

MOŻLIWOŚCI ZMNIEJSZANIA UCIAŹLIWOŚCI AKUSTYCZNEJ, ZANIECZYSZCZONEGO POWIETRZA I ODORANTÓW, PRZEZ TERENY LEŚNE I BARIERY Z ZIELENI

OPTIONS FOR REDUCING ACOUSTIC NUISANCE, POLLUTED AIR AND ODORANTS, BY AREAS FOREST AND BARRIERS WITH GREEN

Mgr inż. Ewa SŁOWIKOWSKA, dr inż. Henryk JAROS

Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Politechnika Białostocka

ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok (e.slowikowska1@wp.pl, henrykjaros@poczta.onet.pl)

*Artykuł recenzowany

Streszczenie

Wpływ dużych kompleksów leśnych na zmniejszenie transportowanych z wiatrem zanieczyszczeń, określono na podstawie punktów pomiarowych znajdujących się na terenie otwartym oraz na sąsiadującym terenie leśnym. Emitorem było miasto Białystok, natomiast punkty pomiarowe były oddalone o 10, 20, 35 km od emitora. W punktach położonych najbliżej Białegostoku, zarejestrowano najwyższą kwasowość oraz zawartość azotu i fosforu. Wraz z odległością od miasta, parametry te zmniejszały się, a suma zasad wzrosła. Badano także wpływ lasu na zasięg oddziaływania zanieczyszczeń pochodzących z dróg o różnym natężeniu ruchu pojazdów. Założono transekty pomiarowe na terenie otwartym i w przyległym do terenu otwartego kompleksie leśnym. Punkty pomiarowe znajdowały się w odległości 5, 10, 20, 30 m od krawędzi drogi. Wraz z odległością od drogi, na terenach otwartych rosły wartości cech chemicznych gleby, natomiast w kompleksach leśnych, występowała tendencja odwrotna. Środkiem zmniejszającym oddziaływanie hałasu oraz zanieczyszczonego powietrza od dróg o dużym natężeniu ruchu oraz odorantów pochodzących z obiektów gospodarki komunalnej, są odpowiednio skonstruowane bariery z zieleni. Bariery z zieleni zostały zaprojektowane wzdłuż obwodnicy miasta Gołdap, wokół dużego składowiska odpadów i zakładu unieszkodliwiania odpadów w pobliżu miasta Ełk oraz wokół małych obiektów gospodarki osadami ściekowymi.

Słowa kluczowe: zasięg oddziaływania zanieczyszczeń, bariera z zieleni, hałas, odoranty

Abstract

The contribution of large forest complexes to the reduction of the amount of pollutants transported with the wind was determined on the basis of measurement points located in the open space and in adjacent forest areas. The city of Białystok was the emitter, and the measurement points were located 10, 20 and 35 kilometres away from the emitter. The highest acidity and highest nitrogen and phosphorus contents were found in the points located closest to Białystok. Along with the distance from the city, these parameters decreased and the total amount of bases increased. The impact of the forest on the range of influence of pollutants originating from roads with various traffic intensity was also investigated. Measurement transects were established in the open space and in a forest complex adjacent to the open space. Measurement points were located 5, 10, 20 and 30 m from the edge of the road. Along with the distance from the road, in the open space the values of chemical properties of soil increased, whereas in forest complexes the tendency was opposite. Properly constructed greenery screens serve as a means reducing the influence of noise and polluted air from roads with high traffic and odorants originating from municipal services facilities. Greenery screens were designed along the ring road of the town of Gołdap, around a large waste stockpile and a waste disposal plant near the town of Ełk and around small sewage sludge plants.

Key words: range of influence of pollutants, greenery screen, noise, odorants

1. Wstęp

Rozwijające się obszary zabudowane oraz związana z nimi infrastruktura techniczna powodują emisję coraz większej ilości zanieczyszczeń do atmosfery. Substancje te szkodliwie oddziałują na wszystkie komponenty środowiska przyrodniczego w pobliżu emitenta – powietrze, wodę, glebę i organizmy żywe. Za sprawą wiatru toksyny prze-

noszone są na tereny położone w znacznej odległości od ośrodków miejskich, dróg tranzytowych czy dużych obiektów gospodarki komunalnej [12].

Na obszarze miasta Białystok tzw. wysoką emisję stanowią zanieczyszczenia powietrza pochodzące z energetyki cieplnej (Elektrociepłownia Białystok S.A, Ciepłownia Zachód) i istniejących dużych zakładów przemysłowych. Znacznym udziałem ma także niska emisja z sektora komunalnego

– bytowego oraz zanieczyszczenia pochodzące z głównych ciągów komunikacyjnych, zwłaszcza dróg nr 8, 19 i 65 oraz innych tras wojewódzkich przebiegających przez aglomerację białostocką [1].

Substancjami, pochodzącymi z procesów spalania surowca energetycznego, mającymi największy udział w zanieczyszczeniach jest: dwutlenek siarki, tlenki azotu, tlenek węgla i pyły. W zakładach szczególnie uciążliwych występuje także emisja węglowodorów aromatycznych (LZO) oraz metali ciężkich (m.in. ołowiu, kadmu) [1] [10].

W mieście i jego bliskim otoczeniu największe znaczenie ma emisja niska. Wyższa wysokość kominów łagodzi obciążenie zanieczyszczeniami w pobliżu źródła emisji, powoduje natomiast przenoszenie ich na dalsze odległości [11].

Znaczny wzrost ilości emitowanych spalin, zwłaszcza w ośrodkach miejsko-przemysłowych oraz wzdłuż ciągów komunikacyjnych o dużym nasileniu ruchu, powoduje stale zwiększającą się liczbą pojazdów samochodowych [7]. Środki transportu emitują głównie toksyny jak: tlenek węgla, tlenki azotu i benzen [1].

Rozwój świadomości społeczeństwa dotyczącej ekologii i zrównoważonego rozwoju, powoduje iż wytwarza się coraz większa presja na podejmowanie działań nakierowanych na redukcję emisji zanieczyszczeń do atmosfery oraz poprawę klimatu akustycznego i jakości środowiska naturalnego – w tym także środowiska terenów zabudowanych [4]. Jedną z możliwości zmniejszenia oddziaływania toksycznych gazów, pyłów oraz odorantów, stanowią odpowiednio ukształtowane i umiejscowione w strukturze miasta tereny zieleni, kompleksy leśne wokół miast oraz odpowiednio zaprojektowane bariery z zieleni, chroniące otoczenie przed oddziaływaniem uciążliwych obiektów gospodarczych [3].

