

RÓŻA FRUZIŃSKA*

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNE GLEB TERENU PRZEMYSŁU METALOWEGO

Streszczenie

Przeprowadzone badania właściwości fizyczno-chemicznych gleby (pozostałość po prażeniu, pH-H₂O, pH-KCl, Hh, S, T, V, EC) z terenu przemysłowego wykazało istotne zmiany w odniesieniu do gleb naturalnej genezy. Wyniki badań próbek odbiegały od typowych wartości dla gleb obszarów miejskich. Zanieczyszczenie powierzchniowej warstwy gleby (0-20 cm) zostało wywołane prowadzoną na terenie zakładu działalnością przemysłową oraz powierzchniową depozycją gruzu budowlanego oraz żużlu.

Słowa kluczowe: przemysł metalowy, gleba, zanieczyszczenia, domieszki antropogeniczne

Wprowadzenie

Wieloczynnikowa, skumulowana degradacja środowiska występuje we wszystkich aglomeracjach przemysłowych i w rejonach, gdzie zlokalizowane są uciążliwe zakłady przemysłowe [Siuta, Kucharska 1997]. W Zielonej Górze, na przełomie wielecia, wiele zakładów przemysłowych powstawało, działało, po czym zostało zamkniętych lub zmieniono ich charakter. Jednak do dnia dzisiejszego funkcjonują zakłady o charakterze przemysłowym, które z racji realizowanej produkcji wpływają na stan środowiska gruntowego. Jednym z takich miejsc jest teren zakładu Zastal S.A.

Założenie fabryki – filii Dolnośląskich Zakładów Budowy Maszyn w Zgorzelcu (Niederschlesischen Maschinenbau Gessellschaft vormals Conrad Schmidt) datuje się na dzień 1 grudnia 1876. Fabrykę ulokowano na obrzeżach miasta. Fot. 1 pokazuje towarzyszące fabryce nieliczne zabudowania mieszkalne (od strony południowej oraz wschodniej) oraz tereny o niegdyś rolniczym przeznaczeniu na północ od zakładu.

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

W powstałej fabryce produkowano konstrukcje stalowe, mosty, wagony. Przed wybuchem oraz w trakcie trwania II wojny światowej produkowano wagony-cysterny do przewozu paliwa, mosty, kadłuby łodzi podwodnych (U-bootów). Po 1924 r., przez krótki czas produkowano samochody i autobusy. Ponadto naprawiano tam sprzęt wojskowy oraz zajmowano się produkcją broni oraz amunicji [Eckert 1980].



Fot. 1. Lokalizacja fabryki na tle północnych rubieży XIX wiecznego miasta Grünberg in Schl. [ze zbiorów Muzeum Ziemi Lubuskiej]

Phot. 1. Location of the factory on background of the northern areas of the XIXth century in Grünberg Schl. [from the collections of Museum of Ziemia Lubuska]

Od ponad 130 lat zakład funkcjonuje i produkuje wagony oraz wykonuje konstrukcje metalowe. Kilkakrotnie zmieniano jego nazwę, profil produkcji pozostał jednak wciąż ten sam. Część obszaru dzierżawią podmioty nie związane z przemysłem metalowym, ale najstarsza część zakładu wciąż wykorzystywana jest w celach produkcyjnych. Z racji tak długotrwałego prowadzenia wyspecjalizowanej działalności istnieje prawdopodobieństwo negatywnego oddziaływania na środowisko przyrodnicze, w tym na środowisko gruntowo-wodne. Istotną kwestią jest lokalizacja zakładu wobec zabudowań mieszkalnych. Przez szereg lat funkcjonowania zakładu został on otoczony ze wszystkich stron zabudową tego rodzaju. Od północy, wschodu i zachodu badany teren otaczają tereny zabudowy mieszkaniowej, od domów jednorodzinnych przez domy wielorodzinne i wieżowce (os. Dolina Zielona na wschodzie). Istotną kwestią jest

fakt, że oprócz wpływu na tereny bezpośrednio zajęte przez zakład może on wpływać na degradację terenów otaczających.

Celem pracy było określenie czy i jak funkcjonowanie zakładu wpływa na podstawowe właściwości fizyczno-chemiczne gleb pokrywających teren przemysłowy zakładu Zastal S.A. w Zielonej Górze.

