

Ewa Słowikowska, Henryk Jaros

Politechnika Białostocka

WŁAŚCIWOŚCI GLEB TERENÓW WIEJSKICH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ EMITOWANYCH DO POWIETRZA PRZEZ MIASTO BIAŁYSTOK

Streszczenie

Duże ośrodki miejskie emitują do powietrza atmosferycznego znaczne ilości zanieczyszczeń pochodzących z funkcjonowania ciepłowni miejskich, przemysłu, komunikacji i innych rozproszonych źródeł emisji. Zanieczyszczenia przenoszone są na tereny otaczające miasto, zgodnie z przeważającym kierunkiem wiatrów.

Celem badań było określenie zasięgu rozprzestrzeniania się toksyn oraz roli lasów, jako naturalnego filtra powietrza, zmniejszającego uciążliwość od aglomeracji. Badania właściwości fizycznych i chemicznych gleb prowadzono w odległości 10, 25 i 35 km od Białegostoku. Określono parametry gleb na terenach otwartych, bez upraw rolnych, narażonych bezpośrednio na oddziaływanie zanieczyszczeń oraz na terenach leśnych, o tym samym lub zbliżonym składzie mechanicznym utworów glebowych. Na terenie otwartym największa gęstość gleby występuje najdalej od emitenta zanieczyszczeń. Zdolności retencyjne i współczynnik filtracji mają najmniejsze wartości w najbardziej oddalonym punkcie badawczym. Na terenach leśnych, w punkcie najdalszym występuje najmniejsza gęstość gleby i wartość współczynnika filtracji, z kolei największa jest wartość zdolności retencjonowania. Większa zawartość azotu i fosforu ogólnego na terenach otwartych i w punktach położonych najbliżej emitenta zanieczyszczeń świadczą o zwiększonej antropopresji. Zmniejszające się zakwaszenie gleb wraz ze wzrostem odległości wskazuje na hamującą rolę zadrzewień w rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń.

Słowa kluczowe: emisja zanieczyszczeń, właściwości chemiczne gleb, właściwości fizyczno-wodne gleb, tereny otwarte, tereny leśne

Wstęp

Na terenie miasta Białystok zanieczyszczenia wprowadzane są do atmosfery poprzez rozproszone źródła emisji z energetyki ciepłej (zbiorowe, indywidualne), komunikację oraz istniejące zakłady przemysłowe. Substancjami zanieczyszczającymi, mającymi największy udział w emisji, pochodzącymi głównie z procesów spalania energetycznego są: tlenki azotu (NO , NO_2), dwutlenek siarki (SO_2), tlenek węgla (CO) i pyły [Strzyszczyński 1982]. Od środków transportu największy udział mają takie toksyny, jak: tlenek węgla (CO), tlenki azotu (NO , NO_2) i benzen (C_6H_6) [Alloway i Ayres 1999].

Emisja zanieczyszczeń pyłowych ze spalania paliw wynosi 235 Mg/rok, pyłów węglowo-grafitowych i sadzy 2 Mg/rok, zanieczyszczeń gazowych ogółem 845101 Mg/rok: w tym SO_2 – 207 Mg/rok, NO – 1736 Mg/rok, CO – 1472 Mg/rok i CO_2 – 372 Mg/rok [Poskrobko i in. 2007].

Materiał i metody badań

Na podstawie róży wiatrów dla Białegostoku wyznaczono transekt badawczy o długości 37 km, na kierunku północny-wschód od aglomeracji miejskiej jako emitenta zanieczyszczeń. Badania prowadzono w 6 punktach charakteryzujących tereny wiejskie, oznaczone jako tereny otwarte i przylegające do nich tereny leśne, traktowane jako punkty porównawcze. Oddalone były one od Białegostoku w odległościach:

1. teren otwarty – Sowlany, około 4 km,
2. 1a. las – Ogrodniczki, około 9 km,
3. teren otwarty – Sokołda, około 25 km,
4. 2a. las – Kopna Góra (arboretum), około 27 km,
5. teren otwarty – w pobliżu wsi Jeziorek (żwirownia), około 35 km, 3a. las – w pobliżu wsi Jeziorek, około 37 km.

Z każdego punktu (profilu glebowego), pobrano próby z głębokości: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 cm od powierzchni terenu.

