

BARBARA WALCZAK, TOMASZ CHUTKO*

**KONCENTRACJA CYNKU W GLEBACH, W RÓŻNYCH
ODLEGŁOŚCIACH OD KRAWĘDZI JEZDNI
NA PRZYKŁADZIE DROGI KRAJOWEJ NR 3
W OKOLICACH NOWEGO MIASTECZKA**

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki zawartości cynku form zbliżonych do ogólnych oraz potencjalnie dostępnych dla roślin w różnych odległościach od krawędzi jezdni przy drodze krajowej nr 3 w okolicy Nowego Miasteczka. Celem pracy było określenie zawartości cynku w glebie oraz ocena ilości w odniesieniu do obowiązujących norm.

Słowa kluczowe: gleba, cynk, obszary przydrożne

WSTĘP

Wraz z rozwojem cywilizacji, zwiększeniem ilości pojazdów oraz rozwojem dróg wraz z infrastrukturą pojawiają się pytania czy gleba, którą w większości wykorzystuje się rolniczo położona w pobliżu dróg nadaje się jeszcze do uprawy i czy ilość metali w niej przekracza dopuszczalne normy.

Na przestrzeni ostatnich lat, na świecie jak i w Polsce, ciągle wzrasta liczba pojazdów biorących udział w ruchu ulicznym, jest to głównym czynnikiem wpływającym na wzrost intensywności używania środków transportu. Na świecie na przestrzeni lat 1996-2004 nastąpił wzrost liczby zarejestrowanych aut z 670 mln do 790 mln, na podstawie prognoz i przewidywań szacuje się, że do roku 2020 liczba ta osiągnie poziom 1,2mld. W Polsce, w latach 1995-2006 nastąpił gwałtowny wzrost liczby aut (o 61%) osiągając liczbę 18mln, w tym 74,2% stanowią pojazdy osobowe, 13,3% to pojazdy ciężarowe i ciągniki siodłowe, 4,3% - motocykle, 0,5% - autobusy. Stąd poziomy stężenie szkodliwych związków (zanieczyszczeń) w powietrzu atmosferycznym wielokrotnie przekraczają normatywnie przyjęte wartości określone przez przepisy Unii Europej-

* Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Instytut Inżynierii Środowiska, Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

skiej oraz Światowej Organizacji Zdrowia. Niespełna 30% mieszkańców kontynentu europejskiego jest narażona na działania przekroczonych dopuszczalnych stężeń tlenków azotu i ozonu [Brzozowska i in. 2009].

Gleby zanieczyszczone poprzez transport drogowy charakteryzują się sporym zróżnicowaniem. Stopień zanieczyszczenia danej gleby poprzez metale ciężkie zależy od wielu czynników: danych właściwości gruntu, rzeźby terenu, siły i kierunku wiatru, natężeniem procesów erozyjnym oraz wieloma innymi, między innymi istotnymi procesami [Greinert 1998].

PRZEDSTAWIENIE OBIEKTU BADAŃ

Teren na którym został przeprowadzony pobór gleby położony jest w województwie lubuskim, w powiecie nowosolskim, oddalony jest ok. 4 km od miejscowości Nowe Miasteczko w kierunku południowo-wschodnim (trasa na Wrocław). Badany obszar zlokalizowany jest przy drodze krajowej nr 3 będącej częścią trasy europejskiej E65.

Droga E65 jest ważnym szlakiem komunikacyjnym łączącym północ i południe Europy. Rozciąga się od miasta Malmo położonego w Szwecji aż do Grecji a dokładniej miasta Chania. Dzięki wykorzystaniu portu w Świnoujściu oraz połączeń promowych pomiędzy Polską a Szwecją trasa E65 stała się jedną z ważniejszych tras transportu ładunków samochodami ciężarowymi z Europy Północnej do południowej.

Całkowita długość drogi wynosi 3950 km. Trasa Przebiega przez takie kraje jak: Szwecja, Polska, Czechy, Słowacja, Węgry, Chorwacja, Bośnia i Hercegowina, Czarnogóra, Kosowo, Macedonia i Grecja.