Czynniki degradacji industrioziemów

Przez wiele lat zaniedbywano działania chroniące środowisko oraz nie poświęcano należytej uwagi rekultywacji zdegradowanej powierzchni ziemi. Spowodowało to nasilenie procesów degradacji środowiska. Presja społeczna oraz międzynarodowa wymusiły podjęcie badań procesów i zjawisk degradacji na terenach przemysłowych oraz będących w zasięgu szkodliwego oddziaływania obiektów przemysłowych [Siuta, Żukowski 2008].

Na degradację terenów przemysłowych wpływa wiele różnych czynników. Są one mniej lub bardziej związane z produkcją, procesami przygotowawczymi, magazynowaniem materiałów produkcyjnych lub gotowych, przygotowanych do sprzedaży produktów.

Przeprowadzane analizy terenów przemysłowych wskazywały na wiele czynników prowadzących do degradacji terenów zarówno zajętych przez fabryki, jak również przyległych do tych obszarów [Siuta, Żukowski 2008]. Degradacja gleb może przejawiać się zniekształceniem budowy profilu glebowego, uszkodzeniem lub całkowitym zniszczeniem poziomu próchniczego, zmianą warunków powietrzno-wodnych. Równie istotnymi czynnikami wpływającymi na stan gleby są działania zmierzające do zmiany chemicznego składu gleb, przesunięcie równowagi kwasowo-zasadowej, zasolenie, zmiana warunków tlenowych określane metaboliczną intoksykacją czy mechaniczne zanieczyszczenia gleby (gruz z rozbieranych budynków, nawierzchni utwardzonych, opakowania, materiały ceramiczne różnego pochodzenia) [Siuta 1998].

Każdy wymieniony czynnik z osobna, jak i wszystkie razem wywierają ogromny wpływ na funkcjonowanie gleby. Zjawisko oddziaływania człowieka na glebę nazywa się antropopresją i łączy w sobie celowe, jak i niezamierzone czynności mające zazwyczaj negatywny wpływ na środowisko glebowe. Działalność przemysłowa jest jednym z tych rodzajów ludzkiej aktywności, który w sposób szczególnie zaburza delikatną równowagę gleby.

Silna antropopresja na badanym obszarze widoczna jest w odniesieniu do budowy profilu glebowego. Przejawia się to obecnością materiałów obcych jak żużel czy gruz w powierzchniowych warstwach gleby. Zmiany w profilu gleby prowadzą do przerwania połączeń strukturalnych między warstwami glebowymi oraz zerwanie połączeń tworzonych przez pory glebowe. Stanowi to utrudnienie lub całkowite uniemożliwienie pionowego przemieszczania się składni-

ków w glebie [Greinert 2000]. Zarówno gruz jak i żużel były wykorzystywane do wyrównywania terenu. Z wyników badań geologiczno-inżynierskich wynika, że na terenie fabryki stosowano gruz oraz żużel do niwelacji nawet do głębokości 2,0 m [Atlas Zielona Góra 1966-1977]. Wykorzystanie na terenie zakładu gruzu oraz żużlu wpływa na właściwości fizykochemiczne gleby.

Niektóre rodzaje zdeponowanych materiałów budowlanych posiadają właściwości obojętne dla środowiska z chemicznego punktu widzenia. Są to m.in.: ceramika i klinkier budowlany, płytki ceramiczne, porcelana i fajans sanitarny [Hupka i in.] Jednak gruz to także beton, cegła wapienno-piaskowa, tynk wapienno-cementowy, zaprawa murarska. Cegła wapienno-piaskowa o uziarnieniu < 0,1 mm powoduje zmianę odczynu do 9,5 natomiast o średnicy 0,5-1 mm pH=8,5, przy 5-8 mm pH=7,5. Istnieje zależność pomiędzy stopniem rozdrobnienia gruzu a szybkością i wielkością zmian odczynu. Układ z ziarnami 5-8 mm i większymi wykazuje wzrost zasadowości w większym czasie [Hupka i in. 2004]¹ Inaczej wygląda sytuacja, gdy zdeponowany w glebie gruz ma w swoim składzie materiały składające się z gipsu jak tynk gipsowy czy płyty gipsowo-kartonowe. Gips w kontakcie z wodą ulega rozkładowi, którego produktami są jony ujemne SO_4^{2-} . Powstałe jony siarczanowe powodują zakwaszenie środowiska.