Przeprowadzono analizy właściwości fizyczno-wodnych gleb [Mocek i Drzymała 2004]:

- oznaczenie składu granulometrycznego prób metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- oznaczenie procentowych wartości kapilarnej pojemności wodnej oraz maksymalnej pojemności wodnej metodą suszarkowo-wagową w cylinderkach Kopecky'ego,
- maksymalną pojemność wodną określono w % objętości. Maksymalna pojemność wodna odpowiada porowatości gleby,
- oznaczenie gęstości objętościowej gleby w Mg/m^3 metodą suszarkowo-wagową w cylinderkach Kopecky'ego,
- oznaczenie współczynnika filtracji gleby w m/dobę określono laboratoryjnie przepuszczalnościomierzem Eijkelkampa, metodą stałego przepływu, wg wzoru:

$$k = 144 \frac{Q \times L}{h \times A}$$

k – współczynnik filtracji [m/d]

Q – ilość wody wypływającej w jednostce czasu [cm^3/min]

L – wysokość próbki (cylinderka) [cm]

h – różnica poziomów wody wewnątrz i na zewnątrz uchwytu [mm]

A – powierzchnia przekroju próbki [cm^2];

– oznaczenie popielności oraz zawartości substancji organicznej metodą prażenia w temperaturze 550 °C. Przyjęto, że substancja organiczna stanowi resztę materii glebowej, nieutraconą w wyniku prażenia: 100% - Sp [%]

– Sp – popielność [% s.m.]

Przeprowadzono oznaczenia właściwości chemicznych gleb [Mocek i Drzymała 2004]:

W próbach glebowych oznaczono:

- odczyn gleb (pH) w H_2O , metodą potencjometryczną,
- sumę zasadowych kationów wymiennych metodą Kappena z 0,1-molowego HCl,

- kationy wymienne: wapń Ca^{2+} i magnez Mg^{2+} metodą miareczkową z wersenianem sodu,
- ogólną zawartość azotu metodą Kjeldahla oraz ogólną zawartość fosforu metodą molibdenianową.

Wyniki badań

Tabela 1. Oznaczenie składu granulometrycznego gleb

Głębokość pobrania [m]	Punkty oddalone o 10 km od emitora		Punkty oddalone o 25 km od emitora		Punkty oddalone o 35 km od emitora	
	teren otwarty	las	teren otwarty	las	teren otwarty	las
0,0 – 0,10	pgl	psg	psg	psg	gl	pgl
0,10 – 0,20	pgl	pl	pl	pl	gl	pgm
0,20 – 0,30	pl	psg	pl	psg	pgm	pgl
0,30 – 0,40	psg	psg	pl	pl	pl	pgl
0,40 – 0,50	psg	psg	pl	psg	psg	pgm

Objaśnienie: gliny lekkie – gl; piasek gliniasty mocny – pgm; piasek gliniasty lekki – pgl; piasek słabo gliniasty – psg; piasek luźny – pl.

Właściwości gleb w punktach oddalonych o 10 km od emitenta zanieczyszczeń

Wpływ zanieczyszczeń na właściwości gleb określano przez porównanie właściwości gleb o tym samym i bardzo zbliżonym składzie mechanicznym, występujących na terenie otwartym (bez upraw polowych) i terenie leśnym [Juda-Rezler 2006].

Tabela 2. Właściwości fizyczno-wodne gleb w odległości ok. 10 km od emitenta

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	Gęstość obj. [Mg/m^3]	Kapilarna poj. wod [% obj.]	Maksymalna poj. wodna [% obj.]	Współcz. filtracji [m/dobę]	Popielność [% s.m.]	Zawartość subst. org. [% s.m.]
Sowlany – teren otwarty	0,0-0,10	1,54	22,5	22,6	1,8	97,4	2,6
	0,10-0,20	1,57	19,9	20,6	2,0	98,3	1,7
	0,20-0,30	1,57	19,0	19,8	4,47	98,7	1,3
	0,30-0,40	1,5	19,7	20,3	4,9	98,7	1,3
	0,40-0,50	1,41	20,8	21,4	6,57	99,3	0,7
Ogrodniczki - las	0,0-0,10	1,19	36,9	42,9	4,33	94,9	5,1
	0,10-0,20	1,34	26,9	32,1	6,4	98,0	2,0
	0,20-0,30	1,41	25,1	28,7	7,55	98,3	1,7
	0,30-0,40	1,44	25,5	26,6	8,85	99,2	0,8
	0,40-0,50	1,44	23,3	24,3	9,0	99,2	0,8

W badanych punktach, skład mechaniczny utworów jest identyczny na głębokościach poniżej 0,3 m, natomiast w warstwach powierzchniowych jest on zbliżony. Na terenie otwartym narażonym na opad zanieczyszczeń,

warstwy powierzchniowe charakteryzują się znacznie wyższą gęstością objętościową i popielnością [Zabłocki i in. 1998]. Znacznie mniejsze są wartości retencyjne oraz współczynnik filtracji. Prawidłowość ta jest zachowana także w warstwach poniżej 0,3 m, gdzie skład mechaniczny utworów jest identyczny [Kowalik 2001].