Drzewa i krzewy tworzące zwarty pas zadrzewień oraz kompleksy leśne i naturalne lub formowane żywopłoty tworzące ściany zieleni, dzięki swej fakturze, mają zdolność pochłaniania i rozpraszania fal dźwiękowych, zatrzymywania zanieczyszczeń i odorantów, zawartych w powietrzu atmosferycznym. Najskuteczniej działają wtedy, gdy składają się z różnych, odpowiednio dobranych gatunków drzew i krzewów i są zagęszczone już od podłoża. Od wysokości i szerokości bariery zależy jej skuteczność. Wysokość bariery powoduje zwiększenie zasięgu jej działania, natomiast szerokość decyduje o przenikaniu hałasu lub zanieczyszczonego powietrza. Przy odpowiedniej szerokości bariera zatrzymuje (pochłania) hałas, zanieczyszczenia i odoranty znajdujące się w powietrzu atmosferycznym.

2. Materiał i metody badań

Na podstawie róży wiatrów dla rejonu Białegostoku, wyznaczono transekt badawczy o długości 35 km, w kierunku północno – wschodnim od miasta – traktowanego jako emitenta zanieczyszczeń. Badania prowadzono na stanowiskach znajdujących się na terenach otwartych i przylegających do nich terenach leśnych. Punkty badawcze były zlokalizowane w następujących odległościach od Białegostoku:

10 km: teren otwarty – Sowłany, las – Ogrodniczki;

25 km: teren otwarty – Sokoła, las – Kopna Góra (arboretum);

35 km: teren otwarty – Jeziorek (żwirownia), las – w pobliżu wsi Jeziorek;

Z profilu glebowego w każdym punkcie, pobrano próby z głębokości: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 cm od powierzchni terenu, do badań właściwości fizycznych i chemicznych gleby.

W badaniach właściwości fizyczno-wodnych, określono skład granulometryczny metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, gęstość objętościową i właściwą oraz kapilarną i maksymalną pojemność wodną. Właściwości chemiczne gleb oznaczono za pomocą powszechnie stosowanych metod: odczyn gleb (pH) metodą potencjometryczną, sumę zasadowych kationów wymiennych metodą Kappena z 0,1-molowym HCL, kationy wymienne: wapń Ca^{2+} i magnez Mg^{2+} metodą miareczkową z wersenianem sodu po ekstrakcji octanem amonu, ogólną zawartość azotu metodą Kjeldahla oraz ogólną zawartość fosforu metodą molibdenianowii [5].

Badania dotyczące określenia zasięgu zanieczyszczeń komunikacyjnych przeprowadzono przy drodze krajowej nr 19, na 2 transektach, przy trasie Białystok – Bielsk Podlaski, w rejonie miejscowości Koźliki. Jeden transekt był zlokalizowany w kompleksie leśnym, a drugi na terenie otwartym, bezpośrednio przylegającym do lasu. Na każdym transekcie znajdowały się po cztery punkty pobierania prób glebowych w odległościach: 5, 10, 20, 30 m od krawędzi drogi. W każdym punkcie pobrano próby z warstw na pięciu głębokościach profilu glebowego: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 cm. W próbach glebowych, oznaczono właściwości fizyczno-wodne oraz chemiczne, analogicznie jak w badaniach dotyczących wpływu zanieczyszczeń z Białegostoku na tereny otaczające.

Wpływ zanieczyszczeń na gleby określano, podobnie jak w wielu dotychczasowych badaniach, poprzez porównanie właściwości chemicznych gleb występujących na terenie otwartym (nieużytki) – bez upraw polowych i w kompleksie leśnym [3].

3. Wyniki badań

3.1. Kompleksy leśne jako naturalna bariera zmniejszająca rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń emitowanych przez miasto

W badaniach przyjęto, iż miasto Białystok jest punktowym emitentem zanieczyszczeń do środowiska. Zadaniem badań było ustalenie zasięgu niekorzystnych oddziaływań miasta oraz funkcji kompleksów leśnych otaczających Białystok, znajdujących się na przeważającym kierunku wiatrów, jako naturalnej bariery w rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń.

Wszystkie punkty badawcze zostały zlokalizowane na glebach rdzawych (Dział – II gleby autogeniczne, rząd – IIC gleby bielicoziemne, typ – IIC1 gleby rdzawe, podtyp – c bielicowo-rdzawe, budowa profilu glebowego – *AEes* – *Bfe* – *C*) o zbliżonym uziarnieniu na terenach otwartych i zalesionych (tab.1)

Tab. 1. Oznaczenie składu granulometrycznego gleb w badanych punktach

Głębokość pobrania [m]	Punkty oddalone o 10 km od emitenta		Punkty oddalone o 25 km od emitenta		Punkty oddalone o 35 km od emitenta	
	Sowlany-teren otwarty	Ogrodniczki-las	Sokołda- teren otwarty	Kopna Góra-las	Jeziorek- teren otwarty	Jeziorek- 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.
Źródło: Słowikowska E., Jaros H., Właściwości fizyczno – wodne gleb w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych do powietrza przez miasto Białystok – wyniki badań. Politechnika Białostocka,2011 [9].

Pierwsze punkty badań oddalone były o około 10 km od emitenta zanieczyszczeń (Białegostoku). Jeden punkt zlokalizowano w kompleksie leśnym, natomiast drugi na terenie otwartym, nieużytku – bez upraw polowych.

Tab. 2. Właściwości chemiczne gleb w odległości 10 km od emitenta

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

Źródło: Siemieniuk N., Jaros H., Właściwości chemiczne gleb w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych do powietrza przez miasto Białystok– wyniki badań . Politechnika Białostocka,2011 [8].

Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez Białystok jest widoczny na terenach otwartych – w zestawieniu z terenami leśnymi. Na terenie otwartym gleby są bardziej kwaśne we wszystkich warstwach profilu glebowego – w stosunku do gleb na terenach leśnych. Posiadają one również większą zawartość azotu ogólnego i fosforu ogólnego, traktowanego jako wskaźnik nawożenia gleb lub jego braku. W glebach leśnych występują większe wartości sumy zasad we wszystkich badanych warstwach. Wapń i magnez najczęściej są dominującymi składnikami sumy zasad. Różnica pomiędzy wartością sumy zasad i sumą wapnia

i magnezu przypada na pozostałe pierwiastki, głównie sód. Charakteryzują się one również większą zawartością wapnia i magnezu.

Jako następne stanowisko nadań, wyznaczono tereny oddalone o około 25 km od Białegostoku, oddzielone od emitenta zanieczyszczeń dużym kompleksem lasów Puszczy Knyszyńskiej. Jeden punkt zlokalizowano w części środkowej puszczy, natomiast drugi punkt – w terenie otwartym, na nieużytkowanym terenie, stanowiącym dużą polanę w kompleksie Puszczy Knyszyńskiej.