Zdeponowany gruz oddziałuje na glebę nie tylko chemicznie. Gruz wykorzystany do niwelacji terenu jest poddany kruszeniu na większe lub mniejsze kawałki. Przez utworzone w ten sposób szczeliny zanieczyszczenia wraz z wodą opadową szybciej rozprzestrzeniają się w głąb profilu glebowego. Stwarza to niebezpieczeństwo dla czystości wód podziemnych, mogą przeniknąć do nich związki powstałe z degradacji gruzu oraz związki z osadów wytworzonych w wyniku działalności przemysłowej. Obecność w glebie gruzu wpływa na wielkość retencji wody. Domieszka jak gruz czy żużel nie ma zdolności zatrzymywania w swojej strukturze wody. Przyspiesza to przenikanie wody w głąb profilu i woda staje się niedostępna dla roślin. Ponadto gleby składnikowe wykazują zazwyczaj nadmierne zagęszczenie w wyniku stosowania ciężkiego sprzętu budowlanego. Stanowi to utrudnienie dla swobodnego przepływu wody i gazów oraz dla korzenia się roślin.

Używany w celu niwelacji żużel zaburza właściwości gleb. Żużel jest materiałem odpadowym, zanieczyszczonym. Używanie go do wyrównywania terenu czy utwardzania dróg jest szybkim sposobem na zanieczyszczenie gleby. Zdeponowany na terenie zakładu Zastal żużel pochodził prawdopodobnie z lokalnej kotłowni opalanej lokalnie wydobywanym węglem brunatnym². Wody opadowe

¹ Wyniki uzyskane w wyniku aktualizacji wody przez rozdrobniony materiał budowlany kontaktowany z wodą przez 3 minuty w 10-procentowej zawiesinie wodnej [Hupka i in.2004].

² Do roku 1948 w podzielonogórskich miejscowościach wydobywano węgiel brunatny.

wyplukują z niego zanieczyszczenia i transportują w głąb profilu glebowego. Często żużel łączono z wapnem, stąd jego wpływ na właściwości gleb.

Zanieczyszczanie gleb ma związek z rodzajem produkcji terenu przemysłowego. W przypadku przemysłu metalowego mamy do czynienia z procesami spawania, malowania, suszenia, czyszczenia blach i profili, szlifowania i in. [Zwierzyńska, Kałymon 2000]. Zanieczyszczenia lotne opadające na powierzchnię ziemi mogą zmieniać jej właściwości fizykochemiczne. Głównymi zanieczyszczeniami, które osadzając się na powierzchni ziemi lub opadając razem z deszczem, mogący wpływać na właściwości gleb są: pył, dwutlenek siarki (ze spalania oleju opałowego), dwutlenek azotu i tlenek węgla (ze spalania oleju opałowego oraz płynnego gazu propan), aceton i toluen (z procesu mycia w kabinach lakierniczych), alkohol benzyłowy oraz alkohol butylowy, etylobenzen, ksylen, metyloizobutyloketon, mezytylen, octan butylu, propylobenzen, węglowodory alifatyczne oraz aromatyczne (z procesów malowania) [Zwierzyńska, Kałymon, 2002]. Wśród wymienionych związków znajdują się węglowodory aromatyczne (toluen, etylobenzen, ksylen, mezytylen, propylobenzen). Mają one wpływ na wszystkie cechy gleby m.in. podwyższają wartość pH [Greinert, Greinert za Sołncewa, Nikiforowa, 1999].