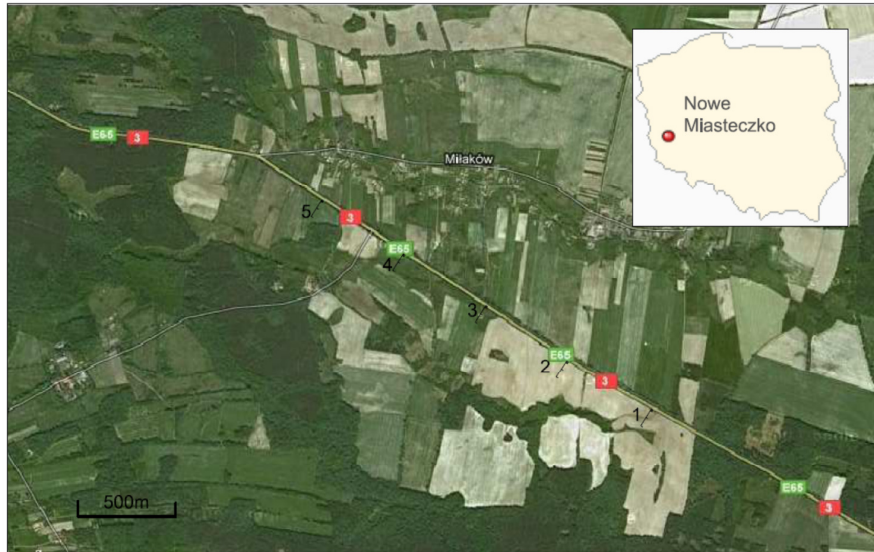
Dzięki swojemu położeniu i randze droga przy której zostały pobrane próby glebowe charakteryzuje się dość dużym natężeniem ruchu. W celu dokładnego rozeznania ilości samochodów poruszających się przy badanym obszarze zostały wykonane pomiary ilości aut poruszających się przy trasie. Wyniki pomiarów przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Natężenia ruchu przy drodze ekspresowej S3

Tab. 1. Traffic on the expressway S3

| Data | Godzina pomiaru | Ilość aut | |
|------------|-----------------|-----------|-------------|
| | | osobowych | ciężarowych |
| 21.03.2011 | 17-18 | 552 | 160 |
| 25.03.2011 | 13-14 | 668 | 216 |

Na rysunku 1 został przedstawiony obszar badany i jego lokalizacja na tle konturu Polski. Numery 1, 2, 3, 4, 5 przedstawiają rzędy, z których pobierano gleby. Dokładne rozmieszczenie punktów wraz z naniesionymi odległościami i nazwami zostało przedstawione na rys. 1.



Rys. 1. Lokalizacja miejsca poboru prób [<http://mapy.google.pl/>]
Fig. 1. Location of the sampling [<http://mapy.google.pl/>]

Obszar z którego pobierano próbki jest przeznaczony pod użytkowanie rolnicze. Charakteryzuje się płaską rzeźbą terenu pozbawioną większych spadków czy jakichkolwiek zagłębień. Nie porasta go żadna roślinność drzewiasta ani krzaczasta z wyjątkiem pasa drzew wzdłuż jezdni. Dokładny wygląd można zaobserwować na fot. 1 i 2.



Fot. 1. Miejsce poboru próbek oraz fragment drogi
Phot. 1. Sampling location and a part of the road



Fot. 2. Miejsce poboru próbek
Phot. 2 Sampling location

Najbliższą miejscowością jest Nowe Miasteczko, jest ono oddalone od badanego rejonu o ok. 4 km. Jest to niewielkie miasto o powierzchni 3,29 km² oraz liczbie ludności wynoszącej 2825 osób.

Przemysł jest słabo rozwinięty w mieście i gminie Nowe Miasteczko. Na przestrzeni lat liczba firm zarejestrowanych wahała się w okolicy 250 z czego większość (97,7%) tworzyły podmioty prywatne.

Do największych zakładów przemysłowych i pracodawców na terenie gminy można zaliczyć:

- Fabrykę Mebli powstałą przed II wojną światową,
- Zakłady produkujące ozdoby ogrodowe – „Krasnale”.

