

ANDRZEJ GREINERT, HENRYK GREINERT *

WPLYW WYLEWU SŁONYCH WÓD POPRODUKCYJNYCH NA GLEBY LEŚNE W OKOLICACH GŁOGOWA

Słowa kluczowe: zosolenie, gleby leśne, skażenie gleb

Streszczenie

Obszary europejskie są w znacznym stopniu zantropogenizowane, nawet na obszarach użytkowanych przyrodniczo. Jednym z wszechobecnych elementów są w tym zakresie sieci przesyłowe. Jednymi z groźniejszych są rurociągi przesyłające ciecze nieobojętne dla środowiska przyrodniczego. Do takich należą linie przesyłowe zasolonych wód kopalnianych, kierowanych na wylewiska. Rozszczelnienia tych rurociągów powoduje dewastację środowiska gruntowo-wodnego, flory i fauny. Problemem jest czas oddziaływania. Trzeba pamiętać, że przebieg tych linii jest na ogół podziemny, a efekty rozszczelnienia widać dopiero po zamieraniu roślin głębiej korzeniących się. W tym czasie gleby i ich materiały macierzyste są w znacznym stopniu zmienione chemicznie i fizycznie. Zmniejsza się przepuszczalność gleb, zwiększa przewodność elektryczna, degradacji ulega sorpcja glebowa, a równowaga jonowa ulega daleko posuniętemu naruszeniu.

Opis terenu badań

Objęte tematem pracy, dwa obiekty badań zlokalizowane są na terenie Nadleśnictwa Głogów, około 10 km i 15 km na południe od miasta Głogowa. Obiekt „Bądzów” w gminie Jerzmanowa znajdujący się przy drodze z Jerzmanowej do Bądzowa tworzy rębnia całkowita, granicząca z polem uprawnym. Obiekt „Kaźmierzów” znajdujący się przy gospodarczej drodze leśnej, składa się z części starego drzewostanu i nowo założonej uprawy. Należy do gminy Polkowice. Charakteryzowany teren zlokalizowany jest w strefie moreny czołowej zlodowacenia środkowopolskiego, na południowo-wschodnim skraju Wzgórz Dalkowskich. Wzgórza te pod względem hydrograficznym stanowią

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

wododział, oddzielający ciekły bezpośrednio spływające w kierunku Odry od zlewni rzeki Szprotawy. Opisywany obszar jest dość silnie pofalowany. Obiekty badań znajdują się na wysokości 165-170 m n.p.m.

Klimat okolic Głogowa cechuje dość niska ilość opadów rocznych, rzędu 500-550 mm. Średnia temperatura roczna mieści się w przedziale 8,0-8,2 °C. Trwałość pokrywy śnieżnej nie przekracza średnio 40 dni. Okres wegetacyjny jest stosunkowo długi – 224 dni. Skały glebotwórcze Wzgórz Dalkowskich są stosunkowo bogate. W charakteryzowanym terenie nie występują typowe dla znacznej części tej krainy utwory pyłowe. Przeważają tutaj utwory związane: gliny ciężkie, średnie i lekkie. Taka mozaikowość skał jest charakterystyczna dla strefy moreny czołowej. Z cech szczególnych omawianych skał glebotwórczych należy wymienić obecność znacznej ilości kamieni o zróżnicowanej średnicy.

Pod względem typologicznym przeważają gleby brunatne, wylugowane, wytworzone z glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego. Są to utwory powierzchniowo odwapnione. Ich mała przepuszczalność powoduje, że często w profilu można spotkać poziom odgórnego oglejenia (redukcji związków w okresie głównie wiosennym), a w obniżeniach - poziom glejowy, spowodowany stagnującą wodą gruntową. W obniżeniach można spotkać gleby typu glejowego, często z początkiem torfienia poziomu A1. Mała przepuszczalność wodna i powietrzna gleb oraz znaczny udział procesów beztlenowych w profilach sprawia, że gleby omawianych terenów nie są tak odporne na stresy środowiskowe, jak można byłoby oczekiwać na podstawie ich zasobności w składniki i zdolności sorpcyjnych.

Na terenie obu obrębów: Bądzów i Kaźmierzów zniszczone powierzchnie były uprzednio porośnięte głównie sosną zwyczajną o różnym wieku, od 20 do 120 lat, ze znaczną domieszką drzew liściastych. Podszycie jak i runo leśne były bogate. W najniższych miejscach terenu występowała roślinność charakterystyczna dla początkowego stadium sukcesji bagiennej.