Tab. 1. Wyniki badań geologiczno-inżynierskich [Atlas Zielonej Góry 1969-1977]

Tab. 1. Results of geological and engineering researches [Atlas of Zielona Góra 1969-1977]

Nr próbek	Rodzaj podłoża i głębokość zalegania						Poziom wody
1	0,0-0,6	0,6-10,0	10,0-11,8	-	-	-	-
	Nasyp (piasek, kamienie, gruz)	Piasek średni	Pospółka	-	-	-	
2	0,0-0,6	0,6-8,0	Otwór suchy	0,0-0,5	0,5-4,0	4,0-8,0	Otwór suchy
	Nasyp (gruz)	Piasek średni z domieszką żwiru		Gleba	Piasek średni	Piasek średni	
3	0,0-2,0	2,0-2,2	2,2-2,6	2,6-6,2	6,2-9,0	9,0-12,0	17,7m
	b.d.	piasek	Żwir gruby	Piasek drobny	Żwir drobny	Żwir gruby	
4	0,0-1,3	1,3-1,9	1,9-5,0	5,0-12,0			Otwór suchy
	Nasyp	Piasek	Piasek	Gлина	.	.	

5	(gruz)	drobny	średni	zwięzła			Otwór suchy
	0,0-1,3	1,3-1,9	1,9-5,0	5,0-12,0	-	-	
6	Nasyp (gruz)	Piasek drobny	Piasek średni	Gлина zwięzła z kamieniami	-	-	Otwór suchy
	0,0-1,0	1,0-1,5	1,5-8,0	-	-	-	
8	Gleba	Piasek drobny	-	-	-	-	Otwór suchy
	0,0-0,3	0,3-8,0	-	-	-	-	
9	Nasyp (gleba)	Nasyp (gleba, żużel)	Nasyp (piasek średni)	Piasek średni z dom. żwiru	Piasek gliniasty	Lignit	4,2m
	0,0-0,4	0,4-1,0	1,0-2,5	2,5-6,0	6,0-7,0	7,0-8,0	

Metodyka badań

Metodykę pobierania próbek opracowano w oparciu o normę PN-ISO 10381-1:2008. Obszar badań podzielono na kwatery. Wybierano obszary nieutwardzone, zlokalizowane w miejscach, w pobliżu których odbywa się produkcja. Z każdej kwatery pobrano próbki indywidualne, które zmieszane dały jedną próbę reprezentatywną. Próbki indywidualne były pobierane w minimum 30 miejscach z każdej kwatery. Próbki pobierano z powierzchniowej warstwy gleby (0-20 cm). Z terenu badań pobrano łącznie 8 próbek zbiorczych. Rys. 1 przedstawia miejsca poboru próbek glebowych.

Następnie przystąpiono do przygotowania próbek powietrzno-suchych. Procedura przygotowania prób powietrzno-suchych została przeprowadzona w oparciu o normę PN-ISO 11464:1999. Próbki zbiorcze zostały wysuszone na powietrzu. Następnie usunięto z nich oraz zważono szkło, korzenie, mech, niewielkie patyki oraz resztki trawy. Próbki poddano kruszeniu w moździerzu. Następnie zostały one przesiane przez sito o średnicy oczek 2 mm.

Z tak przygotowanych próbek wydzielane były odpowiednie naważki, zależne od rodzaju wykonywanych analiz.

Badanie składu granulometrycznego wykonano metodą areometryczną według Pruszyńskiego, zgodnie z normą PN-ISO 11277:2005.

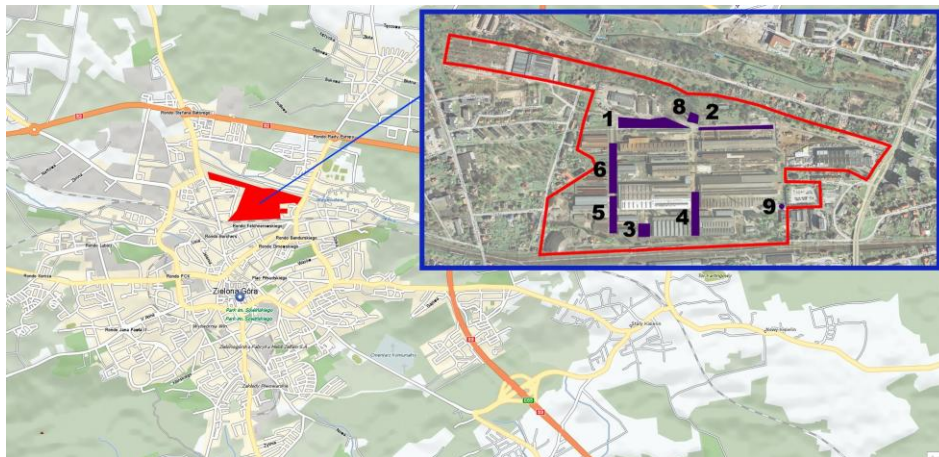
Straty na żarzeniu określono po spalaniu w piecu muflowym w 550°C do uzyskania powtarzalnych wyników ważenia próbek [Bednarek i in. 2005]

Oznaczanie pH wykonano zgodnie z normą PN-ISO 10390:1997, w wodzie i 1-molowym KCl.

