ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2006
Seria: GÓRNICTWO z. 272 Nr kol. 1732

Przemysław WOŹNICZKA, Tadeusz CHODAK
Akademia Rolnicza, Wrocław

WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE I FIZYKOCHEMICZNE GLEB ZANIECZYSZCZONYCH SUBSTANCJAMI ROPOPOCHODNYMI NA TERENIE LOTNISKA W BRZEGU

Streszczenie. Badaniami objęto gleby występujące na terenie byłego radzieckiego lotniska w Brzegu. Po opuszczeniu tych terenów przez wojska radzieckie ujawniono duże obszary gleb zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi – głównie paliwem lotniczym. W związku z tym w roku 1994 oraz w 2001 na terenie lotniska prowadzono badania pod kątem określenia stopnia zanieczyszczenia gleb lotniska produktami ropopochodnymi, jak również ich wpływu na stan środowiska glebowego. Z przeprowadzonych badań wynika, że poziom zanieczyszczenia systematycznie się obniża i obecnie nie zauważa się znaczącego pogorszenia większości właściwości fizyko-chemicznych występujących tu gleb. Wpływ związków ropopochodnych przyczynia się przede wszystkim do intensyfikacji procesów glejowych w dolnych częściach profili badanych gleb.

CHEMICAL AND PHYSICO – CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS CONTAMINATED WITH PETROCHEMICALS IN BRZEG AIRPORT AREA

Summary. The research included soils of ex-soviet airport in Brzeg. After soviet army had left that area, huge zone of polluted by petrochemicals soils-mainly by air fuel-has been revealed. The studies of soils in order to determine their pollution degree and also to verify their impact on soil environment were led in 1994 and in 2001 in this area. According to the research results pollution degree decreases systematically and actually it is not observed any significant deterioration of physical and chemical properties of these soils. Petrochemicals have impact on intensification of gley processes in lower parts of studied soils profiles.

1. Wstęp

Lotnisko w Brzegu jest poniemieckim obiektem wybudowanym przed 1939 rokiem, przejętym przez wojska radzieckie po zakończeniu II wojny światowej. Wraz z przejęciem lotniska przez Rosjan rozpoczęła się jego rozbudowa i modernizacja. Obecnie lotnisko zajmuje obszar 628 ha. Położone jest na południowy zachód od miasta Brzeg, w odległości około 3,5 km od jego centrum. Powierzchnia lotniska pokryta jest nieregularnie przebiegającymi rowami oraz licznymi różnej głębokości dołami, które powstały po roku 1991 na skutek pozyskiwania materiałów budowlanych przez okolicznych mieszkańców. Dodatkowo na tym obszarze występują liczne wysypiska odpadów (opony, gruz betonowy, złom metali). Źródłem zanieczyszczenia środowiska występującym na tym terenie są zwłaszcza obiekty służące przechowywaniu paliw oraz płyty tankowania samolotów. Infrastruktura ta zlokalizowana jest przy północnej oraz południowej granicy lotniska [Furga A, Urbaniak A. 1997; Kowalski 1994, 1996].

Największe istniejące na terenie lotniska w Brzegu ogniska zanieczyszczeń środowiska związkami ropopochodnymi występują w następujących rejonach:

1. Rejon magazynu paliw – Skarbimierz – około 12 ha,
2. Rejon północnej płyty tankowania samolotów – około 12 ha,
3. Rejon magazynu paliw Małujowice – około 4 ha,
4. Rejon starego magazynu paliw i południowej płyty tankowania samolotów – około 37 ha,
5. Rejon wysypiska odpadów w pobliżu Potoku Pępickiego – około 0,6 ha.