Tabela 3. Właściwości chemiczne gleb w odległości ok. 10 km od emitenta

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	pH w H ₂ O	Suma zasad S [cmol(+)/kg]	Wapń wymienny [cmol(+)/kg]	Magnez wymienny [cmol(+)/kg]	Azot ogólny [%]	Fosfor ogólny [%]
Sowlany – teren otwarty	0,0-0,10	4,3	1,6	0,7	0,2	0,21	0,16
	0,10-0,20	4,5	1,8	0,8	0,3	0,19	0,14
	0,20-0,30	4,6	2,1	1,0	0,5	0,16	0,11
	0,30-0,40	4,6	3,9	1,2	0,7	0,09	0,10
	0,40-0,50	4,7	4,1	2,6	0,8	0,05	0,04
Ogrodniczki - las	0,0-0,10	4,8	3,5	0,9	0,6	0,13	0,11
	0,10-0,20	4,9	3,8	0,9	0,6	0,09	0,09
	0,20-0,30	5,1	4,1	1,1	0,7	0,07	0,08
	0,30-0,40	5,1	4,6	1,4	0,9	0,07	0,05
	0,40-0,50	5,3	4,8	1,4	1,0	0,05	0,02

Na terenach otwartych gleby są bardziej kwaśne we wszystkich warstwach profilu w stosunku do gleb na terenach leśnych [Skłodowski i Zarzycka 1995]. W glebach leśnych występują większe wartości sumy zasad we wszystkich badanych warstwach. Charakteryzują się one również większą zawartością wapnia i magnezu. Gleby terenów otwartych posiadają większą zawartość azotu ogólnego i fosforu ogólnego. Wpływ osiadania zanieczyszczeń wynoszonych z Białego-stoku jest widoczny na terenach otwartych [Rup 2006].

Właściwości gleb w punktach oddalonych o 25 km od emitenta zanieczyszczeń

Badane punkty oddzielone są od emitenta zanieczyszczeń dużym kompleksem lasów Puszczy Knyszyńskiej. Zlokalizowano je w części środkowej puszczy, na głównym kierunku wiatrów [Klem 2009]. Punkt leśny położony jest w zwartym kompleksie puszczy, natomiast punkt na terenie otwartym, znajduje się na obszarze rolnym (bez upraw polowych), stanowiącym polanę w kompleksie Puszczy Knyszyńskiej. Badane punkty mają niemal identyczny skład mechaniczny utworów tworzących profil glebowy.

Tabela 4. Właściwości fizyczno-wodne gleb w odległości ok. 25 km od emitenta

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	Gęstość obj. [Mg/m ³]	Kapilarna poj. wodna [% obj.]	Max. poj. wodna [% obj.]	Współcz. filtracji [m/dobę]	Popielność [% s.m.]	Zawartość subst. org. [% s.m.]
Sokołda – teren otwarty	0,0-0,10	1,59	23,5	24,7	4,65	98,0	2,0
	0,10-0,20	1,72	19,4	19,6	4,9	98,0	2,0
	0,20-0,30	1,58	18,5	19,7	6,85	98,2	1,8
	0,30-0,40	1,61	18,8	18,9	12,0	99,1	0,9
	0,40-0,50	1,56	18,5	17,7	22,75	98,3	1,7
Kopna Góra - las	0,0-0,10	0,95	52,2	58,4	2,25	92,2	7,8
	0,10-0,20	1,15	24,4	35,1	2,25	97,9	2,1
	0,20-0,30	1,33	26,8	32,4	4,05	96,3	3,7
	0,30-0,40	1,40	28,6	29,9	4,33	97,8	2,2
	0,40-0,50	1,47	25,1	26,9	15,0	98,0	2,0

Na terenie otwartym, gęstość objętościowa, popielność i współczynnik filtracji, charakteryzują się znacznie wyższymi wartościami we wszystkich warstwach profilu glebowego w odniesieniu do wartości występujących w punkcie leśnym. Natomiast właściwości retencyjne i zawartość substancji organicznej, przyjmują znacznie niższe wartości.