Obręb Bądzów, Oddział nr 143, Odkrywka nr 2

Rębnia całkowita. Z powodu uschnięcia roślinności leśnej wycięto wszystkie drzewa. Obecnie na całkowicie zniszczonej powierzchni pojawiły się nowe rośliny: trzcinnik piaskowy, kłosówka wełnista, sit rozpierzchły, rdest kolankowy, ostrożeń polny, ostrożeń warzywny, wierzbówka. Na powierzchni gleby warstwa martwej roślinności zielnej.

Opis odkrywki:

0-10 cm - A₀ - ściółka leśna, wilgotna, włóknista

10-20 cm - il barwy żółtej, wilgotny, silnie kleisty

20-30 cm - glina ciężka barwy żółtej z plamami brunatnymi, wilgotna

30-60 cm - glina ciężka szara z brunatnymi plamami, wilgotna

60-100 cm - glina ciężka barwy zielonkawo-niebieskiej, mokra, silnie klejąca.

Obwód Kaźmierzów, Oddział nr 172, Odkrywka nr 3

Uszkodzone przez solankę (uschnięte) sosny i brzozy na skraju lasu sosnowego. Zniszczenia widoczne w kierunku S i N wzdłuż zarośniętego rowu. Około 30 m od studni kontrolnej z kręgów betonowych na S zastoisko wód z uschniętymi drzewami.

Opis odkrywki:

0-5 cm - poziom darniowy - martwa darń z traw, głównie trzcinnika barwy ciemnoszarej, słabo wilgotna

5-20 cm - glina ciężka rdzawobrunatna, mokra, bardzo silnie przywierająca do szpadla

20-50 cm - glina lekka barwy brunatnej, mokra, lepka

50-70 cm - glina lekka, brunatna, mokra z wkładkami żwiru gliniastego

70-120 cm - glina lekka, brunatna, mokra

120-140 cm - glina lekka, oglejona, barwy sinozielonej, mokra

140-160 cm - glina średnia sinozielona, mokra

Obwód Kaźmierzów, Oddział nr 172, Odkrywka nr 4

Opis odkrywki:

0-5 cm - A₀ - ściółka leśna storfiąta, ziarnista, barwy czarnej, mokra

5-20 cm - glina ciężka, brunatna z niebieskimi plamami, mokra

20-50 cm - glina ciężka brunatna, w 50% oglejona (niebieskie plamy), mokra

50-90 cm - glina ciężka, silnie oglejona, niebieska, mokra



Rys. 1. Profil glebowy typowej gleby dla opisywanego obszaru

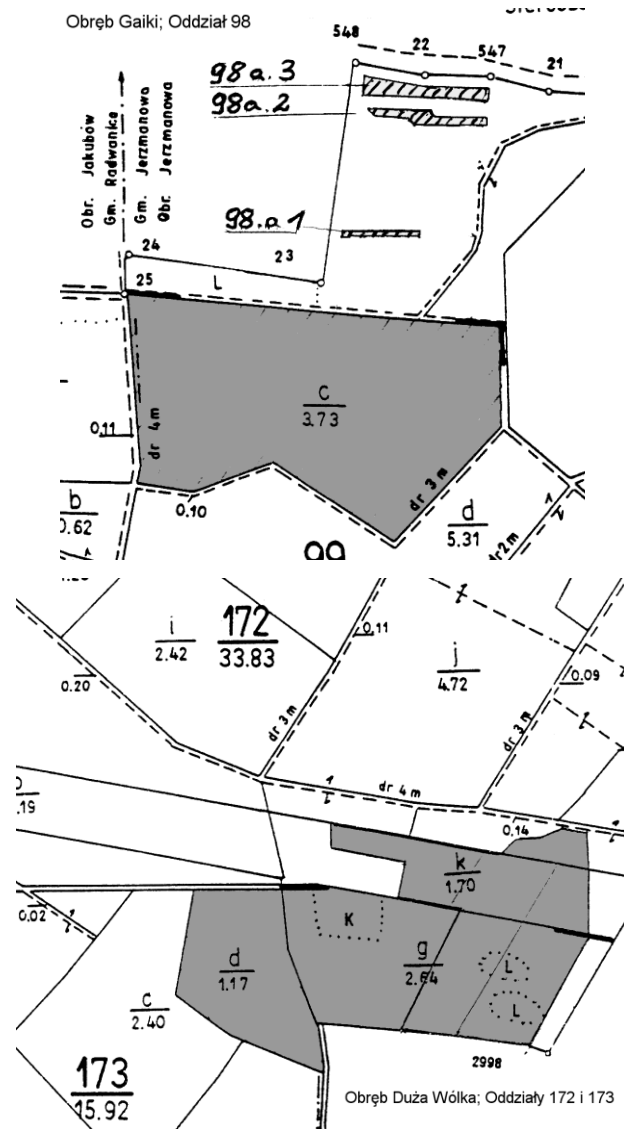
Fig. 1. Soil section of the typical soil for described area