Tab. 3. Właściwości chemiczne gleb w odległości 25 km od emitenta

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

Źródło: Siemieniuk N., Jaros H., Właściwości chemiczne gleb w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych do powietrza przez miasto Białystok– wyniki badań . Politechnika Białostocka,2011 [8].

W odległości około 25 km od Białegostoku, na terenach otwartych, gleby są bardziej kwaśne w odniesieniu do gleb na terenach leśnych. Obszary pozbawione zadrzewień charakteryzują się mniejszą sumą zasad oraz wapnia i magnezu. Posiadają natomiast większą zawartość azotu i fosforu.

Trzecie stanowiska badawcze, oddalone były o około 35 km od Białegostoku i znajdowały się poza kompleksem Puszczy Knyszyńskiej.

Tab. 4. Właściwości chemiczne gleb w odległości 35 km od emitenta

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

Źródło: Siemieniuk N., Jaros H., Właściwości chemiczne gleb w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych do powietrza przez miasto Białystok– wyniki badań. Politechnika Białostocka,2011 [8].

W odległości 35 km od emitenta, w dalszym ciągu 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.

Oddziaływania Białegostoku na tereny otaczające oraz funkcję lasów jako naturalnego filtra powietrza, widać na zestawieniu właściwości chemicznych gleb w funkcji odległości i użytkowania terenu (tab. 5).

Tab. 5. 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 [%]
11 km od Białegostoku					
1. 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

Źródło: Siemieniuk N., Jaros H., Właściwości chemiczne gleb w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych do powietrza przez miasto Białystok – wyniki badań. Politechnika Białostocka, 2011 [8].

Z analizy właściwości gleb terenów otwartych wynika, że zanieczyszczenia emitowane przez Białystok docierają na odległość 35 km, i prawdopodobnie są widoczne jeszcze w większych odległościach. Świadczą o tym zwiększające się stopniowo wartości sumy zasad oraz wapnia i magnezu. Zawartość azotu i fosforu, z kolei, w miarę oddalania się od źródła emisji, zmniejsza się.

W glebach leśnych, wraz z odległością od emitenta zanieczyszczeń, zwiększają się wartości sumy zasad oraz wapnia i magnezu. Są one wyższe w porównaniu do tych samych właściwości na terenach otwartych. W glebach leśnych wraz z odległością od emitenta zmniejsza się natomiast zawartość azotu i fosforu.

3.2. Las jako bariera hamująca rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń emitowanych przez ciąg komunikacyjny

W badaniach przyjęto założenie, iż las stanowi barierę w rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń emitowanych

przez pojazdy, poruszające się po drodze o średnim natężeniu ruchu. Wybrano typowy dla tych terenów las o niewielkiej powierzchni i średnim zagęszczeniu drzew. Pobierano próby do badań z transektu zlokalizowanego w lesie oraz transektu na terenie otwartym (nieużytku), przylegającym do kompleksu leśnego. Badania prowadzono przy trasie Białystok – Lublin.

Wszystkie punkty badawcze zostały zlokalizowane na glebach brunatnych (Dział – II gleby autogeniczne, rząd – IIB gleby brunatnoziemne, typ – IIB1 gleby brunatne właściwe, podtyp – d brunatne wylugowane, budowa profilu glebowego – A – BbrBfe – Bbr – C) o zbliżonym składzie granulometrycznym w poszczególnych warstwach profilu glebowego, na terenach otwartych i zalesionych.

Właściwości chemiczne gleb w punktach badawczych odległych o 5 m od drogi, w lesie oraz terenie otwartym zestawiono w tab. 6.

Tab. 6. Właściwości chemiczne gleb w odległości 5 m od drogi

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	pH w H ₂ O	pH w KCL	Suma zasad S [cmol(+)/kg]	Wapń wymienny [cmol(+)/kg]	Magnez wymienny [cmol(+)/kg]	Azot ogólny [%]	Fosfor ogólny [%]
5 m od drogi – teren otwarty	0,0-0,10	7,5	6,6	17,2	8,5	1,0	0,15	0,23
	0,10-0,20	7,9	6,2	16,7	7,0	2,4	0,11	0,22
	0,20-0,30	7,6	5,2	15,0	7,0	0,5	0,04	0,14
	0,30-0,40	7,0	4,5	14,7	6,5	0,5	0,07	0,24
	0,40-0,50	7,6	5,2	14,8	6,6	0,4	0,06	0,49
5 m od drogi – las	0,0-0,10	5,6	4,8	23,0	2,9	2,1	0,27	0,02
	0,10-0,20	5,6	4,6	21,9	3,6	0,4	0,03	0,01
	0,20-0,30	5,7	4,6	23,0	2,3	0,4	0,07	0,01
	0,30-0,40	6,0	4,7	21,0	2,8	0,4	0,03	0,01
	0,40-0,50	5,9	4,6	22,0	2,8	0,4	0,01	0,00

Źródło: Barwiejuc J., Jaros H., Właściwości chemiczne gleb w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń komunikacyjnych na terenie zalesionym i otwartym, wybranych odcinków dróg – wyniki badań. Politechnika Białostocka, 2011 [2].

Na terenie otwartym występują gleby o odczynie lekko zasadowym, natomiast w lesie o odczynie kwaśnym. W glebach leśnych występują większe wartości sumy zasad we wszystkich badanych warstwach profilu glebowego w stosunku do sumy zasad terenu otwartego. W terenie otwartym w odległości 5 m. od drogi może występować duże zasolenie wynikające z posypywania solą drogi w okresie zimy. Zaskakująco duża jest różnica pomiędzy sumą zawar-

tości wapnia i magnezu a sumą zasad. Większa zawartość wapnia występuje w glebach terenu otwartego. Gleby leśne zawierają więcej magnezu, natomiast gleby na terenie otwartym – więcej azotu i fosforu.

Właściwości chemiczne gleb w punkcie leśnym i na terenie otwartym, znajdujących się w odległości 10 m od krawędzi drogi zawarto w tab. 7.