Tabela 5. Właściwości chemiczne gleb w odległości ok. 25 km od emitenta

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	pH w H ₂ O	Suma zasad S [cmol(+)/kg]	Wapń wymienny [cmol(+)/kg]	Magnez wymienny [cmol(+)/kg]	Azot ogólny [%]	Fosfor ogólny [%]
Sokołda – teren otwarty	0,0-0,10	4,5	2,1	1,0	0,4	0,2	0,16
	0,10-0,20	4,6	2,2	0,9	0,4	0,15	0,13
	0,20-0,30	4,8	2,8	1,1	0,6	0,12	0,09
	0,30-0,40	5,0	3,9	1,3	0,8	0,06	0,09
	0,40-0,50	5,1	4,6	2,8	0,9	0,05	0,03
Kopna Góra - las	0,0-0,10	5,6	3,8	1,3	0,7	0,11	0,10
	0,10-0,20	5,6	3,9	1,1	0,8	0,09	0,09
	0,20-0,30	5,9	4,1	1,4	0,8	0,07	0,07
	0,30-0,40	5,9	4,8	1,5	1,0	0,05	0,04
	0,40-0,50	6,2	5,1	1,8	1,1	0,01	0,02

W odległości 25 km od Białegostoku gleby na terenach otwartych nadal są bardziej kwaśne od gleb terenów leśnych. Gleby terenów otwartych charakteryzują się mniejszą sumą zasad oraz wapnia i magnezu. Posiadają natomiast większą zawartość azotu i fosforu.

Właściwości gleb w punktach oddalonych o 35 km od emitenta zanieczyszczeń

Punkty badawcze znajdują się poza kompleksem Puszczy Knyszyńskiej, która stanowi naturalny filtr powietrza o szerokości 25 km, oddzielający emitenta zanieczyszczeń od obszarów rolnych. Punkt leśny znajduje się w kompleksie puszczy, natomiast drugi punkt na terenach rolniczych (bez upraw polowych), poza puszczą. Na terenie otwartym, utwory glebowe do głębokości 0,3 m, charakteryzują się nieco większą zawartością cząstek o mniejszych średnicach. Punkt leśny we wszystkich warstwach profilu glebowego ma zbliżony skład mechaniczny.

Tabela 6. Właściwości fizyczno-wodne gleb w odległości ok. 35 km od emitenta

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	Gęstość obj. [Mg/m ³]	Kapilarna poj. wodna [% obj.]	Max. poj. wodna [% obj.]	Współcz. filtracji [m/dobę]	Popielność [% s.m.]	Zawartość subst. org. [% s.m.]
Jeziorek – teren otwarty	0,0-0,10	1,49	22,6	22,8	2,0	97,9	2,1
	0,10-0,20	1,68	19,0	20,2	3,0	98,0	2,0
	0,20-0,30	1,71	17,3	17,8	3,0	99,0	1,0
	0,30-0,40	1,62	17,3	17,6	6,15	99,0	1,0
	0,40-0,50	1,58	17,8	19,0	3,6	99,0	1,0
Jeziorek – las	0,0-0,10	0,73	83,8	90,4	3,8	89,5	10,5
	0,10-0,20	1,09	47,0	50,1	2,75	93,4	6,6
	0,20-0,30	1,11	45,2	47,2	3,47	95,2	4,8
	0,30-0,40	1,19	39,5	41,1	3,77	95,8	4,2
	0,40-0,50	1,32	31,4	31,9	1,95	97,6	2,4

Na terenie otwartym gęstość objętościowa i popielność, we wszystkich warstwach profilu glebowego, posiadają znacznie wyższe wartości w odniesieniu do punktu leśnego. Zdolności retencyjne oraz zawartość substancji organicznej jest natomiast znacznie niższa.