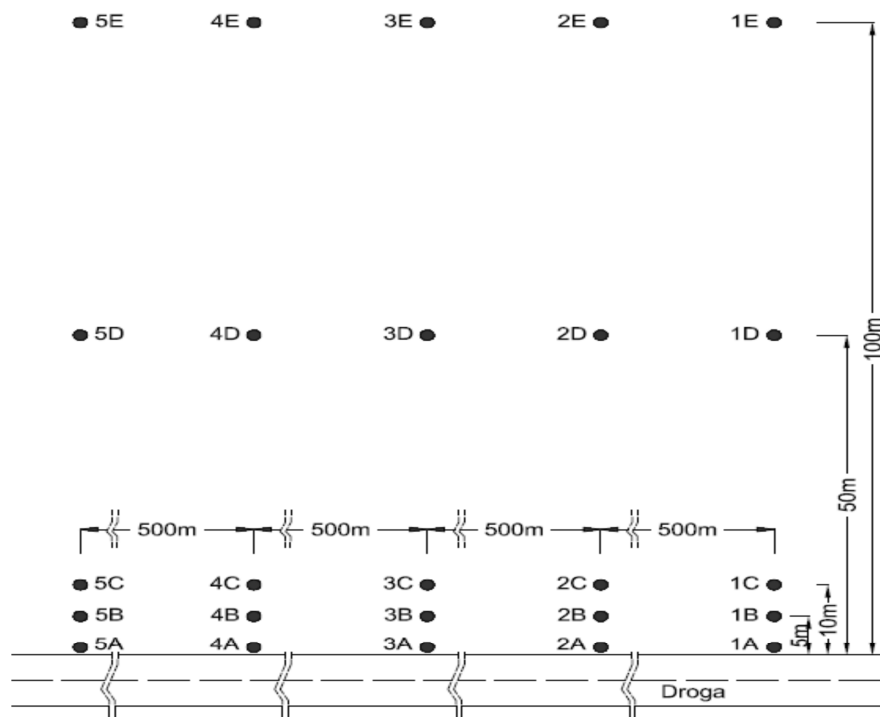
Dane meteorologiczne dla opisywanego obszaru w 2006 r. [Fedak (red.) 2007]:

- średnia temperatura powietrza (9,7°C),
- roczna suma opadów (443 mm),
- średnia prędkość wiatru (2,7 m·s⁻¹),
- usłonecznienie (1934 h),
- średnie zachmurzenie (5,2 oktanów).

Metodyka badań

Punkty pomiarowe zostały zlokalizowane w równej odległości od siebie co 500 m po jednej stronie drogi krajowej nr 3 będącej częścią trasy europejskiej E65. Z dala od zabudowań miejskich. Wybierając lokalizację kierowano się dużym natężeniem ruchu drogowego przy danej trasie. Wyznaczono 25 punktów pomiarowych (1.A, 1.B, 1.C, 1.D, 1.E, 2.A, 2.B, 2.C, 2.D, 2.E, 3.A, 3.B, 3.C, 3.D, 3.E, 4.A, 4.B, 4.C, 4.D, 4.E, 5.A, 5.B, 5.C, 5.D, 5.E), których rozmieszczenie zostało przedstawione graficznie na rys nr 2, rozmieszczonych w 5 rzędach oddalonych od siebie o 500m. Każdy rząd składał się z 5 miejsc pomiarowych oddalonych od krawędzi jezdni o następujące odległości:

- pobór próbki 1 (1.A) – przy krawędzi jezdni,
- pobór próbki 2 (1.B) – 5 m od krawędzi jezdni,
- pobór próbki 3 (1.C) – 10 m od krawędzi jezdni,
- pobór próbki 4 (1.D) – 50 m od krawędzi jezdni,
- pobór próbki 5 (1.E) – 100 m od krawędzi jezdni,



Rys. 2. Schemat rozmieszczenia punktów poboru gleby
 Fig. 2. Schematic layout of the soil sampling points

Poboru próbek dokonano 25 października 2010 roku. z głębokości od 0 cm do 20 cm za pomocą metalowego szpadla. Gleba z każdego z punktów była pobierana jako próba zbiorowa z 3 wykopów a następnie wymieszana. Z jednego miejsca poboru pobrano ok. 0,5-1 kg ziemi, która została wsypana do kartonowego pudełka i odstawiona do laboratorium w celu wyschnięcia.

W pobranych próbkach glebowych analizowano właściwości fizykochemiczne oraz ilość cynku:

- skład granulometryczny gleb oznaczono za pomocą metody Casagrandy zmodyfikowaną poprzez Prószyńskiego (PN-R04033 i 04044),
- pH gleb oznaczono za pomocą potencjometru, w roztworach: wodnym oraz w 0,01 molowy, roztworze CaCl_2 ,
- zasolenie oznaczono konduktometrycznie,
- zawartość Zn w formie ogólnej w badanych próbkach glebowych, oznaczono za pomocą metody spektrometrii absorpcji atomowej AAS FL, w wyciągach uzyskanych po spaleniu w piecu muflonowym w temperaturze 550°C

a następnie rozтворzeniu w wodzie królewskiej oraz form łatwo dostępnych po rozтворzeniu w 0,1 M HCl bez spalania w piecu.