Tab. 7. Właściwości chemiczne gleb w odległości 10 m od drogi

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	pH w H ₂ O	pH w KCL	Suma zasad S [cmol(+)/kg]	Wapń wymienny [cmol(+)/kg]	Magnez wymienny [cmol(+)/kg]	Azot ogólny [%]	Fosfor ogólny [%]
10 m od drogi – teren otwarty	0,0-0,10	8,0	7,3	38,2	8,4	1,6	0,30	0,40
	0,10-0,20	8,2	7,3	35,5	9,0	1,8	0,34	0,77
	0,20-0,30	8,3	7,6	48,4	10,1	1,5	0,21	0,24
	0,30-0,40	8,0	7,0	17,4	7,1	1,5	0,09	0,30
	0,40-0,50	6,8	5,5	15,8	7,0	0,6	0,29	0,20
10 m od drogi – las	0,0-0,10	5,6	4,7	19,7	2,5	0,5	0,24	0,03
	0,10-0,20	5,6	4,5	21,0	1,8	1,1	0,22	0,02
	0,20-0,30	5,5	4,1	17,3	1,4	1,1	0,19	0,01
	0,30-0,40	5,1	4,1	19,3	0,8	1,3	0,03	0,01
	0,40-0,50	5,1	4,0	18,1	0,5	0,6	0,06	0,01

Źródło: Barwiejuk J., Jaros H., Właściwości chemiczne gleb w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń komunikacyjnych na terenie zalesionym i otwartym, wybranych odcinków dróg – wyniki badań. Politechnika Białostocka, 2011 [2].

Gleby na terenie otwartym, charakteryzują się większą zasadowością, większą zawartością wapnia i magnezu, zwłaszcza w wierzchnich warstwach – do głębokości 30 cm. Posiadają również większą zawartość azotu i fosforu traktowanego jako wskaźnik nawożenia terenu. Zaskakująco duża jest różnica pomiędzy sumą zasad i sumą wapnia i magnezu w oddaleniu o 1. M od krawędzi jezdni. Świad-

czyć to może o migracji soli rozpuszczonej w wodzie roztopowej. Gleby leśne są bardziej kwaśne od gleb na terenie otwartym.

W odległości 20 m od drogi, właściwości chemiczne gleby leśnej oraz terenu otwartego, kształtują się następująco (tab. 8).

Tab. 8. Właściwości chemiczne gleb w odległości 20 m od drogi

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	pH w H ₂ O	pH w KCL	Suma zasad S [cmol(+)/kg]	Wapń wymienny [cmol(+)/kg]	Magnez wymienny [cmol(+)/kg]	Azot ogólny [%]	Fosfor ogólny [%]
20 m od drogi – teren otwarty	0,0-0,10	10,0	7,2	39,9	9,2	2,0	0,30	0,28
	0,10-0,20	8,3	7,6	47,0	9,3	1,2	0,26	0,30
	0,20-0,30	8,3	7,7	35,5	9,5	1,0	0,19	0,41
	0,30-0,40	8,4	7,7	44,5	10,2	1,1	0,15	0,46
	0,40-0,50	8,1	7,3	20,6	7,0	1,0	0,16	0,77
20 m od drogi – las	0,0-0,10	4,5	3,6	16,2	0,5	1,5	0,14	0,03
	0,10-0,20	4,6	3,7	16,7	0,5	0,8	0,15	0,01
	0,20-0,30	4,6	3,7	15,0	0,5	1,0	0,02	0,01
	0,30-0,40	4,7	3,9	13,5	0,4	1,0	0,01	0,04
	0,40-0,50	4,8	4,1	15,0	0,9	1,0	0,01	0,01

Źródło: Barwiejuk J., Jaros H., Właściwości chemiczne gleb w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń komunikacyjnych na terenie zalesionym i otwartym, wybranych odcinków dróg – wyniki badań. Politechnika Białostocka, 2011 [2].

Na terenie otwartym wraz z odległością od drogi, odczyn gleby zmienia się na bardziej zasadowy, natomiast w lesie występuje zależność odwrotna. Kwasowość gleby wzrasta wraz z głębokością, wskazując na zwiększoną depozycję zanieczyszczeń na terenach otwartych. Na terenie leśnym, występuje mniejsza suma zasad oraz mniejsza zawartość wapnia. Zawartość magnezu i azotu jest zbliżona.

Teren leśny charakteryzuje się większą zawartością fosforu. W tym punkcie również stwierdzono bardzo dużą różnicę pomiędzy sumą zawartości wapnia i magnezu i sumą zasad. Wskazuje to bardziej na różnice wynikające z różnic w rodzaju gleby niż z efektu przenoszenia się zanieczyszczeń. Właściwości chemiczne gleb w odległości 30 m od drogi zobrazowano w tab.9.

Tab. 9. Właściwości chemiczne gleb w odległości 30 m od drogi

Nazwa i użytkowanie	Głębokość pobrania [m]	pH w H ₂ O	pH w KCL	Suma zasad S [cmol(+)/kg]	Wapń wymienny [cmol(+)/kg]	Magnez wymienny [cmol(+)/kg]	Azot ogólny [%]	Fosfor ogólny [%]
30 m od drogi – teren otwarty	0,0-0,10	7,9	6,9	20,3	7,8	0,4	0,20	0,20
	0,10-0,20	7,9	6,9	17,0	7,1	2,3	0,16	0,64
	0,20-0,30	8,4	7,8	49,0	10,3	0,5	0,15	0,22
	0,30-0,40	8,4	8,0	48,7	10,0	2,7	0,08	0,51
	0,40-0,50	8,5	8,0	48,5	10,2	2,3	0,09	0,67
30 m od drogi – las	0,0-0,10	4,8	3,9	14,4	0,3	0,5	0,14	0,01
	0,10-0,20	4,5	4,0	18,0	0,4	0,7	0,15	0,01
	0,20-0,30	4,6	4,0	14,0	0,8	0,1	0,02	0,01
	0,30-0,40	4,4	4,0	15,5	0,8	1,0	0,01	0,01
	0,40-0,50	4,4	4,1	15,6	0,2	0,7	0,01	0,02

Źródło: Barwiejuk J., Jaros H., Właściwości chemiczne gleb w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń komunikacyjnych na terenie zalesionym i otwartym, wybranych odcinków dróg– wyniki badań. Politechnika Białostocka, 2011 [2].

Wartość pH gleb terenu otwartego jest większa w warstwach wierzchnich, natomiast w glebach leśnych utrzymuje się na podobnym poziomie. Na terenie otwartym występują większe wartości sumy zasad, wapnia, azotu, fosforu i magnezu.

Oddziaływanie zanieczyszczeń komunikacyjnych na tereny otaczające w funkcji odległości od drogi i użytkowania terenu przedstawiono w tab.10.