Tabela 7. Właściwości chemiczne gleb w odległości ok. 35 km od emitenta

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	pH w H ₂ O	Suma zasad S [cmol(+)/kg]	Wapń wymienny [cmol(+)/kg]	Magnez wymienny [cmol(+)/kg]	Azot ogólny [%]	Fosfor ogólny [%]
Jeziorek – teren otwarty	0,0-0,10	4,5	2,2	1,2	0,7	0,19	0,15
	0,10-0,20	4,7	2,2	1,2	0,7	0,13	0,10
	0,20-0,30	5,0	3,3	1,7	0,9	0,08	0,08
	0,30-0,40	5,1	4,1	1,9	1,0	0,05	0,07
	0,40-0,50	5,3	4,8	3,2	1,0	0,02	0,03
Jeziorek – las	0,0-0,10	5,8	4,1	1,5	0,8	0,10	0,09
	0,10-0,20	5,9	4,2	1,2	0,9	0,07	0,08
	0,20-0,30	5,9	4,8	1,9	1,0	0,06	0,05
	0,30-0,40	6,2	5,1	2,2	1,1	0,02	0,03
	0,40-0,50	6,3	5,6	2,3	1,2	0,01	0,01

W odległości 35 km od emitora zanieczyszczeń nadal gleby na terenach otwartych są bardziej kwaśne w stosunku do gleb leśnych. Posiadają one także mniejsze wartości sumy zasad oraz wapnia i magnezu. Mają za to znacznie wyższą zawartość azotu i fosforu.

Zmiany właściwości gleb w zależności od odległości od źródła zanieczyszczeń

Istotnym problemem jest określenie zasięgu oddziaływania dużego emitenta zanieczyszczeń na tereny otaczające. Ważnym zagadnieniem jest także określenie wpływu kompleksu leśnego na właściwości gleb w aspekcie jej ochrony przed opadem unoszonych w powietrzu zanieczyszczeń.

Tabela 8. Właściwości fizyczno-wodne gleb w funkcji odległości od emitenta

Nazwa i użytkowanie	Gęstość obj. [Mg/m ³]	Kapilarna poj. wodna [% obj.]	Maksymalna poj. wodna [% obj.]	Współcz. filtracji [m/dobę]	Popielność [% s.m.]	Zawartość subst. org. [% s.m.]
10 km od Białegostoku						
teren otwarty	1,52	20,4	20,9	3,95	98,48	1,52
las	1,36	27,5	30,9	7,23	97,92	2,08
25 km od Białegostoku						
teren otwarty	1,61	20,1	20,1	10,23	98,32	1,68
las	1,24	31,4	36,5	5,58	96,44	3,56
35 km od Białegostoku						
teren otwarty	1,62	18,8	19,5	1,97	98,58	1,42
las	1,09	49,4	52,2	3,15	94,3	5,7

Na terenie otwartym najniższa gęstość objętościowa występuje najbliżej emitenta zanieczyszczeń. Zdolności retencyjne, współczynnik filtracji i zawartość substancji organicznej mają najmniejsze wartości w najbardziej oddalonym punkcie badawczym. Na terenach leśnych, najmniejsza gęstość objętościowa i wartość współczynnika filtracji, występuje w punkcie najdalszym (35 km). Charakteryzuje się on największymi wartościami zdolności retencjonowania wody i zawartością substancji organicznej. W punktach leśnych występują znacznie mniejsze wartości gęstości objętościowej i popielności w stosunku do punktów na terenach otwartych. Punkty leśne mają jednak znacznie większe zdolności retencjonowania wody.

Tabela 9. Właściwości chemiczne gleb w funkcji odległości od emitenta

Nazwa i użytkowanie	Suma zasad S [cmol(+)/kg]	Wapń wymienny [cmol(+)/kg]	Magnez wymienny [cmol(+)/kg]	Azot ogólny [%]	Fosfor ogólny [%]
11km od Białegostoku					
teren otwarty	2,7	1,0	0,5	0,14	0,11
las	4,2	1,4	0,8	0,08	0,07
25 km od Białegostoku					
teren otwarty	3,1	1,2	0,6	0,12	0,10
las	4,3	1,7	0,9	0,07	0,07
35 km od Białegostoku					
teren otwarty	3,3	1,7	0,7	0,09	0,09
las	4,8	2,0	1,0	0,05	0,05

Z analizy sumy zasad oraz zawartości wapnia i magnezu w glebach terenów otwartych wynika, iż zanieczyszczenia emitowane przez Białystok docierają na odległość 35 km. Świadczą o tym zwiększające się stopniowo wartości sumy zasad oraz wapnia i magnezu. Zawartość azotu i fosforu wykazuje zależność odwrotną, tj. w miarę oddalania się od źródła emisji zawartość tych pierwiastków zmniejsza się.