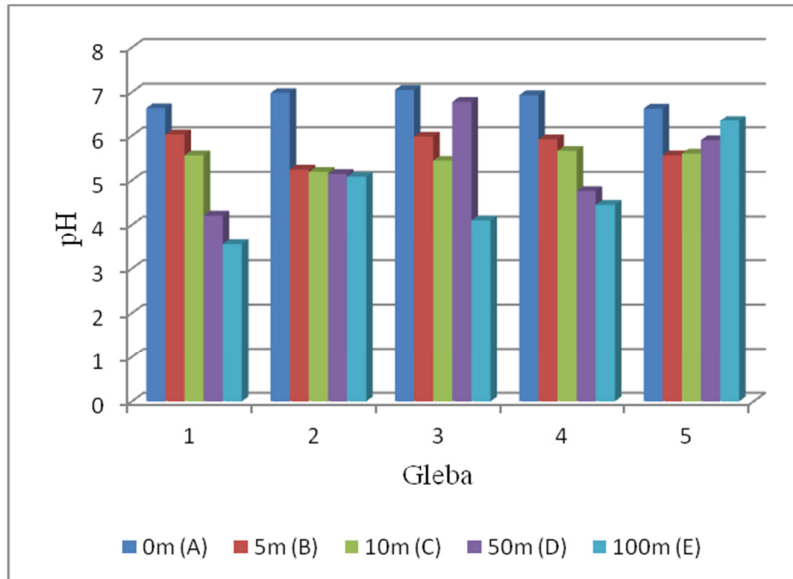
WYNIKI

Większość próbek glebowych określono jako piasek luźny z wyjątkiem 5E, którą określono jako piasek słabo gliniasty

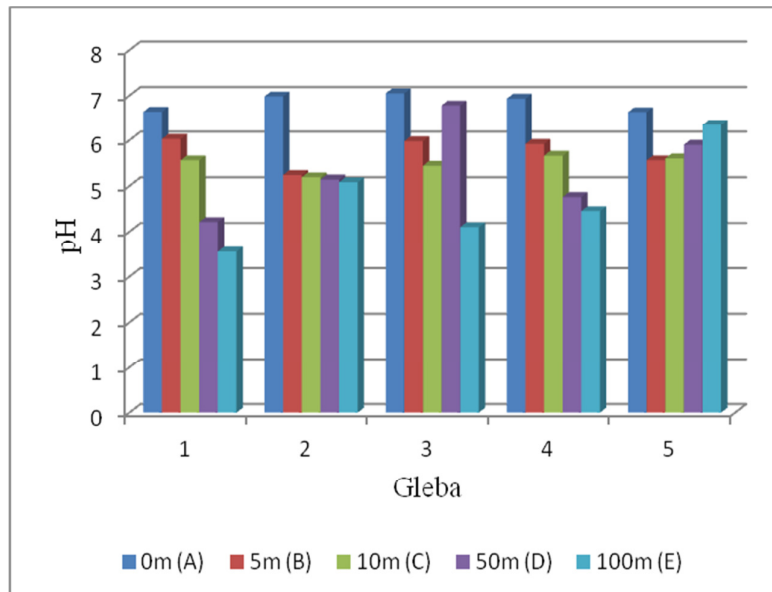
Na wykresie 1 przedstawiono wartości odczynu badanych próbek glebowych w wodzie. Największą wartość zanotowano w glebie pobranej w punkcie 3A, gdzie uzyskano wartość 7,46, zaś najniższą w glebie pobranej w punkcie 1E, gdzie odnotowano wartość 3,8. Badane gleby wykazywały odczyn od silnie kwaśnego do obojętnego.

Na wykresie 2 przedstawiono wartości odczynu badanych próbek glebowych w 0,01 M CaCl₂. Największą wartość zanotowano w glebie pobranej w punkcie 3A, gdzie uzyskano wartość 7,05, zaś najniższą w glebie pobranej w punkcie 1E, gdzie odnotowano wartość 3,55. Badane gleby wykazywały odczyn od silnie kwaśnego do obojętnego.