Tab. 10. Właściwości chemiczne gleb w funkcji odległości od drogi i użytkowania terenu

Nazwa i użytkowanie	Suma zasad S [cmol(+)/kg]	Wapń wymienny [cmol(+)/kg]	Magnez wymienny [cmol(+)/kg]	Azot ogólny [%]	Fosfor ogólny [%]
5 m od drogi					
2. teren otwarty	15,7	7,1	1,0	0,09	0,26
las	22,2	2,9	0,7	0,08	0,01
10 m od drogi					
teren otwarty	31,1	8,3	1,4	0,25	0,38
las	19,1	1,4	0,9	0,15	0,02
20 m od drogi					
teren otwarty	37,5	9,0	1,3	0,21	0,44
las	15,3	0,6	1,1	0,07	0,02
30 m od drogi					
teren otwarty	36,7	9,1	1,6	0,14	0,45
las	15,5	0,5	0,6	0,07	0,01

Źródło: Barwiejuk J., Jaros H., Właściwości chemiczne gleb w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń komunikacyjnych na terenie zalesionym i otwartym, wybranych odcinków dróg –wyniki badań Politechnika Białostocka, 2011 [2].

Na terenie otwartym występują wyższe wartości poszczególnych właściwości chemicznych gleb, w stosunku do właściwości gleb terenu leśnego. Największe różnice

występują w sumie zasad, zawartości wapnia i fosforu, nieznaczne wahania natomiast w przypadku zawartości magnezu wymiennego i azotu.

3.3. Zmniejszenie uciążliwości hałasu, zanieczyszczeń powietrza i odorantów przez bariery wykonane z zieleni

W inżynierii środowiska, jedną z metod zmniejszania uciążliwości określonego czynnika pogarszającego jakość środowiska jest stosowanie odpowiednio zaprojektowanych barier z zieleni. Bariera musi być indywidualnie dobrana i zaprojektowana do rodzaju i intensywności oddziałującego czynnika, charakterystyki siedliska, mikroklimatu i gatunków roślin które mogą w danych warunkach i w danym położeniu geograficznym funkcjonować. Autor artykułu specjalizuje się w projektowaniu barier z zieleni, jako narzędzia w rozwiązywaniu problemów dotyczących ochrony terenów zabudowanych przed niekorzystnymi oddziaływaniami określonych emitentów zanieczyszczeń. Poniżej podane są skróty wybranych kilku rozwiązań projektowych autora artykułu.

3.4. Bariera z zieleni wzdłuż obwodnicy miasta Gołdap

Bariera z zieleni została zaprojektowana wzdłuż obwodnicy miasta Gołdap, w celu zmniejszenia niekorzystnego oddziaływania obwodnicy miasta na tereny zabudowane znajdujące się w pobliżu drogi. Wybór typu konstrukcji bariery oraz jej układ, zastosowane gatunki drzew, krzewów i roślinności zielonej, są parametrami zmiennymi, dobieranymi indywidualnie do warunków w jakich bariera będzie pracowała, oraz wartości parametrów jakości środowiska terenów otaczających, które trzeba uzyskać.

W warunkach pracy bariery zlokalizowanej wzdłuż obwodnicy miasta Gołdap, konstrukcja bariery w aspekcie zastosowanych ilości rzędów roślinności drzewiastej i ilości rzędów krzewów, doboru gatunków oraz rozstawu drzew lub krzewów w rzędzie, jest zależna od: rodzaju siedliska, jego żyzności, ukształtowania powierzchni terenu (deniwelacje terenu), ekspozycja względem stron świata (dostęp do światła słonecznego) i intensywność nasłonecznienia.

Zastosowana konstrukcja bariery przewiduje posadzenie 3 rzędów drzew o zróżnicowanych wysokościach. Najbliżej jezdni będzie znajdował się rząd drzew iglastych o średniej wysokości (8-10 m), a następnie w rzędzie 2-gim i 3-cim – drzewa wysokie. W trzecim rzędzie drzew – licząc od drogi, będą posadzone drzewa najwyższe. W rzędzie drugim, drzewa średniej wysokości. Trzy rzędy drzew będą tworzyły litą ścianę zieloną, poczynawszy od wysokości 2 m do 20-25 m. Rzędy drzew będą poprzedzały 2 rzędy krzewów. Będą to krzewy średnio-wysokie i wysokie (1-3 m). Zróżnicowanie wysokości powoduje wypełnienie luk wynikających z gatunku drzew i ich pokroju. Właściwy dobór gatunków krzewów, spowoduje uzyskanie szczelnej bariery od powierzchni terenu do podstawy korony drzew i poprzez drzewa – do wysokości 20-25 m. W projektowanej barierze zastosowano 2 rzędy krzewów ze względu na ograniczenie powierzchni, wynikające z położonego przewodu energetycznego. To ograniczenie niekorzystnie będzie wpływało na sprawność bariery, ale jest to czynnik wymuszający zastosowanie przyjętego rozwiązania projektowego.

Funkcjonowanie bariery w okresie zimowym zapewniają iglaste gatunki drzew rozmieszczone w rozstawie, zapewniającej wytworzenie jednolitej powierzchni zieleni. Sprawność izolacyjna drzew liściastych w okresie zimowym zmniejsza się do ok. 8-15 % funkcji sprawowanej w okresie letnim. Drzewa iglaste swoją funkcję wypełniają w taki sam sposób przez cały rok.

Odstęp pomiędzy dwoma ostatnimi rzędami drzew – licząc od drogi, wynosi 5 m (rys. 1). Drzewa w rzędzie drugim w stosunku do drzew w rzędzie trzecim, będą posadzone w układzie przemiennym, czyli drzewo w rzędzie drugim znajduje się w środku odległości pomiędzy dwoma sąsiednimi drzewami w rzędzie trzecim (rys. 1).

W pierwszym rzędzie drzew (licząc od drogi) najniższych, posadzone będą drzewa iglaste w jednym rzędzie w odstępach od siebie co 2,5 m (rys. 1). Taki rozstaw drzew spowoduje utworzenie zwartej powierzchni zieleni iglastej, gdyż gałęzie korony tych drzew będą na siebie nachodziły w systemie zakładkowym. Rząd drzew iglastych będzie znajdował się w odległości 3,5 m od drugiego rzędu drzew – średniej wysokości. Rząd drzew iglastych wypełniać będzie luki w drugim rzędzie drzew średnio-wysokich i jednocześnie wypełnia częściowo przestrzeń od powierzchni terenu do podstawy korony drzew liściastych.

Odstęp pomiędzy rzędami krzewów wynosi 1,5 m. Odstępy pomiędzy krzewami w rzędzie wynosić będzie 1,0 m. Krzewy w rzędzie pierwszym w stosunku do krzewów w rzędzie drugim, będą posadzone w układzie przemiennym. Zadaniem krzewów jest dokładne wypełnienie przestrzeni od powierzchni terenu do podstawy korony drzew liściastych, oraz szczelne wypełnienie wszelkich luk pomiędzy drzewami.