Identyczny związek występuje także w glebach leśnych. W miarę zwiększania odległości od emitenta zanieczyszczeń, zwiększa się wartość sumy zasad oraz wapnia i magnezu, natomiast zmniejsza się zawartość azotu i fosforu.

Suma zasad oraz zawartość wapnia i magnezu jednoznacznie świadczy, iż tereny leśne chronią glebę przed opadem zanieczyszczeń. Wartości te na terenach leśnych są znacznie wyższe w odniesieniu do terenów otwartych. Zawartość azotu i fosforu w glebach terenów leśnych jest natomiast niższa.

Dyskusja wyników

Zanieczyszczenia emitowane przez miasto Białystok przenoszone są na odległość 35 km z widoczną tendencją malejącego oddziaływania na gleby. Istotny jest także wpływ lasów jako osłony terenu przed przenoszonymi zanieczyszczeniami. Stwierdzono, że w punktach wyznaczonych w kompleksach leśnych, średnia wartość gęstości objętościowej zmniejsza się wraz z odległością, w granicach 1,36-1,09 Mg/m³. Współczynnik filtracji zmniejsza się od 7,23 do 3,15 m/d w punkcie najdalszym. Następuje wzrost kapilarnej pojemności wodnej od 27,5 do 49,4% obj., oraz maksymalnej pojemności wodnej od 30,9 do 52,2% obj. Zwiększa się także zawartość substancji organicznej wraz z odległością od emitenta od 2,08 do 5,7% s.m. W punktach na terenach otwartych, średnia wartość gęstości objętościowej zwiększa się wraz z odległością od 1,52 do 1,62 Mg/m³. Kapilarna pojemność wodna maleje w przedziale wartości od 20,4 do 18,8% obj., a maksymalna pojemność wodna od 20,9 do 19,56% obj. Zawartość substancji organicznej nieznacznie maleje wraz z oddalaniem się od miasta. Średnie współczynniki filtracji zbadane w trzech odległościach na terenach otwartych nie wykazują zależności względem emitenta zanieczyszczeń.

Wilgotność aktualna, kapilarna i maksymalna pojemność wodna oraz zawartość substancji organicznych przyjmują większe wartości w lesie niż w odpowiadającym mu punkcie na terenie otwartym. W przypadku gęstości objętościowej oraz popielności zaobserwowano tendencję odwrotną. Zależności te występują we wszystkich trzech parach punktów, wyznaczonych na kolejnych odległościach.

Pomiary pH w H₂O wykazały, że gleby na terenach otwartych wykazują odczyn bardzo kwaśny (wartości w zakresie pH 4,3-5,3), w glebach leśnych odczyn kwaśny przechodzi wraz z głębokością w lekko kwaśny (pH od 4,8 do 6,3).

Analiza zmian właściwości gleb w funkcji odległości od źródła emisji zanieczyszczeń wskazuje iż gleby terenów otwartych, jak i leśne są mniej kwaśne wraz ze zwiększeniem odległości od emitenta zanieczyszczeń. Na terenach otwartych suma zasad zawiera się w przedziale od 2,7 cmol(+)/kg w punkcie w odległości ok. 10 km od miasta do 3,3 cmol(+)/kg w odległości ok. 35 km. W glebach leśnych wartość parametru analogicznie wynosi od 4,2 do 4,8 cmol(+)/kg.

W glebach na terenach otwartych ilość azotu i fosforu jest większa niż w glebach leśnych. Najwięcej tych pierwiastków znajduje się w warstwach przypowierzchniowych gleb (od 0,21 do 0,13% dla azotu i od 0,16 do 0,10% dla fosforu). W głąb profilu zawartość azotu i fosforu wyraźnie maleje i zawiera się w przedziałach odpowiednio: N ogólny 0,01 – 0,05% i P ogólny 0,01 – 0,04%. Zawartość azotu i fosforu zmniejsza się wraz z odległością od emitenta zanieczyszczeń. W glebach na terenie otwartym ilość tych związków w punkcie najdalej położonym od miasta (ok. 35 km) jest wyraźnie mniejsza, niż w punktach leżących bliżej emitora (N ogólny od 0,14 do 0,09%, P ogólny od 0,11 do 0,09%). W glebach leśnych zawartość pierwiastków jest mniejsza i wynosi N (0,08 - 0,05%), P (0,07 - 0,05%).