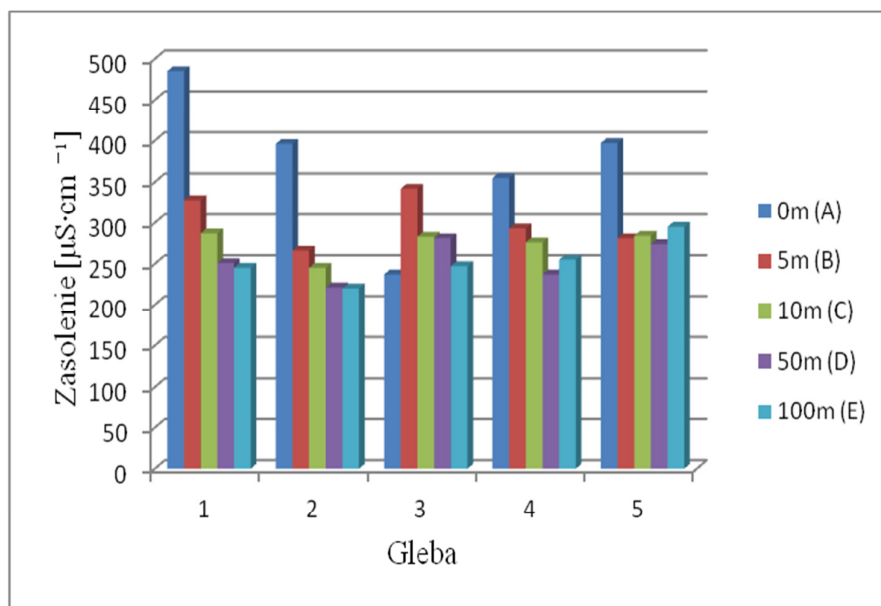
Na wykresie 3 przedstawiono wartości zasolenia badanych próbek glebowych. Największą wartość zanotowano w glebie pobranej w punkcie 1A, gdzie uzyskano wartość 485 μS·cm⁻¹ zaś najniższą w glebie pobranej w punkcie 2E, gdzie odnotowano wartość 220 μS·cm⁻¹. Średnie wartości wynosiły, dla punktów: położonych przy drodze 374 μS·cm⁻¹, oddalonych 5 m od drogi 302 μS·cm⁻¹, oddalonych 10 m od drogi 275 μS·cm⁻¹, oddalonych 50 m od drogi 252,8 μS·cm⁻¹, oddalonych 100 m od drogi 252,4 μS·cm⁻¹.



Wykres 1. Odczyn próbek glebowych w wodzie
Graph 1. The pH of soil samples in water



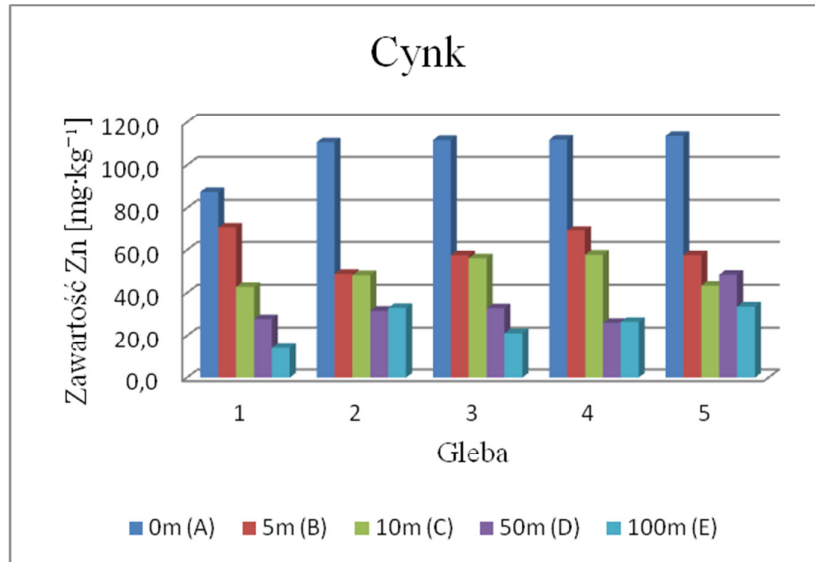
Wykres 2. Odczyn próbek glebowych w 0,01 M CaCl₂
Graph 2. The pH of soil samples in 0,01 M CaCl₂