W efekcie uzyskuje się zwartą ścianę z zieleni powstałą zarówno na długości pasa zieleni jak również na wysokości w przedziale od 0 do 20 m. Taki system zapewnia dużą powierzchnię czynną, absorbującą zanieczyszczenia emitowane do powietrza jak również skutecznie tłumi hałas. Bariera będzie efektywna w okresie lata, ale w okresie zimy również będzie wypełniała swoje zadania, chociaż w mniejszym stopniu. Zwarty pas drzew i krzewów, w okresie zimy zatrzymuje w gałęziach śnieg, który też w pewnym zakresie pełni funkcje hamowania rozprzestrzeniania się hałasu i pyłów.

3.5. Bariera z zieleni wokół składowiska odpadów i zakładu unieszkodliwiania odpadów komunalnych w Siedliskach k. Elku

Gmina Elk sporządziła Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego dotyczący rozbudowy istniejącego składowiska odpadów, jego modernizacji oraz budowy w obrębie składowiska – Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych. Teren składowiska znajduje się na lokalnym wyniesieniu, z którego emitowane zanieczyszczenia do powietrza atmosferycznego, unoszone wiatrem, mogą rozprzestrzeniać się na znaczne odległości. Istniało zagrożenie iż zanieczyszczenia biologiczne z terenu skła-

dowiska odpadów, mogą docierać do zabudowań, znajdujących się w odległości kilkuset metrów od emitenta.

W celu zapobieżenia zagrożeniu, zaprojektowano barierę izolacyjną z zieleni, która otacza cały obszar składowiska wraz z Zakładem Unieszkodliwiania Odpadów. Na rysunku miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego tego terenu (rys.2), jest ona oznaczona jako OZi – teren zieleni izolacyjnej. Szerokości pasa zadrzewionego bariery wynosi 30 m. W zaleceniach MPZP wskazano również potrzebę zmiany użytkowania części gruntów rolnych, bezpośrednio przylegających do obszaru przedsięwzięcia – na grunty leśne, z uwagi na ich niską klasę bonitacji gleb. Powstałe zadrzewienia dodatkowo wspomagałyby funkcjonowanie zadrzewień bariery izolacyjnej. Bardzo ważnym parametrem tej bariery jest wysokość drzew oraz jej szerokość. Szczelność bariery nie jest istotnym parametrem, wpływającym na skuteczność jej działania.

Na dużym obszarze emitującym zanieczyszczenia do powietrza atmosferycznego, jakim jest składowisko odpadów wraz z zakładem unieszkodliwiania, należy wprowadzać zielen także wewnątrz obiektu a nie tylko w jego otoczeniu. Zielen należy wprowadzać w możliwie największych ilościach np.: wzdłuż dróg komunikacji wewnętrznej, wokół zakładu unieszkodliwiania odpadów i innych obiektów technologicznych. Powinno się stosować wewnętrzne przegrody z zieleni, zmniejszające prędkość wiatru w obrębie obiektu i tym samym ilość wynoszonych zanieczyszczeń poza obiekt. Powinno się dążyć do utworzenia pasa zadrzewień o szerokości 50 m lub więcej, jeśli istnieją takie możliwości terenowe. Jeśli istnieje możliwość utworzenia w rejonie składowiska, dodatkowych pasów zadrzewień – wzdłuż dróg, granic użytków, cieków powierzchniowych, to należy z tej możliwości korzystać, gdyż są to elementy zmniejszające prędkość wiatru na danym terenie i tym samym rozprzestrzenianie się wynoszonych z terenu składowiska zanieczyszczeń. Spójne zainstalowanie przegród wewnętrznych oraz bariery otaczającej obszar emisji, jest wówczas wystarczającym zabezpieczeniem przed niekorzystnym oddziaływaniem obiektu gospodarki komunalnej na tereny otaczające.

3.6. Bariera z zieleni wokół małych kompostowni osadów ściekowych

Małe kompostownie unieszkodliwiające osady ściekowe z komunalnych oczyszczalni ścieków, zaliczane są do obiektów uciążliwych dla otoczenia – z powodu emisji odorantów. Budowa tych obiektów spotyka się z protestami mieszkańców terenów przyległych do obszaru planowanego zainwestowania. W celu realizacji nawet bardzo małych inwestycji, trzeba podejmować wszelkie możliwe działania zmniejszające uciążliwość tych obiektów. Jednym ze środków zmniejszających rozprzestrzenianie się odorantów jest bariera z zieleni otaczająca obszar kompostowni. Bariery takie były projektowane wokół planowanych małych kompostowni osadów ściekowych w rejonie miejscowości Banie Mazurskie, Sępól, Szczurkowo i inne. Bariera taka musi być szczelna – bez prześwitów i możliwości migracji cząstek

odorantów poza obszar obiektu. Musi mieć szerokość minimum 10 m., i tworzyć szczelną powierzchnię z liści drzew wysokich, średnich, niskich, krzewów wypełniających przestrzeń pomiędzy powierzchnią terenu i podstawą korony drzew oraz teren musi być pokryty roślinnością zielną. Tak skonstruowana bariera, posiada dużą powierzchnię czynną, zmniejsza znacznie prędkość wiatru na obiekcie a przy stosunkowo niewielkich prędkościach wiatru, wytwarza się obszar zastoiska powietrza. Efekt ten występuje na małych obiektach o powierzchni 0,5 – 1,5 ha., eliminując rozprzestrzenianie się odorantów poza teren obiektu.

4. Podsumowanie wyników badań

Badania dotyczyły możliwości wykorzystania zieleni jako środka w działaniach nakierowanych na zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania dróg, obiektów przemysłowych, obiektów gospodarki komunalnej i miasta, na tereny otaczające.

Badania dotyczące określenia zasięgu oddziaływania Białegostoku na tereny otaczające oraz roli dużych kompleksów leśnych jako naturalnego filtra powietrza wskazują iż gleby terenów otwartych i leśnych są mniej kwaśne wraz ze zwiększeniem odległości od emitenta zanieczyszczeń. Sposób użytkowania terenu wpłynął na właściwości gleb, w tym głównie na właściwości kompleksu sorpcyjnego. Występuje zmniejszona ilość kationów zasadowych w glebach terenów otwartych, większa ilość azotu i fosforu ogólnego, szczególnie w wierzchnich warstwach profilu glebowego.

W glebach leśnych, wraz z odległością od emitenta zanieczyszczeń, zwiększają się wartości sumy zasad oraz wapnia i magnezu.