Związki ropopochodne przedostawały się do gleb wielokrotnie w trakcie użytkowania lotniska. Najczęściej dochodziło to tego podczas tankowania samolotów lub przy rozładunku cystern kolejowych. W trakcie tych czynności do gleby wyciekało jednorazowo do kilkudziesięciu litrów paliwa lotniczego. Systematycznie dochodziło do wycieków z nieszczelnych instalacji doprowadzających paliwo do płyt tankowania samolotów. Przy rozgrzewaniu silników wydostawało się przez dysze kilkadziesiąt kilogramów nie spalonego paliwa. Źródłem największego zanieczyszczenia okazały się jednak nieszczelne zbiorniki w obu bazach paliw. Przez dziurawe dna zbiorników przedostawały się w sposób niekontrolowany do gleby duże ilości paliw, powodując w niektórych rejonach wręcz katastrofalne skutki. W związku z tym celem niniejszej pracy jest określenie wpływu zanieczyszczeń związkami ropopochodnymi na właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb położonych na terenie byłego lotniska w Brzegu Opolskim.

2. Charakterystyka i występowanie gleb zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi na terenie lotniska w Brzegu

Na terenie lotniska w Brzegu w oparciu o systematykę gleb Polski wydzielono następujące gleby: gleby brunatne właściwe typowe i oglejone, gleby płowe typowe i gruntowo glejowe, gleby gruntowo glejowe właściwe. Największe obszary zajmują gleby płowe typowe. Największe ich obszary występują w centralnej części lotniska, pomiędzy pasem startowym a północną droga dojazdową oraz na przedłużeniu pasa startowego zarówno w kierunku wschodnim, jak i zachodnim. Mniejsze kontury rozrzucone są po całym obszarze. Gleby brunatne właściwe występują głównie w centralnej oraz zachodniej części lotniska na obszarach płaskich przy niskim poziomie wód gruntowych. Gleby brunatne oglejone zlokalizowane są w południowej i południowo-zachodniej części lotniska. Dość licznie występują również gleby płowe gruntowo glejowe, które są położone w południowej części lotniska. Skała podścielająca tych gleb jest przeważnie słabo przepuszczalną gliną lub pyłem ilastym. Gleby gruntowo–glejowe występują głównie na dnie głębszych wyrobisk o poziomie wód gruntowych bliskim powierzchni gleby i w większości przypadków są silnie zanieczyszczone ropą naftową [Kaszubkiewicz i in. 1998].

3. Metodyka badań

Do badań wytypowano 4 profile glebowe:

Profil nr 1: Dział: Semihydrogeniczne, Rząd: Zabagniane, Typ: Gruntowo–glejowe właściwe, Rodzaj: glina fluwioglacjalna, Gatunek: glina lekka wytworzona na glinie średniej.

Ad 0 – 15 cm, glina lekka, barwa ciemnoszara, stan uwilgotnienia świeży, struktura gruzełkowa, przejście poziomów wyraźne.

AC 15 – 70 cm, glina lekka, barwa brunatna, stan uwilgotnienia świeży, struktura pryzmatyczna, przejście poziomów stopniowe, oglejenie całkowite, obecne wytrącenia żelaziste.

Ggg >70 cm, glina średnia, barwa sina, stan uwilgotnienia wilgotny, struktura pryzmatyczna, oglejenie całkowite, widoczne wytrącenia żelaziste oraz zanieczyszczenia związkami ropopochodnymi.

Profil nr 2: Dział: Semihydrogeniczne, Rząd: Zabagniane, Typ: Gruntowo – glejowe właściwe, Rodzaj: glina fluwioglacjalna, Gatunek: glina lekka wytworzona na glinie średniej.

Ad 0 – 15 cm, glina lekka, barwa ciemnoszara, stan uwilgotnienia świeży, struktura gruzełkowa, przejście poziomów wyraźne.

AC 15-75 cm, glina lekka, barwa brunatna, stan uwilgotnienia świeży, struktura pryzmatyczna, przejście poziomów stopniowe, oglejenie całkowite, obecne wytrącenia żelaziste.

Ggg >75 cm, glina średnia, barwa brunatna, stan uwilgotnienia wilgotny, struktura pryzmatyczna, oglejenie całkowite, widoczne wytrącenia żelaziste.

Profil nr 3: Dział: Autogeniczne, Rząd: Brunatnoziemne, Typ: Brunatna właściwa, Rodzaj: glina fluwioglacjalna, Gatunek: glina średnia.