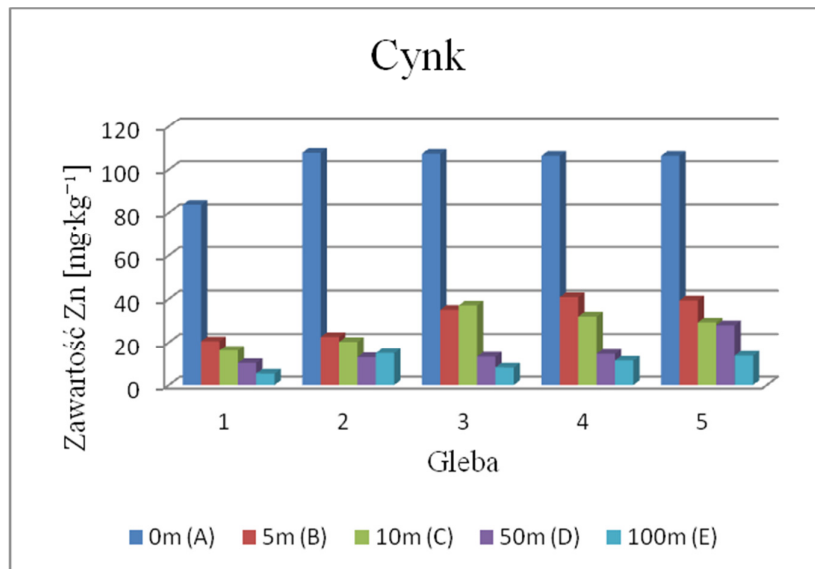
Wykres 3. Zasolenia próbek glebowych
Graph 3. Sainity of soil samples

Na wykresie 4 przedstawiono zawartości cynku rozpuszczonego w wodzie królewskiej. Największą wartość zanotowano w glebie pobranej w punkcie 5A, gdzie uzyskano wartość $113,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ zaś najniższą w glebie pobranej w punkcie 1E, gdzie odnotowano wartość $14,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Średnie wartości wynosiły, dla punktów: położonych przy drodze $107,07 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oddalonych 5 m od drogi $60,82 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oddalonych 10 m od drogi $49,69 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oddalonych 50 m od drogi $33,38 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oddalonych 100 m od drogi $25,68 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Na wykresie 5 przedstawiono zawartości cynku rozpuszczonego w 0,01 M HCl. Największą wartość uzyskano w glebie pobranej w punkcie 2A, gdzie zanotowano wartość $107,77 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ zaś najniższą w glebie pobranej w punkcie 1E, gdzie uzyskano wartość $5,31 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Średnie wartości wynosiły, dla punktów: położonych przy drodze $102,27 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oddalonych 5 m od drogi $31,62 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oddalonych 10 m od drogi $26,85 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oddalonych 50 m od drogi $15,75 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, oddalonych 100 m od drogi $10,64 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

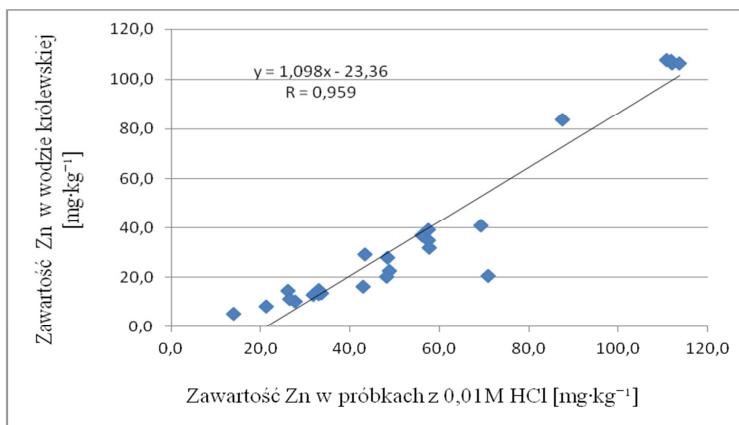


Wykres 4. Zawartość cynku rozpuszczonego w wodzie królewskiej w próbkach glebowych
Graph 4. The content of zinc dissolved in aqua regia in soil samples



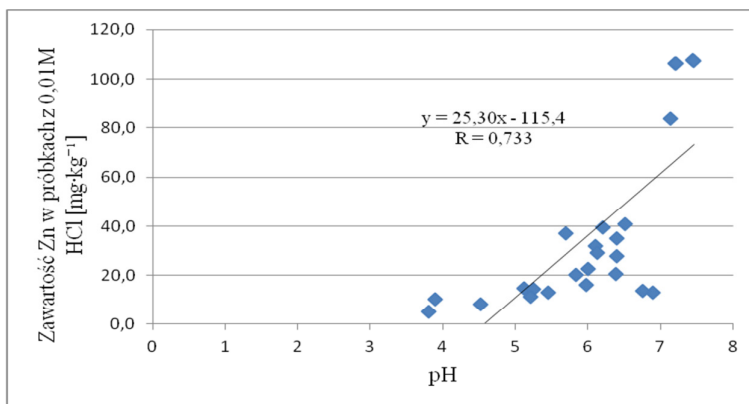
Wykres 5 Zawartość cynku w próbkach glebowych z 0,01 M HCl
Graph 5. The content of zinc dissolved in 0,01 M HCl in soil samples

Na wykresie 6 przedstawiono współzależność pomiędzy formą łatwo przyswajalną cynku od zawartości formy całkowitej. Analiza korelacji wykazała, że większość z tych cech zależy wysoce istotnie od siebie.