Wyniki badań dotyczących oddziaływania zanieczyszczeń komunikacyjnych, potwierdzają założenia, że zanieczyszczenia na terenach otwartych rozprzestrzeniają się na odległość znacznie powyżej 30 m od drogi, powodując zmianę właściwości gleb [6] [7].

Na terenie otwartym, wraz z odległością od drogi, zwiększają się wartości sumy zasad oraz zawartości wapnia, azotu i fosforu. W kompleksie leśnym natomiast w miarę zwiększania odległości od drogi, zmniejszają się wartości: pH, sumy zasad, wapnia oraz azotu, natomiast zawartość magnezu i fosforu utrzymuje się na podobnym poziomie. Zawartość oznaczanych pierwiastków w glebie na terenie otwartym jest wyższa w stosunku do analogicznych wartości występujących w glebach leśnych. Wskazuje to na większe obciążenie zanieczyszczeniami terenów odsłoniętych w otoczeniu dróg [7].

Tereny leśne stanowią naturalny filtr powietrza, powodując iż gleby zawierają mniejszą ilość zanieczyszczeń powstających na drodze [3] [6].

Bariery z zieleni odpowiednio dobrane i zaprojektowane również są skutecznym narzędziem w działaniach mających na celu zmniejszenie niekorzystnych oddziaływań emitorów zanieczyszczeń takich jak: obwodnice miast oraz duże obiekty gospodarki komunalnej. Odoranty powstające w czasie procesu kompostowania osadów ściekowych,

także mogą być skutecznie zatrzymane przez odpowiednio zaprojektowane bariery z zieleni.

Wnioski

W wyniku analizy możliwości zmniejszenia uciążliwości akustycznej, zanieczyszczonego powietrza i odorantów, przez tereny leśne i bariery z zieleni sformułowano następujące wnioski:

1. Kompleksy leśne, pasy zadrzewień oraz bariery wykonane z zieleni o odpowiedniej konstrukcji, skutecznie zmniejszają niekorzystne oddziaływanie emitentów zanieczyszczeń takich jak miasta, drogi i uciążliwe zakłady. Zielen izolacyjna zmniejsza uciążliwość hałasu, zatrzymuje zanieczyszczenia zawarte w powietrzu atmosferycznym – unoszone przez wiatr, zmniejsza stężenie i rozprzestrzenianie się odorantów emitowanych przez obiekty gospodarki komunalnej.
2. Zanieczyszczenia emitowane przez miasto Białystok, docierają na odległość ponad 35 km. Wraz z odległością od emitenta, zmniejsza się ilość deponowanych w gruncie zanieczyszczeń, szczególnie na terenach leśnych.
3. Zanieczyszczenia emitowane z drogi rozprzestrzeniają się na znaczne odległości, natomiast tereny zalesione lub zadrzewione zmniejszają penetrację zanieczyszczeń do około 15-20 m od krawędzi drogi – zależnie od gęstości zadrzewienia.
4. Bariery z zieleni powinny być stosowane wzdłuż obwodnic miast, gdyż skutecznie pełnią funkcję izolacyjną w odniesieniu do hałasu oraz zanieczyszczeń znajdujących się w powietrzu, a także pełnią funkcję ekologiczną, krajobrazową i poprawiają komfort jazdy kierowcy.
5. Duże obszary i obiekty gospodarki komunalnej powinny być wyposażone w pas zieleni izolacyjnej oraz zadrzewienia – tworzące przegrody wewnątrz obszaru emitującego zanieczyszczenia.
6. Małe obiekty przetwarzające osady ściekowe, powinny być otoczone odpowiednio zaprojektowaną barierą z zieleni w celu wyeliminowania rozprzestrzeniania się odorantów.
7. Naturalny kompleks leśny lub zadrzewienia wysokie w postaci odpowiednio zaprojektowanej bariery, eliminują uciążliwości wynikające z oddziaływania zanieczyszczeń punktowych i komunikacyjnych.

Bibliografia

Wykaz publikacji:

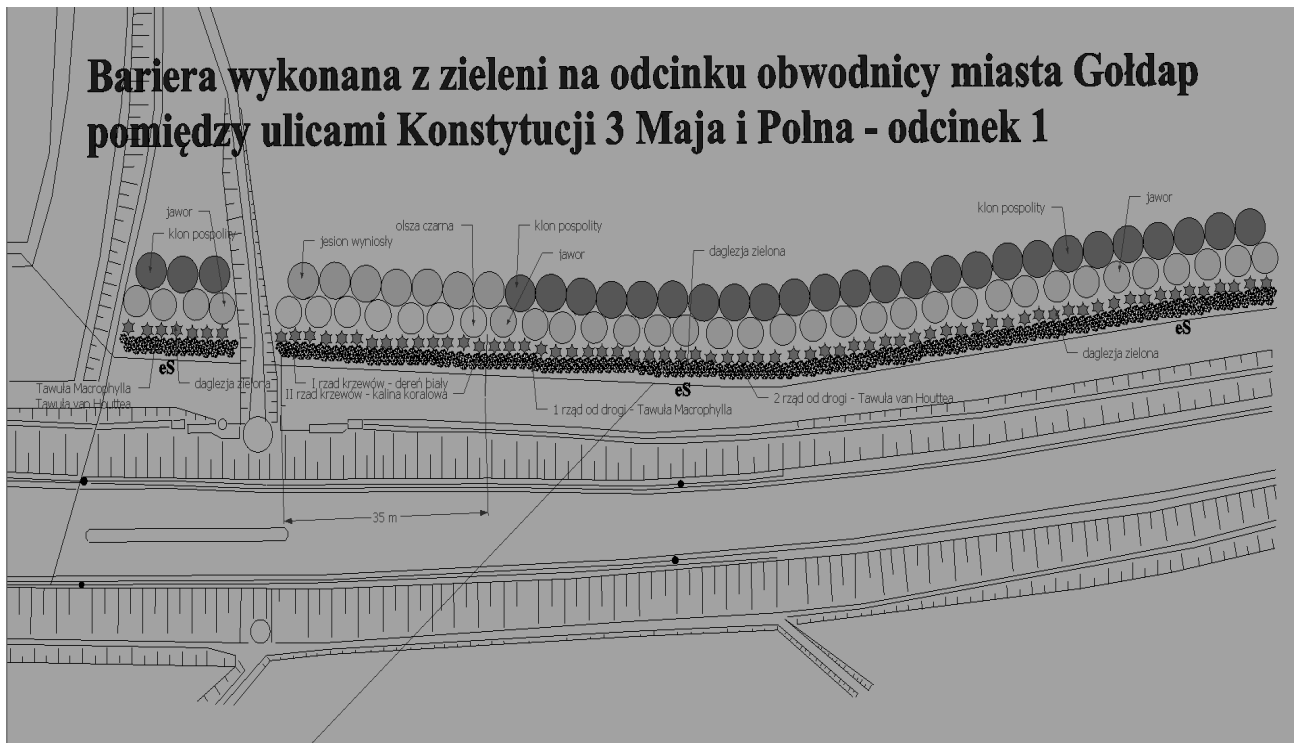
1. Bartocha A.(red.), Program ochrony powietrza dla aglomeracji białostockiej (powiatu grodzkiego białostockiego). ATMOTERM® S.A. Opole, 2008.
2. Barwiejuk J., Właściwości chemiczne gleb w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń komunikacyjnych na terenie zalesionym i otwartym, wybranych odcinków

dróg. Praca inżynierska. Politechnika Białostocka. Białystok, 2011.