Kwasowość hydrolityczną oraz sumę kationów o charakterze zasadowym w kompleksie sorpcyjnym oznaczono według metody Kappena [Mocek i in. 2006].

Pojemność sorpcyjną gleb oraz stopień wysycenia kompleksu glebowego zasadami obliczono na podstawie wyników kwasowości hydrolitycznej oraz sumy zasad w kompleksie sorpcyjnym [Mocek i in. 2006].

Przewodność elektryczną właściwą EC zbadano na podstawie normy PN-ISO 11265+AC 1:1997.



Rys. 1. Lokalizacja terenu badań na tle miasta Zielona Góra [Fruzińska 2010 na bazie oprac. Zumi.pl]

Fig. 1. Location of study area on the background of Zielona Góra [Fruzińska 2010 on the base of Zumi.pl elaboration]

Wyniki badań

W analizowanych próbkach glebowych stwierdzono obecność części szkieletowych. Procentowa zawartość części szkieletowych wynosi odpowiednio 16,07% dla próbki 3 (utwór żwirowaty); 31,38% dla próbki 4 – utwór mocno żwirowaty (wartość najwyższa); 20,35% – próbka 5 (utwór żwirowaty), 6,53% – próbka 8 – utwór słabo żwirowaty (wartość najniższa) oraz 22,23% – próbka 9 (utwór żwirowaty).

Na podstawie badań uziarnienia, określono gatunek materiału glebowego, zalegającego w powierzchniowej warstwie analizowanych idustrioziemów jako piasek oraz piasek słabogliniasty (próbka nr 9). Najliczniejszą frakcją granulometryczną jest piasek, jego zawartość dla analizowanych próbek waha się w przedziale 86-93%. Pozostałe frakcje: pył stanowił 7-14%, a il 0-3%. Próbki

odznaczały się niewielkim zróżnicowaniem składu granulometrycznego w zależności od miejsca ich pobrania.

Tab. 1. Wyniki analizy granulometrycznej materiału glebowego z warstwy 0-20 cm p.p.t. (%)

Tab. 1. The results of granulometric analysis of soil material from the 0-20 cm below-ground level (%)

Numer próbki	Udział procentowy frakcji w mm (%)						Grupa i podgrupa granulometryczna
	2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002	
1	.	.	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.	.	.
3	86,00	6	2	5	1	0,00	piasek (p)
4	80,00	6	7	6	1	0,00	piasek(p)
5	84,00	5	6	4	1	0,00	piasek (p)
6	.	.	.	.	.	.	.
8	86,00	7	4	2	1	0,00	piasek (p)
9	83,00	4	4	2	1	3,00	piasek słaboglinisty (ps)

Tab. 2. Odczyn i właściwości sorpcyjne gleb z terenu zakładu przemysłu metalowego w Zielonej Górze w warstwie powierzchniowej (0-20 cm)

Tab. 2. Reaction and sorption properties of soil from the area of metal industry plant in Zielona Gora in the samples from surface layer (0-20 cm)

Numer próbki	Straty po prażeniu	pH-H ₂ O	pH-KCl	Hh	S	T	V	EC
	%							
1	8,1	7,77	7,53	13,5	43,1	56,60	76,14	0,1178
2	.	8,04	7,87	7,50	46,1	53,60	86,00	0,1027
3	8,2	8,02	7,78	8,25	43,9	52,15	84,18	0,1056
4	15,8	7,72	7,29	19,12	35,4	54,52	64,93	0,1404
5	6,6	8,01	7,73	23,25	34,8	58,05	59,95	0,1108
6	5,0	8,16	8,00	10,5	45,0	55,50	81,08	0,1330
8	4,2	7,94	7,64	12,38	21,1	33,48	63,02	0,1235
9	2,5	8,82	8,50	5,62	44,3	49,92	88,74	0,1202