Wykres 6. Korelacja pomiędzy zawartością Zn rozpuszczonego w wodzie królewskiej w próbkach glebowych a zawartością Zn w 0,01M HCl
Graph 6. The correlation between the content of Zn dissolved in aqua regia in soil samples and the content of Zn in 0,01 M HCl

Na wykresie 7 przedstawiono współzależność pomiędzy wartością pH od formy łatwo przyswajalnej cynku. Analiza korelacji wykazała, że większość z tych cech zależy wysoce istotnie od siebie.



Wykres 7. Korelacja pomiędzy zawartością Zn rozpuszczonego w 0,01M HCl a wartością pH
Graph 7. The correlation between the content of Zn dissolved in 0,01 M HCl and pH

DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników stwierdza się, że odczyn badanych gleb jest kwaśny, towarzyszą mu niewielkie ilości frakcji ilastej. Identyczne zjawisko zaobserwował Malczak i Kędzią [1996] stwierdził, że gleba charakteryzowana przez takie parametry wykazuje małą buforowość a tym samym są słabej odporności na zanieczyszczenia chemiczne.

Zawartość cynku w badanych próbach glebowych wahała się w granicach od ok. $5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ do ok. $113 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ dla cynku rozpuszczonego w wodzie królewskiej w próbach glebowych (forma zbliżona do ogólnej) i od ok. $5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ do ok. $107 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ dla cynku rozpuszczonego w $0,01 \text{ M HCl}$ (forma łatwo przyswajalna). Wartość przeciętna tego pierwiastka w glebach kształtuje się na poziomie $10\text{-}50 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ [Greszta 2002], a średnia zawartość cynku dla wszystkich nie zanieczyszczonych gleb Polski wynosi $40 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Podobnie zależności można zaobserwować w glebach krajów sąsiednich [Kabata-Pendias 1999].

Wartości cynku w próbach glebowych wskazuje, że eksploatacja drogi wywiera duży wpływ na wartości tego pierwiastka. Stwierdzono, że w miarę oddalania się od krawędzi jezdni wartość cynku maleje. Wielu autorów w swoich pracach zauważyło podobne zależności. Według Malczyka i Kędzi [1996], na terenach otwartych następuje spadek stężenia metali ciężkich (w tym cynku) wraz ze wzrostem odległości od drogi. Podobne wyniki obrazujące stopniowy spadek Zn w miarę oddalania się do krawędzi drogi uzyskali [Czarnowska i in. 2002].

Największe stężenie cynku uzyskano tuż przy krawędzi jezdni jest to zgodne z wyżej cytowanymi pozycjami literaturowymi. Jednakże badając wpływ drogi na zanieczyszczenie metalami ciężkimi warto porównać te wartości z zawartością metali ciężkich w mieście. Zestawiając uzyskane wartości z wartościami uzyskanymi przez Walczak [2010] stwierdza się, że w mieście w niektórych rejonach jezdni stężenie cynku może być o wiele większe niż w glebach pobranych tych przy krawędzi jezdni. Wartości Zn w pyłe ulicznym miast kształtuje się w przedziale $8\text{-}279 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, wpływ na tak duże wahania tej wartości w punktach pobranych w ze zmiotek z krawędzi jezdni świadczą o tym, że większość miasta to powierzchnie szczelne a opady atmosferyczne i ukształtowanie tereny wpływają wymywanie metali do kanalizacji lub na niżej położone obszary.

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że im dalej od krawędzi jezdni to cynk przyjmuje wartości naturalne, obserwuje się to w większości prób glebowych pobranych w odległości 10 m lub 50 m od krawędzi jezdni. Podobnych wniosków w swoich badaniach dopatrzyli się: Czarnowska i in. [2002].

Rozpatrując gleby pod kątem wykorzystanie rolniczego stwierdza się, że glebę zalicza się do II stopnia zanieczyszczenia ze względu na zawartość cynku w próbkach pobranych tuż przy krawędzi jezdni. (na podstawie porównania do wartości granicznych sporządzonych przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa). Oznacza to, że gleby są słabo zanieczyszczone a uprawiając ro-

ślinność należy uważać, gdyż istnieje możliwość chemicznego zanieczyszczenia roślin. Oddalając się od krawędzi jedni zauważalny jest spadek zanieczyszczenia gleb na I stopień na odcinkach położonych 5 m od krawędzi jezdni. Gleby położone dalej niż 5 m wolne są od zanieczyszczeń i zawartość metali ciężkich, charakteryzuje je 0 stopień zanieczyszczenia mówiący o śladowych ilościach badanego pierwiastka.