Z odkrywki wydobywa się zapach gnilny, świadczący o warunkach beztlenowych.

Po zalaniu wodami z rurociągu kopalni, wyginęły wszystkie rośliny na terenie, na który nastąpiło rozlanie słonej wody. Po sześciu miesiącach od awarii, w najniższych miejscach na terenie obrębu Kaźmierzów stały jeszcze kałuże słonej wody, a teren w ich obrębie i wokół pozbawiony był jakiegokolwiek roślinności. W wyższych partiach, gdzie woda nie stagnuje zaczynają się rozwijać dość intensywnie: trzcinnik, mietlica i sit rozpierzchły. Na terenie obrębu Bądzów woda powierzchniowa w okresie badań (18.08.1997) nie stagnowała, ale najniższe miejsca jeszcze były pozbawione jakiegokolwiek roślinności. Na warstwie obumarłych źdźbeł traw widoczne były kryształki soli. Na większości zalanego terenu, gdzie woda nie stagnowała, pojawiły się na porębie różne rośliny, jak ostrożeń polny, ostrożeń warzywny, krwawnik, szczaw polny, rdest kolankowaty wierzbówka, trzcinnik, kłosówka wełnista, sit rozpierzchły, jeżyna. Świadczy to o wypłukaniu soli z warstwy powierzchniowej gleby, co pozwalała na wzrost roślin płytko korzeniących się.

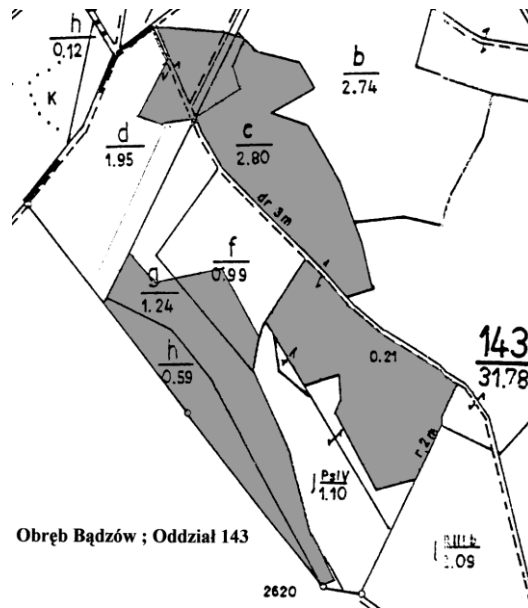
Metodyka badań

W celu zbadania profili glebowych pod kątem możliwości pionowego przemieszczania się wód zasolonych wykonano na skażonym przez te wody terenie 4 profile glebowe. Po ich opisie pobrano próbki do analiz z charakterystycznych poziomów. Ponadto do celów porównawczych pobrano próbki glebowe z podobnych gleb, nie zasolonych (lokalizacja – rys. 2). W celu uzyskania uśrednionych wyników dla badanych obszarów pobrano też przy pomocy laski Egnera próbki zbiorcze. Stosowano metody laboratoryjne powszechnie przyjęte w gleboznawstwie, zebrane w opracowaniu technik analitycznych w stosunku do gleb PIOŚ. Skład mechaniczny oznaczono metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, straty na żarzeniu w piecu muflowym (metodą wagowego określenia), pH-H₂O i pH-KCl - potencjometrycznie, przewodność elektryczną (EC) – konduktometrycznie po ekstrakcji prób glebowych wodą destylowaną w stosunku wagowym gleby do wody równym 1:2, Ca, K i Na - metodą spektrofotometrii płomieniowej, Cl - miareczkowo (metodą argentometryczną), Mg – metodą absorpcji atomowej (AAS FL), SO₄²⁻ - metodą nefelometryczną. Składniki w próbach wód oznaczano analogicznie do badań składników w wyciągach wodnych składników glebowych. Przepuszczalność wodną oznaczono metodą Kopecky'ego.