Ad 0 – 5 cm, glina lekka, barwa ciemnoszara, stan uwilgotnienia świeży, struktura gruzełkowa, przejście poziomów wyraźne.

A_{an} 5 – 35 cm, glina średnia, barwa brunatnoszara, stan uwilgotnienia świeży, struktura gruzełkowa, przejście poziomów wyraźne.

$ABbr_{an}$ 35 – 70 cm, glina średnia, barwa brunatna, stan uwilgotnienia świeży, brak oglejenia, struktura gruzełkowata, przejście poziomów stopniowe.

$BbrC_{ggan}$ 70 – 130 cm, glina średnia, barwa sina, stan uwilgotnienia wilgotny, oglejenie całkowite, struktura pryzmatyczna, przejście poziomów stopniowe, widoczne zanieczyszczenie substancjami ropopochodnymi.

Ggg >130 cm, glina średnia, barwa sina, stan uwilgotnienia mokry, struktura bryłowa, oglejenie całkowite, widoczne zanieczyszczenie substancjami ropopochodnymi.

Profil nr 4: Dział: Antropogeniczne, Rząd: Industro i urbanoziemne, Rodzaj: utwory fluwioglacjalne, Gatunek: pył ilasty na piasku gliniastym mocnym przewarstwionym gliną średnią.

Ad_{an} 0 – 25 cm, pył ilasty, barwa szaroczarna, stan uwilgotnienia suchy, brak struktury, przejście poziomów wyraźne.

$C1_{an}$ 25 – 50 cm, glina średnia, barwa brunatnoszara, stan uwilgotnienia świeży, struktura pryzmatyczna, oglejenie plamiste, przejście poziomów stopniowe, widoczne zanieczyszczenie substancjami ropopochodnymi.

$C2_{an}$ 50 – 90 cm, piasek gliniasty mocny, barwa brunatna, stan uwilgotnienia świeży, oglejenie plamiste, struktura pryzmatyczna, przejście poziomów wyraźne, widoczne zanieczyszczenie substancjami ropopochodnymi.

$C3_{ggan}$ >90 cm, piasek gliniasty mocny, barwa niebieskosina, stan uwilgotnienia wilgotny, oglejenie całkowite, struktura pryzmatyczna, widoczne zanieczyszczenie substancjami ropopochodnymi.

Prace laboratoryjne wykonano na próbkach uprzednio wysuszonych i przesianych przez sito o średnicy 1 mm, metodami powszechnie wykorzystywanymi w analityce gleboznawczej.

4. Wyniki badań

Zdecydowana większość analizowanych poziomów genetycznych gleb występujących na terenie lotniska w Brzegu wykształcona jest z utworów o składzie granulometrycznym gliny średniej. Obecne są również grupy granulometryczne: glina lekka, pył ilasty oraz piasek gliniasty mocny.

Pod względem składu mineralogicznego wykonanego w stanie naturalnym oraz po nasyceniu próbek gliceryną i po wyprażeniu w 550°C podstawowymi minerałami ilastymi są minerały grupy illitu oraz mieszanopakietowe illitowo–smektytowe, jak również wysokodyspersyjny kwarc. Spośród badanych gleb tylko w profilu nr 4 gleby stwierdzono antropogenicznie odmienny skład mineralogiczny. Występował tu w znacznych ilościach wysokodyspersyjny kwarc, natomiast znacznie mniejszy był udział minerałów smektytowych.

Gęstość właściwa badanych gleb zarówno z poziomów zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi, jak również nie zanieczyszczonych nie różniła się znacząco i wynosiła najczęściej 2,65 g/cm^3 (tab. 2). Największy wpływ na gęstość właściwa wywierała zawartość materii organicznej oraz oglejenie.

Gęstość objętościową oznaczono w próbkach gleby gruntowo – glejowej (profil nr 1 i 2) oraz gleby antropogenicznej (profil nr 4). Najniższe wartości obserwowano w poziomach zalegających bliżej powierzchni. Gęstość objętościowa zmierzona w glebie gruntowo – glejowej (profil nr 1), która charakteryzowała się znacznym zanieczyszczeniem substancjami

ropopochodnymi, praktycznie nie odbiegała od wyników otrzymanych dla gleby gruntowo–glejowej (profil nr 2), w której brak było śladów tego zanieczyszczenia (tab. 2). Podobnie wartości porowatości ogólnej nie wykazywały korelacji z poziomem zanieczyszczenia substancjami ropopochodnymi. Wartości tego parametru były przede wszystkim związane z głębokością zalegania poziomu genetycznego oraz z występowaniem oglejenia (tab. 2).