Stwierdzono procentowy ubytek masy na żarzeniu, wahający się w przedziale 2,5-15,8%. Przy tym zaobserwowano zróżnicowanie wyników w zależności od miejsca poboru próbki. Najniższą wartością 2,5% odznaczała się próbka 9 reprezentująca glebę zlokalizowaną w pobliżu starej bramy wjazdowej na teren zakładu, a najwyższą 15,8% na terenie jedej z suwnic (próbka 4).

Wartości odczynu były także zróżnicowane. Najwyższy odczyn, mierzony zarówno w wodzie, jak i KCl odnotowano dla próbki 9 (8,82 pH w H₂O i 8,50 pH w KCl), najniższy z kolei dla próbki 4 (7,72 pH w H₂O i 7,29 w KCl).

Kwasowość hydrolityczna oraz suma zasad wykazują zależność od zawartości ogólnej związków organicznych (dominująca część strat na żarzeniu) oraz odczynu. Właściwości sorpcyjne w analizowanym materiale wykazały rozrzut wartości w granicach:

- dla Hh: 5,62-23,25 cmol·kg⁻¹ s.m.
- dla S: 21,1-46,1 cmol·kg⁻¹ s.m.
- dla T: 33,48-58,05 cmol·kg⁻¹ s.m.
- dla V: 59,95-88,74%

Dyskusja wyników

Zawartość części szkieletowych na poziomie 6,53-31,38% wskazuje na przekształcenie gleb w wyniku prac budowlanych. Domieszanie materiałów obcych jest typowe dla terenów zurbanizowanych [Burghardt 1994]. Podobne wnioski na podstawie badań gleb miasta Essen sformułował Meusser [1996] oraz Greinert [2000, 2003]. Meuser stwierdził, że w około 70% wszystkich warstw i poziomów glebowych obecne są materiały technogenne z dominującym w składzie gruzem budowlanym.

W analizowanych próbkach glebowych odnotowano zróżnicowanie odczynu – w wodzie wahał się w zakresie 7,72-8,82, w 1-molowym KCl 7,29-8,50. Tym niemniej mieścił on się w kategorii utworów zasadowych (tab. 3).

Tab. 3. Podział gleb w zależności od pH [Mocek i in. 2006]

Tab. 3. Soil classification in dependance from pH value [Mocek i in. 2006]

Odczyn gleby	pH w 1-molowym KCl	pH w H ₂ O
Bardzo kwaśny	< 4,5	< 5,0
Kwaśny	4,5-5,5	5,0-6,0
Lekko kwaśny	5,5-6,5	6,0-6,7
Obojętny	6,5-7,2	6,7-7,4
Zasadowy	> 7,2	>7,4

Różnica pomiędzy wartościami odczynu w H₂O i 0,1-molowym KCl jest dla każdej próbki mniejsza od 0,5 jednostki pH. Wskazuje to na fakt braku wpływu jonów glinu Al³⁺ na odczyn. Na wysokie wartości mierzonego pH może mieć wpływ żużel deponowany powierzchniowo w celu niwelacji terenu oraz użyty w tym samym celu gruz budowlany [Hupka i in. 2004]. Domieszki rozdrobnionych materiałów budowlanych zmieniają właściwości fizyczno-chemiczne gleb. Nadają glebie alkaliczny odczyn, co jest spowodowane wysoką zawartością w gruzie budowlanym węgla wapnia CaCO₃ (17-34%) [Röber i in. 2000]. Podwyższenie odczynu przez obecność gruzu i żużlu jest szczególnie istotne

w przypadku gleb o składzie granulometrycznym piasków oraz piasków słabogliniastych [Greinert 2003].