Rys. 2a. Lokalizacja obiektów badawczych (obszary objęte wylewem solanki oznaczono szarym kolorem)

Fig. 2a. Localization of the investigated objects (overflowed with salt mine-waters areas marked with grey color)



Rys. 2b. Lokalizacja obiektów badawczych (obszary objęte wylewem solanki oznaczono szarym kolorem)

Fig. 2b. Localization of the investigated objects (overflowed with salt mine-waters areas marked with grey color)

Charakterystyka wód produkcyjnych, które na skutek awarii załazy powierzchnie leśne

Wyniki analiz wód produkcyjnych, świadczą o bardzo wysokiej koncentracji chlorku sodu. Efekt zasolenia podwyższają jeszcze chlorki i siarczany magnezu oraz wapnia (tab. 1). Baran i Turski [1996] umieszczają zawartość soli w roztworze wodnym jak opisano w tabeli 1 w kategorii „bardzo duża”, o bardzo dużej szkodliwości dla roślin (powyżej $4,2 \text{ g soli} \cdot \text{dm}^{-3}$). Tak wysokiego stężenia soli nie wytrzymują rośliny, ani organizmy zwierzęce. Nawet uznawane za odporne na zasolenie podłoża wiązy (*Ulmus*), jesiony (*Fraxinus*), topole (*Populus*), robinie (*Robinia*) i klony (*Acer*) [Kuznetsov 1999], nie są w stanie żyć w stagnującym roztworze o podanych wyżej właściwościach. Stąd miała miejsce tak gwałtowna letalna reakcja roślinności, obserwowana na obszarze dotkniętym awaryjnym wpływem solanki. O przetrzymaniu zasolenia przez niektóre rośliny odporniejsze na sól można by mówić przy 100-krotnym rozcieńczeniu zasoleniu wody, transportowanej przez rurociąg.

Tab. 1. Analiza chemiczna wód kopalnianych, które spowodowały zasolenie gleb opisywanego terenu (KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Polkowice-Sieroszowice)

Tab. 1. Chemical analysis of mines' waters, which caused salinity of soils on described terrain (KGHM Polish Copper S.A. Branch Polkowice-Sieroszowice)

Sampling date (Data pobrania próbki)	25.07.1997	
EC (Przewodnictwo właściwe)	mS · cm ⁻¹	144,30
Reaction (Odczyn)	pH	6,92
Total hardness (Twardość ogólna)	st. niem.	1274,92
Dissolved matter content (Zawartość ciał rozpuszczonych)	mg · dm ⁻³	151120,00
Dissolved mineral matter content (Zawartość mineralnych ciał rozpuszczonych)	mg · dm ⁻³	143160,00
Chlorides content (Zawartość chlorków)	mg Cl · dm ⁻³	88829,40
Sulfides content (Zawartość siarczanów)	mg SO ₄ ²⁻ · dm ⁻³	1646,82
Sodium content (Zawartość sodu)	mg Na · dm ⁻³	47680,00
Calcium content (Zawartość wapnia)	mg Ca · dm ⁻³	7323,43
Magnesium content (Zawartość magnezu)	mg Mg · dm ⁻³	1069,90
Zinc content (Zawartość cynku)	mg Zn · dm ⁻³	1,50
Lead content (Zawartość ołowiu)	mg Pb · dm ⁻³	9,20
Electrolytes balance: anions (Bilans elektrolitów: aniony)	mval · dm ⁻³	2537,39
Electrolytes balance: cations (Bilans elektrolitów: kationy)	mval · dm ⁻³	2537,99

W stosunku do glebowych organizmów zwierzęcych, wielu autorów wskazuje na nieduże zdolności przeciwstawiania się pobieraniu jonów rozpuszczonych w wodzie. Pokarzhevskii i Zhulidov [1995] stwierdzili przy zawartości 1673 ppm Cl w suchej masie czarnoziem, obecność 1652-1960 ppm Cl w ciele dżdżownic, 1227-1645 ppm Cl – ślimaków, 1650-1875 ppm Cl – chrząszczy, 2193-2618 ppm Cl – owadów dwuskrzydłych.