Wartość kapilarnej pojemności wodnej była niższa w poziomach genetycznych profili glebowych wykazujących widoczne zanieczyszczenie związkami ropopochodnymi w porównaniu do próbek glebowych o zbliżonym składzie granulometrycznym, a nie wykazujących takiego zanieczyszczenia. Podobne wyniki otrzymywano również w innych badaniach dotyczących właściwości gleb zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi [Zair A, Samuiullah I 1999; Ouyum A i in. 2002]. Polowa pojemność wodna badanych profili glebowych wahała się w granicach od 13,9% dla poziomu $C2_{an}$ gleby antropogenicznej (profil nr 4) do 34,5% w poziomie Ad gleby gruntowo–glejowej (profil nr 2). Otrzymane wyniki polowej pojemności wodnej świadczą o tym, że wartości tego parametru nie są zależne od zanieczyszczenia substancjami ropopochodnymi (tab. 3).

Badając właściwości chemiczne gleb szczególną uwagę zwrócono na obecność substancji otaczających całkowicie ziarna glebowe w głębszych poziomach gleby oraz zanieczyszczenia w formie plan i konkrecji. Wszystkim formom zanieczyszczeń towarzyszył intensywny zapach wyczuwalny po zdjęciu wierzchniej warstwy gleby. W przypadku gleby antropogenicznej (profil nr 4) i w otaczającym ją rejonie zanieczyszczenia widoczne były już na powierzchni gleby. Zwraca uwagę fakt intensyfikacji procesów glejowych w obecności produktów ropopochodnych. Jest to najprawdopodobniej związane z pobieraniem tlenu z otoczenia przez bakterie odżywiające się produktami ropopochodnymi i tworzeniem w ten sposób warunków anaerobowych. Największe zanieczyszczenie obserwowano w glebie antropogenicznej (3032 mg/kg s.m. substancjami ekstrahujących za pomocą eteru naftowego). Zidentyfikowano substancje pochodzące z pozostałości po paliwie lotniczym. Istotnie zanieczyszczona była także gleba brunatna właściwa. Wystąpiły tu, podobnie jak w glebie antropogenicznej, sygnały charakterystyczne dla zanieczyszczeń pochodzących z frakcji paliwa lotniczego. Znacznie mniejsze zanieczyszczenie o podobnym jak powyżej charakterze obserwowano w glebie gruntowo–glejowej (profil nr 1 – 1685 mg/kg s.m. substancji ekstrahującej się za pomocą eteru naftowego), najniższe wartości zanieczyszczeń stwierdzono w glebie gruntowo–glejowej (profil nr 2), gdzie zawartość substancji ekstrahującej się za pomocą eteru naftowego wynosiła 440 mg/kg s.m. Zanieczyszczenie substancjami ropopochodnymi w glebie po wyeliminowaniu źródła zanieczyszczenia systematycznie się

zmniejsza, jednak pomimo upływu ponad dekady od ujawnienia zanieczyszczenia nadal jest na bardzo wysokim poziomie. Obrazuje to sytuacja, jaka panuje w obrębie gleby gruntowo–glejowej (profil nr 1), gdzie silne zanieczyszczenie uwidacznia się na głębokości około 70 cm gdy 7 lat wcześniej podczas pierwszych badań prowadzonych przez pracowników Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego Akademii rolniczej we Wrocławiu już na głębokości 30 cm obserwowano zanieczyszczenia w formie ciągłej warstwy płynnej substancji.

