływ mają miejskie ciepłownice, elektro-ciepłownice oraz ogrzewanie mieszkań indywidualnych poprzez opalanie węglem. Głównym zagrożeniem w mieście jest duży ruch samochodowy wykazujący tendencję zwyżkową. Na zapylenie miasta bardzo duży wpływ ma pozostawienie w stanie niepokrytym roślinnością i nawierzchniami litymi gruntów pobudowanych. Zielona Góra charakteryzuje się zróżnicowaniem rzeźby terenu, co powoduje duże straty erozyjne i przedostawanie się materiału glebowego na ulice.

Sprzątaniem ulic z zalegającego na nim pyłu drogowego w Zielonej Górze zajmują się ZGKiM. Dysponuje on dwoma pojazdami mechanicznymi (jeden z własnym napędem firmy Volvo, drugi bez napędu firmy Brodd) z obrotowymi szczotkami służącymi do zbierania pyłów drogowych.

Na podstawie danych pochodzących ze Składowiska Odpadów Miejskich w Zielonej Górze, ilość pyłów drogowych zbierana przez specjalistyczny sprzęt podczas sprzątania ulic i placów miasta i trafiająca na wysypisko miejskie i tam ewidencjonowana w ciągu całego roku w Zielonej Górze przedstawia się, jak podano w tab. 1.

Pył drogowy pobrano z ulic miasta, z 56 punktów. Pył drogowy pobrano dwukrotnie w lutym 2001 roku – I seria, drugi raz w maju 2002 roku – II seria. Opisywany materiał pobierano z pasa jezdni przylegającego do krawędzi jezdni, w odległości do 0,5 m od skraju, na długości około 10 m. Materiał zmiatano szczotką a następnie pobierano do kartonów około jedno kilogramową uśrednioną próbkę zbiorczą. Lokalizację miejsc poboru próbek pyłu drogowego przedstawiono na rys. 1.

Tab. 1. Ilość pyłów drogowych zebranych z ulic i placów w Zielonej Górze, trafiających na Miejskie Składowisko Odpadów w Raculi w latach 2000-2007 (dane: Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Zielonej Górze)

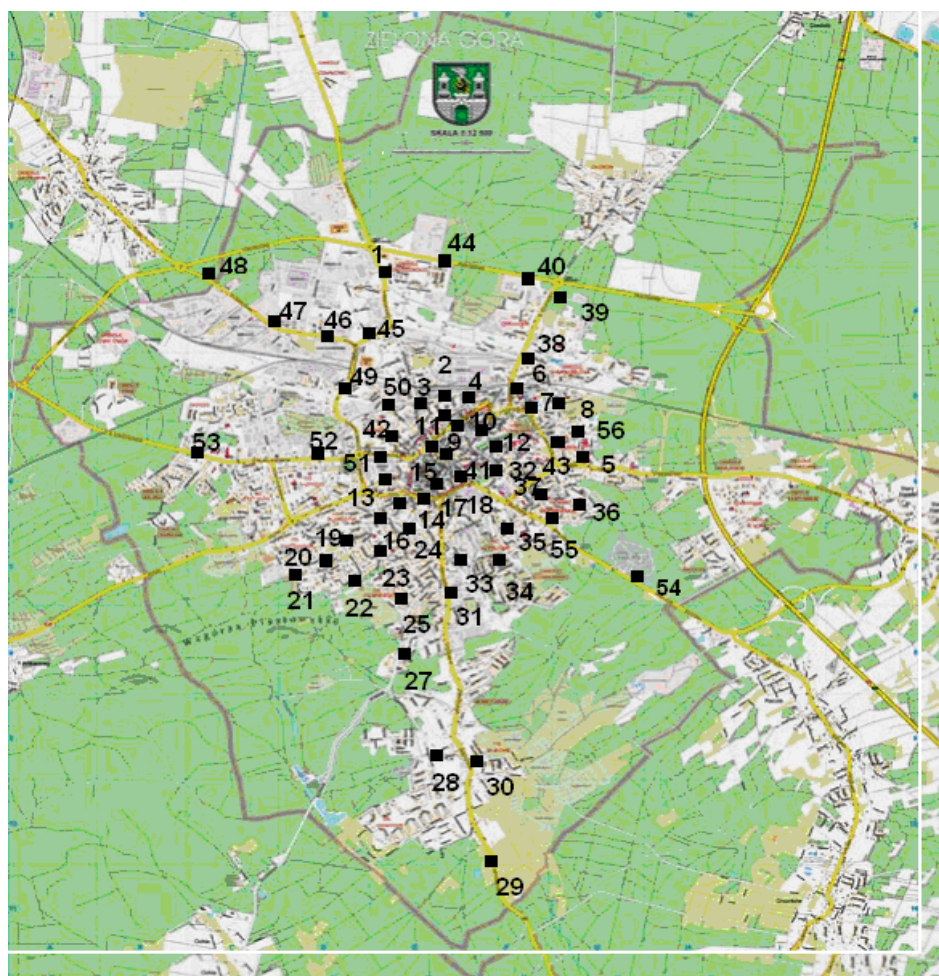
Tab. 1. Amount of road dust collected from the streets and squares in Zielona Góra, exported to The Municipal Waste Landfill in Racula (data source: Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Zielonej Górze)