Sposób użytkowania terenu wpłynął na właściwości gleb, w tym głównie na właściwości kompleksu sorpcyjnego. Zaznacza się zmniejszona ilość kationów zasadowych w glebach terenów otwartych. Wyraźnie większa jest też akumulacja azotu i fosforu ogólnego w wierzchnich warstwach tych gleb. Większa zawartość azotu i fosforu ogólnego na terenach otwartych i w punktach położonych najbliżej emitenta zanieczyszczeń, może świadczyć o zwiększonej antropopresji. Zmniejszające się zakwaszanie gleb wraz ze wzrostem odległości od emitenta wskazuje na hamującą rolę zadrzewień w rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń. Kompleksy zieleni wysokiej, stanowią zatem filtr powietrza i barierę dla unoszonych w powietrzu substancji toksycznych.

Podsumowanie

1. Miasto Białystok jest istotnym emitentem zanieczyszczeń do powietrza na obszary wiejskie znajdujące się wokół miasta. Głównymi źródłami toksycznych substancji jest sektor komunalno-bytowy, komunikacja oraz energetyka cieplna. Substancjami zanieczyszczającymi są: dwutlenek siarki, tlenki azotu, tlenki węgla i pyły.
2. Na terenie otwartym zdolności retencyjne, współczynnik filtracji i zawartość substancji organicznej mają najmniejsze wartości w punkcie oddalonym o 35 km od emitenta.

3. Na terenach leśnych, najmniejsza gęstość objętościowa i wartość współczynnika filtracji, występuje w punkcie najdalej oddalonym (35 km), natomiast ten punkt charakteryzuje się największymi wartościami zdolności retencjonowania wody i zawartością substancji organicznej.
4. Punkty leśne charakteryzują się znacznie mniejszymi wartościami gęstości objętościowej i popielności w stosunku do punktów na terenach otwartych. Punkty leśne mają jednak znacznie większe zdolności retencjonowania wody.
5. W punktach badawczych położonych najbliżej Białegostoku stwierdzono najwyższe wartości kwasowości oraz zawartości azotu i fosforu ogólnego. Mniejsza ilość związków zasadowych wskazuje na wpływ zanieczyszczeń w otoczeniu miasta. Wraz z odległością parametry te ulegają zmniejszeniu.
6. Gleby leśne charakteryzują się mniejszym zakwaszeniem i większą zawartością zasad w porównaniu do gleb terenów otwartych. Na terenach otwartych zaznacza się silniejszy proces ługowania związków zasadowych niż w glebach leśnych oraz większa kwasowość i nagromadzenie azotu ogólnego, głównie w wierzchnich warstwach.
7. Najbardziej kwaśne i zasobne w azot ogólny są wierzchnie warstwy, parametry te maleją w głąb profili glebowych.
8. Zadrzewienia hamują rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń – stanowią one barierę i naturalny filtr powietrza.

Piśmiennictwo

1. Alloway B., Ayres D., 1999: Chemiczne podstawy zanieczyszczenia środowiska. Warszawa: PWN.
2. Juda-Rezler K., 2006: Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko. Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej.
3. Klem K., 2009: Obserwacja turbulentnego przepływu strugi powietrza przez przeszkodę o określonej perforacji. Kraków: Politechnika Krakowska.
4. Kowalik P., 2001: Ochrona środowiska glebowego. Warszawa: PWN.
5. Mocek A., Drzymała S., 2004: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Poznań: Akademia Rolnicza w Poznaniu.
6. Poskrobko B., Poskrobko T., Skiba K., 2007: Ochrona biosfery. Warszawa: Polskie Wyd. Ekonomiczne.
7. Rup K., 2006: Procesy przenoszenia zanieczyszczeń w środowisku naturalnym. Warszawa: Wyd. Naukowo-Techniczne.
8. Skłodowski P., Zarzycka H., 1995: Wpływ rolniczego użytkowania gleb na ich niektóre właściwości chemiczne. Rocz. Gleb., XL, 3/4.
9. Strzyszczyński Z., 1982: Oddziaływanie przemysłu na środowisko glebowe i możliwości jego rekultywacji. Wrocław: Ossolineum.
10. Zabłocki Z., Fudali E., Podlasińska J., Kiepas-Kokot A., 1998: Pozarolnicze obciążenie środowiska. Szczecin: Wyd. AR Szczecin.