Zawartość węgla organicznego w badanych glebach zawierała się w przedziale od 0,69% w poziomie AC gleby gruntowo – glejowej (profil nr 1) do 8,4% w poziomie Ad gleby gruntowo – glejowej (profil nr 2). Średnia zawartość C org. wynosiła 8,2%, co w przeliczeniu na próchnicę glebową dało wartość 14,1% (tab. 5). Nie stwierdzono wpływu zanieczyszczeń substancjami ropopochodnymi na zawartość węgla organicznego w badanych glebach. Podobne jak węgiel, także związki azotu nie wykazywały związku zawartości w glebie z obecnością zanieczyszczeń związkami ropopochodnymi (tab. 5).

Zawartość fosforu w badanych glebach kształtowała się na poziomie niskiej i bardzo niskiej zawartości tego makro składnika. Wyjątek stanowiły tylko poziomy A_d i C1 gleby antropogenicznej gdzie stwierdzono odpowiednio wysoka i średnia zwartość fosforu przyswajalnego dla roślin (tab. 5). Nie ma jednak podstaw do stwierdzenia wpływu zawartości substancji ropopochodnych na zawartość fosforu w glebach, o czym świadczą również wcześniejsze badania. Sytuacja odnośnie do potasu kształtuje się w sposób podobny do zawartości fosforu. Przebadane gleby charakteryzowały się bardzo niską zawartością tego składnika. Zawartość średnią spośród badanych gleb stwierdzono jedynie w poziomie A_d gleby antropogenicznej (profil nr 4). Również w tym przypadku nie stwierdzono powiązań między zanieczyszczeniami substancjami ropopochodnymi a zawartością tego składnika w glebach (tab. 5). Zawartość magnezu układała się odmiennie niż fosforu i potasu. W glebie gruntowo–glejowej (profil 1 i 2) była to zawartość bardzo wysoka w poziomie AC do średniej w poziomach dolnych. W glebie brunatnej (profil nr 3) zawartość magnezu w poziomach powierzchniowych kształtowała się na poziomie średnim. Największą zawartość magnezu stwierdzono w glebie antropogenicznej, w której jego ilość wzrastała od średniej do bardzo wysokiej wraz ze wzrostem głębokości profilu glebowego (tab. 5). Zróżnicowanie zawartość magnezu w badanych glebach wynikało przede wszystkim ze zmian składu granulometrycznego, a w mniejszym stopniu było spowodowane zanieczyszczeniami substancjami ropopochodnymi.

Obserwowany odczyn badanych gleb do głębokości 70 cm jest kwaśny bądź lekko kwaśny. W glebach guntowo – glejowych (profil 1 i 2) w miarę wzrostu głębokości odczyn wzrasta odpowiednio do obojętnego i lekko kwaśnego. Gleby te nie są przekształcone antropogenicznie i zachowują naturalny układ. Interesująco układa się sytuacja w glebie brunatnej właściwej (profil nr3) i glebie antropogenicznej (profil nr 4), czyli w glebach najbardziej zanieczyszczonych paliwem lotniczym. Odnotowuje się tu najniższe wartości pH. Wraz ze wzrostem głębokości wartość pH gleb wzrasta, a następnie w poziomach najgłębszych przyjmuje ponownie najniższe wartości (tab. 5). Taki stan wynika prawdopodobnie z faktu, że są to profile silnie przekształcone antropogenicznie.

Wśród kationów zabsorbowanych wymiennie w kompleksie sorpcyjnym badanych gleb dominował wapń, w mniejszych ilościach występował magnez, a w najmniejszych potas i sód (tab. 4). W glebach gruntowo – glejowych (profil 1 i 2) stosunek potasu do sodu układał się zgodnie z proporcją 1:2. Natomiast w glebie brunatnej właściwej (profil nr 3) i antropogenicznej (profil nr 4) zaobserwowano podwyższoną zawartość potasu względem sodu. Pojemność sorpcyjna badanych gleb była wyraźnie uzależniona od składu granulometrycznego, zmieniała się od 5,6 mmol (+) / 100g gleby w poziomie wytworzonego z piasku gliniastego mocnego (profil nr 4) do 11,88 mmol (+) /100 g gleby w poziomie wytworzonym z gliny średniej (profil nr 3). W poziomach powierzchniowych badanych gleb pojemność sorpcyjna była zbliżona do 11 mmol (+) /100 g gleby z wyjątkiem profilu gleby antropogenicznej, gdzie była nieco niższa i wynosiła 8 mmol (+) / 100 gleby (tab. 4). Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi zawierał się w przedziale od 82,3% w poziomie A_{an} gleby brunatnej właściwej (profil nr 3) do 95,6 % w poziomie glejowym gleby gruntowo – glejowej (profil nr 1). Pod względem stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym gleba brunatna (profil nr 3) i gleba antropogeniczna (profil nr 4), a więc gleby najbardziej zanieczyszczone substancjami ropopochodnymi, nie odbiegały wartościami od gleb nie zanieczyszczonych (tab. 4).