Rok Year	Ilość pyłów drogowych zebranych z ulic i placów w Zielonej Górze, trafiających na Miejskie Wysypisko Odpadów [Mg] Amount of road dust collected from the streets and squares in Zielona Góra, exported to The Municipal Waste Landfill [Mg]		
	Cały rok Whole year	I półrocze First a half a year	II półrocze Secound a half a year
2000	1139,57	bd	bd
2001	1440,34	1013,04	427,30
2002	1277,60	831,88	445,72
2003	1263,81	994,40	269,41
2004	1560,99	1036,43	524,56
2005	1746,24	1261,90	484,34
2006	2161,26	1513,30	647,96
2007	1462,92 (do końca października 2007)	1073,28	389,64 (do końca października 2007)

bd – brak danych (no data)

Miejsca poboru próbek wraz z zalegającym pyłem drogowym przedstawiają fot. 1-2. Na zamieszczonych fotografiach można zauważyć różnorodność pochodzenia zanieczyszczeń znajdujących się na ulicach miast, w kontekście uformowania bezpośredniego otoczenia ulic.

Zawartość fosforanów w pyłe drogowym oznaczono kolorymetrycznie z mieszaniną wanadowo-molibdenową, po spaleniu na mokro w aparacie Digesdahl firmy HACH.



Rys. 1. Lokalizacja miejsc poboru pyłu drogowego w Zielonej Górze [Walczak 2010]
Fig. 1. Location of sampling of road dust in Zielona Góra [Walczak, 2010]



*Fot. 1-2. Miejsca poboru próbek pyłu drogowego: ul. Wyspiańskiego i ul. Bema
[Walczak 2010]*

*Phot. 1-2. Places of sampling of road dust, Wyspiańskiego and Bema street
[Walczak 2010]*

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Zawartość fosforanów w pyłe drogowym I serii wahała się od 341,8 do 1032,9 mg $\text{PO}_4 \cdot \text{kg}^{-1}$. Średnia zawartość fosforanów w pyłe drogowym I serii wynosiła 657,6 mg $\text{PO}_4 \cdot \text{kg}^{-1}$. Najwyższe wartości odnotowano na ulicach: Szafrańska, Sulechowskiej i Słowackiego, najniższe zaś na ulicach: Chmielnej, Akademickiej i Bema.

Zawartość fosforanów w pyłe drogowym II serii wahała się w granicach od 95,9 do 1010,5 mg $\text{PO}_4 \cdot \text{kg}^{-1}$, przy średniej zawartości 354,5 mg $\text{PO}_4 \cdot \text{kg}^{-1}$. Najwięcej fosforanów występowało w próbkach pyłu drogowego z ulic: Energetyków, Morelowej i Placu Powstańców Śląskich, najmniej zaś na ulicach: Waryńskiego, Bohaterów Westerplatte i Jędrzychowskiej. Zawartość fosforanów w pyłe drogowym przedstawiono w tab. 2.

Tab. 2. Zawartość fosforanów w próbkach pyłu drogowego
 Tab. 2. Phosphate content in samples of road dust

Nr próbki Sample number	Zawartość fosforanów [mg PO ₄ ·kg ⁻¹] Phosphate content [mg PO ₄ ·kg ⁻¹]		Nr próbki Sample number	Zawartość fosforanów [mg PO ₄ ·kg ⁻¹] Phosphate content [mg PO ₄ ·kg ⁻¹]	
	I seria Series I	II seria Series II		I seria Series I	II seria Series II
1	635,9	243,9	29	643,3	529,3
2	794,0	400,6	30	555,0	415,3
3	834,4	297,7	31	595,5	529,3
4	510,9	183,8	32	643,3	474,2
5	415,3	198,5	33	577,1	102,9
6	411,7	279,3	34	996,1	227,9
7	481,5	411,7	35	558,7	426,4
8	595,5	452,1	36	341,8	408,0
9	613,8	639,6	37	525,5	992,5
10	782,9	99,2	38	602,8	312,4
11	569,7	220,5	39	525,6	448,4
12	896,9	290,4	40	871,2	400,6
13	768,2	231,5	41	1032,9	249,9
14	533,0	356,5	42	610,2	308,7
15	577,1	305,1	43	628,5	257,3
16	635,9	452,1	44	632,2	294,0
17	639,6	422,7	45	746,2	334,5
18	716,8	470,5	46	757,2	216,8
19	474,2	400,6	47	499,9	95,5
20	687,4	257,3	48	764,6	360,2
21	753,5	249,9	49	580,8	1010,5
22	771,9	117,6	50	764,6	283,0
23	639,6	485,2	51	797,6	352,8
24	816,0	363,9	52	823,4	191,1
25	426,4	297,7	53	566,1	419,0
26	731,5	124,9	54	606,5	297,7
27	709,4	379,6	55	683,7	481,5
28	518,3	514,6	56	959,4	290,4