Kwasowość hydrolityczna Hh określa silnie oraz słabo związane jony H^+ i Al^{3+} zaadsorbowane przez kompleks sorpcyjny gleb [Mocek 2006]. Kwasowość badanych próbek jest zróżnicowana, wynosi 5,62-23,25 $cmol \cdot kg^{-1}$ s.m. Typowe wartości kwasowości hydrolitycznej spotykane w naturalnych glebach Polski oscylują w granicach 1-3 $cmol \cdot kg^{-1}$ s.m. dla lekkich gleb ornyc, 1-5 $cmol \cdot kg^{-1}$ s.m. dla gleb leśnych oraz kilka-kilkanaście $cmol \cdot kg^{-1}$ s.m. dla gleb ciężkich [Greinert 1998]. Otrzymane wyniki odbiegają od tła glebowego dla piaszczystych utworów zalegających na zielonogórskich terenach poza bezpośrednią antropopresją [Greinert 2003]. Wskazuje to na daleko posunięte zmiany chemizmu gleb przemysłowych.

Suma kationów o charakterze zasadowym w kompleksie sorpcyjnym badanych próbek (wapń, magnez, potas, sód oraz w mniejszych ilościach metale oraz kation amonu [Greinert 1998] wynosiła 21,1-46,1 $cmol \cdot kg^{-1}$ s.m. Wyniki te należy uznać za wysokie dla materiału o lekkim składzie granulometrycznym. Jest to spowodowane obecnością w glebie domieszek antropogenicznych.

Pojemność sorpcyjna wobec kationów badanych próbek glebowych była zróżnicowana, wynosząc 33,48-58,05 $cmol(+)/kg$. Zbadana pojemność sorpcyjna próbek glebowych nie nawiązuje do naturalnych właściwości gleb piaszczystych. Jest to spowodowane silnym zanieczyszczeniem gleb (także materiałami o stosunkowo dużych zdolnościach sorpcyjnych – np. materiałami organicznymi) oraz zaburzeniami w składzie chemicznym analizowanych gleb.

Sorpcja, określana przez kwasowość hydrolityczną oraz sumę zasad wymienionych), zależy w głównej mierze od zawartości materii organicznej oraz mineralnej frakcji koloidalnej [Greinert 2003]. Zwiększenie procentowego udziału części szkieletowych w glebie, np. gruzu budowlanego, obniżają pojemność sorpcyjną wobec kationów. Zostało to udowodnione na podstawie badań gleb postindustrialnych Zagłębia Ruhry [Hiller, Meuser 1998]. Jak podaje Greinert [2003], zależność ta nie znajduje odzwierciedlenia w przypadku gleb piaszczystych o bardzo małej zawartości koloidów mineralnych. Badane próbki potwierdzają, że w przypadku małej zawartości koloidów mineralnych (w badanych próbkach zawartość koloidów mineralnych wynosi 0% dla próbek 3, 4, 5 i 8 oraz 3% dla próbki 9) obecność w glebie domieszek antropogenicznych jak gruz budowlany czy żużel poprawiają właściwości sorpcyjne.

Przewodność elektryczna jest skutecznym wskaźnikiem antropopresji. Na jej poziom może mieć wpływ stosowanie środków przeciwdziałających oblodzeniu dróg i chodników, deponowanie w glebie żużli oraz między innymi domieszanie do gleby materiałów odpadowych [Greinert 2003]. Obecność w glebie badanego obszaru materiałów odpadowych, żużlu i gruzu budowlanego wskazuje na możliwy wpływ tych materiałów na wartości przewodności elektrycznej badanych próbek. Wartość przewodności materiałów antropogenicznych pochodzenia bu-

dowlanego najczęściej wykazuje zasolenie poniżej $1,0 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ [Hiller, Meuser 1998]. Przewodność elektryczna badanych próbek wynosiła $0,1027\text{-}0,1404 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$. Wyniki wskazują na brak nadmiernego zasolenia. Głównych przyczyn można upatrywać w dużej wodoprzepuszczalności materiałów zdeponowanych w powierzchniowej warstwie analizowanych gleb.

Wnioski

Uzyskane wyniki analiz laboratoryjnych wskazują na wieloczynnikowe przekształcenia gleb terenu przemysłowego. Objawia się to zmianą wszystkich analizowanych właściwości. Zaburzenie składu granulometrycznego gleb w kierunku wzrostu ich uszkietowania stwarza inne warunki infiltracji wód. Przekłada się to na niestabilność chemizmu, czego efektem jest m.in. niski stopień zasolenia warstw powierzchniowych. Należy rozumieć ten fakt nie w kategoriach czystości gleb analizowanego obszaru, a raczej w krótkotrwałym utrzymywaniu zanieczyszczeń w warstwach powierzchniowych. Powinno znaleźć to odzwierciedlenie w zapisach odnoszących się do analiz ryzyka środowiskowego wskazywanego w pracy obszaru.