5. Wnioski

1. Analizowane właściwości fizyczne gleb zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi na terenie lotniska w Brzegu w większości przypadków nie były związane z występującym tam zanieczyszczeniem.

Tabela 1

Skład granulometryczny analizowanych próbek gleb lotniska w Brzegu

Profil nr	Głębokość pobrania próbki (cm)	Poziom genetyczny	Procentowa zawartość frakcji o średnicach (mm)												Grupa granulometryczna
			>1	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002	1,0-0,1	0,1-0,02	<0,02	
1	0-15	Ad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-70	AC	2,62	6	15	22	12	10	8	5	22	43	22	35	gl
	>70	Ggg	1,73	4	13	22	13	8	13	4	23	39	21	40	gś
2	0-15	Ad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-75	AC	0,95	7	16	26	13	6	7	4	21	49	19	32	gl
	>75	Ggg	1,18	5	15	22	12	10	9	4	23	42	22	36	gś
3	0-5	Ad_{an}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5-35	A_{an}	9	12,5	11	8,5	8	20	18	7	15	32	28	40	gś
	35-70	$ABbr_{an}$	2,11	5	5,5	4,5	9	26	26	8	16	15	35	50	gś
	70-130	$BbrC_{an}$	1,53	6	7	5	7	27	26	6	16	18	34	48	gś
	>130	Ggg	0	2,5	5,5	7	9	29	24	6	17	15	38	47	gś
4	0-25	A_1d_{an}	0,36	4,25	5,5	5,25	12	30	26	8	9	15	42	43	płi
	25-50	C_{1an}	0,23	4,5	12,75	21,75	11	12	11	4	23	39	23	38	gś
	50-90	C_{2an}	11,6	14	28	25	9	6	9	1	8	67	15	18	pgm
	>90	C_{3an}	23,5	19	26	25	7	4	8	3	8	70	11	19	pgm

Tabela 2

Właściwości fizyczne analizowanych próbek gleb lotniska w Brzegu.

Profil nr	Głębokość pobrania próbki (cm)	Poziom genetyczny	Gęstość		Porowatość %
			właściwa	objętościowa	
			g/cm^3		
1	0-15	Ad	2,11	1,45	31,28
	15-70	AC	2,65	1,87	29,43
	>70	Ggg	2,68	1,85	30,97
2	0-15	Ad	1,82	1,24	31,87
	15-75	AC	2,66	1,89	28,95
	>75	Ggg	2,68	1,84	31,34
3	0-5	Ad_{an}	-	-	-
	5-35	A_{an}	2,61	-	-
	35-70	$ABbr_{an}$	2,66	-	-
	70-130	$BbrC_{an}$	2,65	-	-
	>130	Ggg	2,65	-	-
4	0-25	A_1d_{an}	2,62	1,53	41,60
	25-50	C_{1an}	2,67	1,75	34,46
	50-90	C_{2an}	2,66	1,73	34,96
	>90	C_{3an}	2,67	1,79	32,95