Dodatkowo zauważono, że zasolone liście drzew i uschnięta trawa, nie ulegają rozkładowi z powodu braku działalności mikroorganizmów.

Oprócz negatywnego wpływu rozpuszczalnych soli, inne składniki wód produkcyjnych nie stanowią dla gleb zagrożenia.

Wpływ wylewu solanki na gleby

Wyniki analiz laboratoryjnych wykazały ilościową przewagę utworów zwięzłych, glin ciężkich i średnich w badanych glebach. Jednocześnie występują

w nich utwory mniej zwarte, gliny lekkie, piaski gliniaste, a nawet luźne. Tym można tłumaczyć zasolenie gleby praktycznie w całym profilu. Nierównomiernie ułożone utwory luźniejsze tworzą w utworach zwężonych „okna hydrologiczne”, którymi woda i zanieczyszczenia solne mogą się przemieszczać znacznie szybciej niż wynikałoby to ze współczynników filtracji dla przeważającej masy utworów mało przepuszczalnych (tab. 2). Innymi drogami rozprzestrzeniania się wód słonych są występujące w dużych ilościach pionowe i poziome makropory po spróchniałych korzeniach, a także soczewki piaszczyste, żwirowe i wolne przestrzenie wokół kamieni.

Tab. 2. Skład granulometryczny i współczynniki filtracji gleb na obszarach objętych badaniami

Tab. 2. Mechanical composition and filtration coefficients „k” of soils on the areas under investigation

Lp. (No.)	Obręb (District)	Oddział (Dept.)	Głębokość (Depth)	Skład granulometryczny (Mechanical composition)						Współczynnik filtracji k (Filtration coefficients) $\text{cm} \cdot \text{sek}^{-1}$
				1-0,1 mm	0,1-0,05 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	<0,002 mm	
				%						
1	porówna wcza (control)		0-10	47	22	9	12	2	8	-
2	porówna wcza (control)		10-30	49	13	15	13	4	6	-
3	Gaiki	98	0-20; zbiorcza	66	11	9	8	2	4	-
4			0-25	63	7	9	9	5	7	-
5			25-50	68	6	6	5	3	12	-
6			50-70	41	9	9	7	5	29	-
7	Bądzów "I"	143	0-20; zbiorcza	51	10	17	12	1	9	-
8			10-20	8	0	2	6	15	69	$2 \cdot 10^{-6}$
9			20-30	20	3	4	8	12	52	$2,5 \cdot 10^{-6}$
10			30-60	10	2	2	8	24	54	$5 \cdot 10^{-6}$
11			60-100	28	4	7	8	20	33	$5 \cdot 10^{-5}$

12	Bądzów "II"	143	0-20; zbior- cza	-	-	-	-	-	-	-
13			0-20	-	-	-	-	-	-	-
14			20-30	83	6	6	5	0	0	$5 \cdot 10^{-2}$
15			30-50	88	5	4	2	0	1	$3 \cdot 10^{-2}$
16	Każmierzów	172	0-20; zbior- cza	46	11	10	11	5	17	-
17			0-5	41	10	13	13	7	13	$5 \cdot 10^{-5}$
18			5-20	41	7	6	10	9	27	$4 \cdot 10^{-5}$
19			20-50	70	6	3	8	5	8	$6 \cdot 10^{-4}$
20			50-70	73	4	6	4	2	11	-
21			120- 140	59	10	9	7	5	10	-
22			140- 160	42	8	8	12	7	23	-
23	Każmierzów	173	0-20; zbior- cza	25	10	17	12	11	25	-
24			0-5	-	-	-	-	-	-	-
25			5-20	23	8	16	16	11	26	$5 \cdot 10^{-5}$
26			20-50	14	14	1	13	11	47	-
27			50-70	24	5	9	13	10	49	-
28			70-90	15	4	6	10	7	58	$5 \cdot 10^{-6}$

Ilość anionów chlorkowych (tab. 4) oraz kationów sodu (tab. 5) wzrosła w glebie wielokrotnie. Znacznie wzrosło przewodnictwo elektryczne (tab. 3). Zjawiskom tym towarzyszyło znaczne podniesienie odczynu (tab. 3), co jest charakterystyczne dla większości obserwowanych przykładów zasolenia gleb. Ze względu na krótkotrwałe występowanie w glebach właściwości gleb słonych – rozpoznanie awarii automatycznie pociągnęło za sobą decyzję niezwłocznej rekultywacji celem odsolenia gleb – brak jest wskazań dla opisywania poziomów glebowych zgodnie z charakterystyką poziomu diagnostycznego *natric*.