3. Juda-Rezler K., Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa, 2006.
4. Kollender-Szych A., Niedźwiecki E., Malinowski R., Gleby miejskie wybrane zagadnienia dla studentów kierunku ochrona środowiska. Akademia Rolnicza w Szczecinie. Szczecin, 2008.
5. Mocek A., Drzymała S., Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Akademia Rolnicza w Poznaniu. Poznań, 2004.
6. Ołędzka-Graffstein I., Zagadnienia ochrony środowiska w otoczeniu dróg. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa, 1983.
7. Rup K., Procesy przenoszenia zanieczyszczeń w środowisku naturalnym. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa, 2006.
8. Siemieniuk N., Właściwości chemiczne gleb w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych do powietrza przez miasto Białystok. Praca inżynierska. Politechnika Białostocka. Białystok, 2011.
9. Słowikowska E., Właściwości fizyczno-wodne gleb w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń emitowanych do powietrza przez miasto Białystok. Praca inżynierska. Politechnika Białostocka. Białystok, 2011.
10. Strzyszczyński Z., Oddziaływanie przemysłu na środowisko glebowe i możliwości jego rekultywacji. Ossolineum. Wrocław, 1982.
11. Zabłocki Z.(i in.), Pozarolnicze obciążenie środowiska. AR w Szczecinie, Szczecin 1998.
12. Zawadzki S.(red.), Gleboznawstwo. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa, 1999.

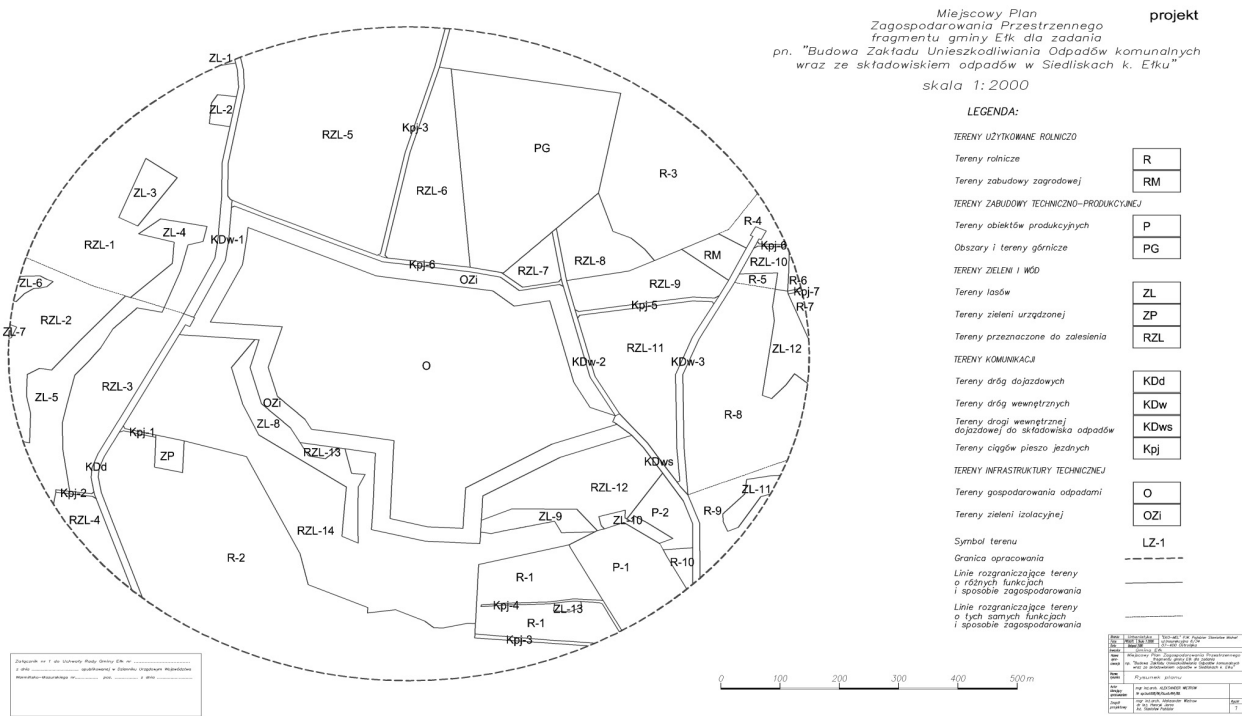
Wykaz dokumentów planistycznych:

13. Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego fragmentu gminy Ełk dla zadania „Budowa zakładu unieszkodliwiania odpadów komunalnych wraz ze składowiskiem odpadów w siedliskach k. Ełku”.
14. Projekt bariery wykonanej z zieleni na odcinku obwodnicy miasta Gołdap – odcinek drogi nr 65 pomiędzy ulicami Konstytucji 3 Maja i Polną.
15. Budowa wytwórni atestowanych nawozów organiczno-mineralnych na bazie osadów ściekowych zlokalizowanej na części działki (powierzchnia 1,5 ha) nr 267/1, wydzierżawionej od Edmunda Kociuby, położonej w obrębie geodezyjnym Lisy, gmina Banie Mazurskie, powiat Gołdap, województwo warmińsko-mazurskie.
16. Raport oddziaływania na środowisko wytwórni atestowanych nawozów mineralno-organicznych na bazie osadów ściekowych z komunalnych oczyszczalni ścieków, zlokalizowanej na działce nr 31/2 położonej w obrębie geodezyjnym Prętławki, w gminie Sępólno, powiat Bartoszyce, województwo warmińsko-mazurskie.



Bariera wykonana z zieleni na odcinku obwodnicy miasta Gołdap pomiędzy ulicami Konstytucji 3 Maja i Polna - odcinek 1

Rys 1.
źródło:[12]-Wykaz dokumentów planistycznych



Rys.2.
źródło: [11] – Wykaz dokumentów planistycznych