Tabela 3

Właściwości wodne analizowanych próbek gleb lotniska w Brzegu

Profil nr	Głębokość pobrania próbki (cm)	Poziom genetyczny	Zawartość wody przy zadanej sile ssącej (% obj)								
			0	1,0	1,5	1,8	2,0	2,3	2,54	2,7	2,8
1	0-15	Ad	41,14	38,04	36,32	35,55	34,89	33,62	32,91	32,04	31,27
	15-70	AC	29,91	28,08	27,52	27,13	26,96	26,53	26,12	25,59	25,06
	>70	Ggg	29,83	28,18	27,84	27,49	27,17	26,60	26,18	25,72	25,25
2	0-15	Ad	48,77	45,08	41,34	38,61	37,06	35,16	34,46	33,79	32,89
	15-75	AC	28,58	26,73	26,16	25,55	24,95	24,08	23,58	23,04	22,46
	>75	Ggg	31,69	29,48	28,94	28,57	28,30	27,87	27,43	26,86	26,30
4	0-25	A_1d_{an}	40,27	32,12	28,86	27,47	26,71	25,75	25,29	24,69	24,19
	25-50	C_{1an}	34,22	32,80	32,41	32,01	31,71	31,10	30,53	29,89	29,15
	50-90	C_{2an}	31,90	28,28	24,96	18,49	16,31	14,68	13,90	13,14	12,53
	>90	C_{3an}	30,32	26,59	23,72	22,16	21,23	20,42	20,08	19,59	12,42

Tabela 4

Właściwości fizyko – chemiczne analizowanych próbek gleb lotniska w Brzegu

Profil nr	Głębokość pobrania próbki (cm)	Poziom genetyczny	Ca^{+2}		Mg^{+2}		K^{+}		Na^{+}		S	T	V
			mmol(+) /100g	%	mmol(+) /100g	%	mmol(+) /100g	%	mmol(+) /100g	%	mmol(+) /100g	mmol (+) /100g	%
1	0-15	Ad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-70	AC	8,52	79,33	1,69	15,73	0,18	1,67	0,35	3,26	10,74	11,49	93,5
	>70	Ggg	8,96	79,08	1,84	16,24	0,16	1,41	0,37	3,26	11,33	11,85	95,6
2	0-15	Ad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15-75	AC	8,52	78,89	1,77	16,39	0,17	1,57	0,34	3,15	10,80	11,77	91,8
	>75	Ggg	8,36	80,61	1,51	14,56	0,18	1,73	0,32	3,08	10,37	10,97	94,5
3	0-5	Ad_{an}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5-35	A_{an}	7,7	78,73	1,48	15,13	0,22	2,25	0,38	3,88	9,78	11,88	82,3
	35-70	$ABbr_{an}$	8,12	80,96	1,35	13,46	0,21	2,09	0,35	3,49	10,03	10,63	94,3
	70-130	$BbrC_{an}$	8,12	81,53	1,36	13,46	0,19	1,91	0,29	2,91	9,96	10,71	93,0
	>130	Ggg	6,83	75,39	1,66	18,32	0,26	2,87	0,31	3,42	9,09	10,41	87,0
4	0-25	A_1d_{an}	5,24	74,75	1,14	16,26	0,36	5,13	0,27	3,85	7,01	8,36	83,8
	25-50	C_{1an}	7,6	77,31	1,61	16,38	0,28	2,85	0,34	3,46	9,83	10,73	91,6
	50-90	C_{2an}	4,7	74,96	1,11	17,70	0,17	2,71	0,29	4,62	6,27	6,72	93,3
	>90	C_{3an}	3,27	67,42	1,21	24,95	0,15	3,09	0,22	4,54	4,85	5,60	86,6