Literatura

1. BEDNAREK R., DZIADOWIEC H., POKOJSKA U., PRUSINKIEWICZ Z.: *Badania ekologiczno-gleboznawcze*. Wyd. PWN 2005
2. BURGHARDT W.: *Classification concept of substrates and soils from urban and industrial sites*. W. J. Van Den Brink, R. Bosmanandf. Arendt (Eds.). *Contaminated Soil* 1995, s. 187-188. Kluwer Academic Publishers 1995
3. *Dokumentacja geologiczno-inżynierska, Atlas Zielona Góra*. Wojewódzkie Archiwum w Zielonej Górze 1966-1977
4. ECKERT M.: *Zastal*. Wyd. Wyższa Szkoła Pedagogiczna 1980
5. GLIŃSKI J.: *Chemiczne i fizykochemiczne właściwości gleb*. 1995 [W:] KOWALIK P.: *Ochrona środowiska glebowego*. Wyd. PWN 2001, 47-52
6. GREINERT A.: *Studia nad glebami obszaru zurbanizowanego Zielonej Góry*. Wyd. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego 2003
7. GREINERT A.: *Ochrona i rekultywacja terenów zurbanizowanych*. Wyd. Politechniki Zielonogórskiej 2000
8. GREINERT H., GREINERT A.: *Ochrona i rekultywacja środowiska glebowego*. Wyd. Politechniki Zielonogórskiej 1999
9. HILLER D.A., MEUSER H.: *Urbane Böden*. Springer Verlag 1998

10. HUPKA J., RZECUŁA J., SYLWESTRZAK D.: Gruz budowlany – wybrane właściwości i możliwości wykorzystania. *Recykling* 11/2004 (47), Poznań 2004
11. MEUSER H. (1996): Schadstoffpotential technogener Substrate in Boden urban0industrieller Verdichtungsräume. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 159, s. 621-628, © Vch Verlagsgesellschaft Mbh.
12. MOCEK A., DRZYMAŁA S., MASZNER P.: *Geneza, analiza i klasyfikacja gleb*. Wyd. Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu 2006
13. SIUTA J.: *Rekultywacja gruntów*. Wyd. Instytut Ochrony Środowiska 1998
14. SIUTA J., KUCHARSKA A.: *Wieloczynnikowa degradacja ziemi w Polsce*. Instytut Ochrony Środowiska 1997
15. SIUTA J., B. ŻUKOWSKI B.: *Degradacja i rekultywacja powierzchni ziemi w Polsce*. Wyd. Instytut Ochrony Środowiska 2008
16. RÖBER R., BIBBY D., BURGHARDT W., BAHMANI M.: *Some features of the soil of old Constance*. First International Conference on Soil of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas, vol. 1, s.21-26, Universität-GH Essen 2000
17. ZIENKO J., KARAKULSKI K.: *Substancje ropopochodne w środowisku przyrodniczym. Metoda ocen i likwidacji skutków zanieczyszczeń*. Wyd. Politechniki Szczecińska 1997
18. ZWIERZYŃSKA D., KAŁYMON W.: *Operat ochrony powietrza dla Zastal Wagony S.A. w Zielonej Górze przy ul. Sulechowskiej 4a*. Zielona Góra 2002

PAPER TITLE IN ENGLISH

S u m m a r y

In the paper have been described the chosen physicochemical properties of soil: dry residues after incineration, pH in H₂O and KCl, hydrolytic acidity (Hh), base content (S), soil capacity of the exchangeable cations (T), base saturation (V), electric conductivity (EC). Soils from the industrial area showed abnormal results of analyzed properties, different from the typical values for urban soils. Impurities of the soils surface layer (0-20 cm) has been caused by industrial activity and rubble and slages deposition.

Key words: metal industry, soil pollution, anthropogenic dope.