Zawartość fosforu w pyłach drogowych w Zielonej Górze kształtowała się na wysokim poziomie w stosunku do zawartości tego pierwiastka w glebach Polski, wynoszącej od 0,01% do 0,2% [Zawadzki 1999]. Zawartość fosforu w pyłe drogowym wynosiła od 0,1% do 0,32% w I serii i od 0,03% do 0,33% w II serii. Podobnie, jak azot fosfor także związany jest z materią organiczną,

czym można tłumaczyć wysoką zawartość tego pierwiastka w pyłach drogowych w Zielonej Górze.

Zauważalna jest tendencja wyższej zawartości fosforu w pyłe drogowym pobranym w I serii w stosunku do zawartości fosforu pobranego w II serii. Z nielicznymi wyjątkami wszystkie próbki pyłu drogowego wykazywały wyższą zawartość fosforu w I serii poboru, w paru przypadkach nawet czterokrotnie. Na zwiększoną zawartość fosforu w formie fosforanowej może mieć wpływ występowanie związków ołowiu i cynku. O występowaniu związków ołowiu i cynku głównie w formie fosforanów na terenach przemysłowych donosi Cotter-Howells i Caporn [1996]. Zawartość fosforu w pyłe drogowym w Zielonej Górze była wyższa od zawartości jakie uzyskali w pyłach drogowych w miastach na świecie inni badacze pyłów drogowych – Ordonez i in. [2003] w Aviles w Hiszpanii oraz Wong inni [1984] w Hong Kongu.

Wyższą zawartość fosforanów w poszczególnych punktach miasta zanotowano na tych ulicach, które leżą w obniżeniach terenu, także na ulicach na terenach płaskich. Na ulicach, na których występuje spadek wysokości zanotowano mniejsze ilości zawartości fosforanów. Bez wątpienia jest to spowodowane zmywem powierzchniowym pyłów drogowych przez opady atmosferyczne, transportem wraz z frakcjami spławianymi i kumulowaniem w miejscach, gdzie woda dłużej stagnuje.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można przedstawić następujące wnioski:

1. Zawartość fosforu w pyłe drogowym w Zielonej Górze kształtuje się na wyższym poziomie niż w glebach Polski.
2. Zawartość fosforanów wykazuje dużą zmienność czasową. W materiale pobranym w okresie zimowym jest ich nawet kilkukrotnie więcej niż w materiale pobranym w okresie letnim.
3. W mieście takim jak Zielona Góra, charakteryzującym się różnicami wysokości względnej notuje się ulice na których występuje kumulowanie fosforanów na obniżeniach i terenach płaskich, a także miejsca, z których fosforany, zostają wyplukane poprzez opady atmosferyczne.

LITERATURA

1. COTTER- HOWELLS J.: *Lead phosphate formation in soil*. Environment Pollution, Nr 96, 9-16, 1996

2. COTTER- HOWELLS J., CAPORN S.: *Remediation of contaminated land by formation of heavy metal phosphates*. Applied Geochemistry, Nr 11, 335-342, 1996
3. GREINERT A.: *Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa i ochrony gleb*. Wyd. Politechniki Zielonogórskiej 1998
4. KUPIAINEN K., TERVAHATTU H., RAISANEN M.: *Experimental studies about the impact of traction sand on urban road dust composition*. The Science of the Total Environment, Nr 308, 175-184, 2003
5. ORDONEZ A., LOREDO J. DE MIGUEL E., CHARLESWORTH S.: *Distribution of Heavy Metals in Street Dusts and Soils of an Industrial City in Northern Spain*. Environmental Contamination and Toxicology, Nr 44, 160-170, 2003
6. WONG M.H., CHEUNG L.C., WONG W.C.: *Effects of roadside dust on seed germination and root growth of Brassica chinensis and B. parachinensis*. The Science of the Total Environment, Nr 33, 87-102, 1984
7. YONGMING H., PEIXUAN D., JUNJI C., POSMENTIER E.S.: *Multivariate analysis of heavy metal contamination in urban dusts of Xi'an, Central China*. The Science of the Total Environment, Nr 355, 176-186, 2006
8. ZAWADZKI S.: *Gleboznawstwo*. PWRiL, Warszawa 1999
9. *Rocznik statystyczny. Ochrona środowiska 2006*. GUS. Warszawa 2006

THE PHOSPHATE CONTENT IN THE STREET DUST IN ZIELONA GORA

S u m m a r y

The article presents the results of investigations about content phosphate in the street dust in Zielona Gora. The samples of street dust were taken two times (during the winter and spring) from 56 points of city roads. Noticeable is higher phosphate content in road dust samples collected in winter than in samples taken during the spring

Key words: phosphate, street dust