Tabela 5

Właściwości chemiczne analizowanych próbek gleb lotniska w Brzegu

Profil nr	Głębokość pobrania próbki (cm)	Poziom genetyczny	pH w 1N KCl	Hh mmol(+) /100g	%C org.	% próchnicy	% N ogólnego	C:N	Formy przyswajalne mg/100g gleby		
									P_2O_5	K_2O	Mg
1	0-15	Ad	-	-	8,00	13,80	0,90	8,9	-	-	-
	15-70	AC	5,8	0,75	0,69	1,19	0,08	8,2	0,4	4,2	9,3
	>70	Ggg	6,8	0,53	-	-	-	-	1,9	4,3	9,3
2	0-15	Ad	-	-	8,40	14,50	0,78	10,7	-	-	-
	15-75	AC	5,2	0,96	0,84	1,45	0,11	7,5	0,7	6,9	10
	>75	Ggg	5,7	0,60	-	-	-	-	2,1	6,4	8,5
3	0-5	Ad_{an}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5-35	A_{an}	5,3	2,10	1,84	1,62	0,20	9,2	7	7,7	7,7
	35-70	$ABbr_{an}$	6,3	0,60	0,91	0,72	0,11	8,1	4,8	4,8	9,7
	70-130	$BbrC_{an}$	6,3	0,75	-	-	-	-	5,8	4,1	9,3
	>130	Ggg	5,3	1,35	-	-	-	-	5,8	6,3	12,9
4	0-25	A_1d_{an}	6,1	1,35	1,20	2,07	0,14	8,5	17,6	15,1	7,4
	25-50	C_{1an}	6,4	0,90	0,83	0,91	0,11	7,4	13,8	7,8	10,8
	50-90	C_{2an}	6,4	0,45	-	-	-	-	8,4	4,5	7,4
	>90	C_{3an}	6,7	0,75	-	-	-	-	4,1	4,4	8,5

2. Gleby zanieczyszczone związkami ropopochodnymi na terenie lotniska w Brzegu charakteryzują się niższą kapilarną pojemnością wodną w porównaniu do gleb nie zanieczyszczonych. Natomiast nie wykazano wpływu substancji ropopochodnych na polową pojemność wodną badanych gleb.
3. Gleby o wysokim poziomie zanieczyszczeń substancjami ropopochodnymi terenu lotniska w Brzegu wykazują bardziej kwaśny odczyn dolnych części profilu glebowego, co najprawdopodobniej jest związane z większą aktywnością mikrobiologiczną w tych poziomach.
4. W stosunku do badań przeprowadzonych w roku 1994 zaobserwowano, że po 7 latach od tych badań poziom zanieczyszczeń substancjami ropopochodnymi gleb na terenie lotniska w Brzegu uległ zmniejszeniu. Zanieczyszczenie nie występuje już w formie ciągłej warstwy płynnej substancji. Pomimo zmniejszenia poziomu zanieczyszczeń, wciąż w dolnych częściach profili badanych gleb zachodzą intensywne procesy glejowe.

LITERATURA

1. Furga A., Urbaniak A.: Projekt techniczny systemów do rekultywacji dla byłego lotniska JAR w Brzegu – SEGI PBG – Warszawa 1997.
2. Kaszubkiewicz J., Chodak T., Bogacz A.: Morfologia i niektóre właściwości antropogenicznych profili glebowych z terenu lotniska w Brzegu Opolskim. Arch. Ochr. Środ. – vol.24. No 1, 1998, 93-109.
3. Kowalski J.: Koncepcja rekultywacji i kierunki zagospodarowania lotniska w Brzegu. Zesz. Poltegor – Project Sp. z o.o. – Wrocław 1996.
4. Kowalski J.: Koncepcja rekultywacji i zagospodarowania lotniska w Brzegu. Charakterystyka hydrograficzna, hydrologiczna i meteorologiczna wraz z bilansem wodnym terenu lotniska. Zesz. Poltegor – Project Sp. z o.o. – Wrocław 1994.
5. Rojek K., Urbaniak A.: Projekt prac geologicznych dla rozpoznania warunków hydrogeologicznych i określenia stopnia zanieczyszczenia środowiska gruntowo – wodnego na terenie byłego lotniska JAR w Brzegu SEGI PGB – Warszawa 1997.
6. Ozair A., Samiullah I.A. 1999. Utilization of Petrochemical Industry Waste Water for Agriculture Water, Air, and Soil Pollution. Vol. 115, Issue: 1-4, October, pp. 321 – 335. Quyum, A.; Achari, G.; Goodman, R.H. 2002. Effect of wetting and drying and dilution on moisture migration through oil contaminated hydrophobic soils. The Science of the Total Environment Vol: 296, Issue: 1-3, September 16, 2002, pp. 77-87.

Recenzent: Dr hab. inż. Anna Patrzałek, prof. Pol. Śl.