Rozpatrując glebę pod kontem wykorzystanie rolniczego i porównując uzyskane wartości z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi, które nie kwalifikuje terenu na którym przeprowadzono badania do możliwości prowadzenie ekologicznego rolnictwa, ze względu na przekroczenie progowej wartości Zn która na tych obszarach nie powinna być większa niż $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ dla gleb zawierających do 20% frakcji spławianej.

W pracy zauważono zależność, że zawartość cynku jest ściśle powiązana z ilością węgla organicznego. Do identycznych wniosków doszli Malczyk i Kędzia [1996] badając obecność metali ciężkich w glebach leśnych wzdłuż drogi wylotowej Bydgoszcz-Inowrocław.

Na podstawie uzyskanych wyników zauważono, że zawartość cynku w formie łatwo rozpuszczalnej w próbach glebowych pobranych tuż przy krawędzi jezdni jest niemal identyczna jak zawartość tego pierwiastka w formie ogólnej. Na tej podstawie stwierdza się, że jest bardzo mobilnym pierwiastkiem oraz łatwo przyswajalnym poprzez organizmy żywe. Podobne obserwacje uzyskał Siuta [1995] stwierdzając, że cynk zaliczany jest on do najbardziej ruchliwych pierwiastków w glebie oraz jego występowanie w łatwo rozpuszczalnej formie sprzyja łatwemu przyswajaniu go przez rośliny.

Na rozpatrywanym obszarze całkowite stężenia Zn, nie przekroczyło dopuszczalnych wartości granicznych wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi, dla gruntów które są zaliczane do grupy B obejmującej użytki rolne oraz grupy C określającej tereny przemysłowe, użytki kopalniane i tereny komunikacyjne.

WNIOSKI

Badania wykazały iż droga komunikacyjna ma duży wpływ na zawartość cynku w glebie:

- w większej odległości od jezdni koncentracja cynku w glebie jest mniejsza,
- stężenie cynku w glebie nie przekracza norm dla Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska z dnia 9 września 2002 r. dla grupy B i C
- stężenie cynku w glebie nie spełnia wymogów Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 21 marca 2002 r.

LITERATURA

1. BRZOZOWSKA L., BRZOZOWSKI K., DRĄG Ł.; *Transport drogowy a jakość powietrza atmosferycznego*. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009
2. CZARNOWSKA K., CHKIBIUK M., KOZANIECKA T.; *Pierwiastki śladowe w glebach uprawnych wokół Warszawy*, Rozwój SGGW, Warszawa 2002
3. DOBRZAŃSKI B., ZAWADZKI S.; *Gleboznawstwo*. Wydanie III poprawione, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1995
4. FEDAK R. (red.); *Województwo lubuskie 2007*. Wydział Poligrafii Urzędu Statystycznego we Wrocławiu, Wrocław 2007
5. GREINERT A.; *Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa i ochrony gleb*. Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej, Zielona Góra 1998
6. GRESZTA J., GRUSZKA A., KOWALKOWSKA M.; *Wpływ immisji na ekosystem*, Wydawnictwo Naukowe Katowice, Katowice 2002
7. KEBATA-PENDIAS A., PENDIAS H.; *Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999
8. MALCZYK P., KĘDZIA W.; *Metale ciężkie w glebach leśnych wzdłuż drogi wylotowej Bydgoszcz-Inowrocław*. Rozwój SGGW, Warszawa 1996
9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi
10. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 marca 2002 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń metali ciężkich zanieczyszczających glebę
11. WALCZAK B.; *Lead and zinc in the street dust of Zielona Góra, Poland*. Environmental Engineering III. Taylor & Francis Group, London 2010

**CONCENTRATION OF ZINC AT DIFFERENT DISTANCES
FROM EDGE OF ROAD EXAMPLE NATIONAL ROADS NO 3
NEAR NOWE MIASTECZKO**

S u m m a r y

The results of zinc forms similar to the general and potentially available to plants at different distances, ranging from the edge of the road at the national road No. 3 in the area of Nowe Miasteczko. The aim of this study was determine the zinc content in the soil and evaluate the amount in relation to the standards.

Key words: soil, zinc, roadside areas