W pracy rozpatruje się je jedynie jako zanieczyszczenie gleb leśnych awaryjnym wpływem solanki.

Tab. 3. Odczyn i przewodność elektryczna gleb na obszarach objętych badaniami

Tab. 3. Reaction and electric conductivity of soils on the areas under investigation

Lp. (No.)	Obręb (District)	Odział (Dept.)	Głębokość (Depth)	pH-H ₂ O	pH-KCl	Przewodnictwo elektryczne (EC) $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$
1	porównawcza (control)		0-10	4,89	3,88	190
2	porównawcza (control)		10-30	4,61	3,91	210
3	Gaiki	98	0-20; zbiorcza	7,31	7,48	510
4			0-25	7,65	7,20	780
5			25-50	6,87	6,32	780
6			50-70	6,77	5,48	2010
7	Bądzów "I"	143	0-20; zbiorcza	6,72	6,25	3360
8			10-20	4,39	3,43	6415
9			20-30	4,68	3,93	7790
10			30-60	5,43	4,38	5080
11			60-100	5,94	4,77	3120
12	Bądzów "II"	143	0-20; zbiorcza	-	-	-
13			0-20	5,03	4,87	15150
14			20-30	6,03	5,04	2640
15			30-50	6,35	5,57	3510
16	Kaźmierzów	172	0-20; zbiorcza	6,80	5,98	1260
17			0-5	6,94	5,91	1185
18			5-20	7,55	6,33	990
19			20-50	7,94	6,97	750
20			50-70	7,74	7,05	1310
21			120-140	7,51	6,76	1780
22			140-160	7,12	6,06	1100
23	Kaźmierzów	173	0-20; zbiorcza	5,19	4,27	3815
24			0-5	5,04	4,61	12020

25			5-20	5,74	4,72	2665
26			20-50	5,33	4,16	3070
27			50-70	4,93	4,14	4200
28			70-90	4,73	3,79	5625
29	Kaźmie- rzów	172	woda 1	6,70	-	14340
30		173	woda 2	2,93	-	13270

Tab. 4. Zawartość chlorków, siarczanów oraz straty na żarzeniu w glebach obszarów objętych badaniami

Tab. 4. Chlorides and sulfides content and lost on the combustion of soils on the areas under investigation

Lp.	Obręb (District)	Oddział (Dept.)	Głębokość (Depth)	chlorki (chlorides)	siarczany (sulfides)	Straty na żarzeniu (LOC)
				mg · kg ⁻¹ s.m.		%
1	porównawcza (control)		0-10	100	130	3,19
2	porównawcza (control)		10-30	200	110	-
3	Gaiki	98	0-20; zbiorcza	40	139	0,54
4			0-25	80	77	0,09
5			25-50	80	226	0,06
6			50-70	190	221	0,18
7	Bądzów	143	0-20; zbiorcza	600	145	3,48
8			10-20	1200	120	-
9			20-30	1400	135	-
10			30-60	1100	125	-
11			60-100	1000	90	-
12	Bądzów	143	0-20; zbiorcza	-	140	-
13			0-20	2800	125	26,68
14			20-30	800	105	-
15			30-50	1100	105	-
16	Kaźmierzów	172	0-20; zbiorcza	500	115	4,35
17			0-5	600	135	8,12
18			5-20	600	120	-
19			20-50	700	120	-
20			50-70	700	110	-

21			120-140	800	95	-
22			140-160	1100	110	-
23	Kaźmierzów	173	0-20; zbiorcza	1200	130	12,47
24			0-5	2200	135	35,38
25			5-20	1000	120	-
26			20-50	1100	120	-
27			50-70	1200	110	-
28			70-90	1500	115	-
29	Kaźmierzów	172	woda 1	2000	10	-
30		173	woda 2	2100	15	-

Tab. 5. Kategorie degradacji gleb według zasolenia (Baran i Turski 1996)

Tab. 5. Categories of soil degradation caused by salinization (Bara and Turski 1996)

Kategoria (Category)	Przewodnictwo elektryczne (EC) mS · cm ⁻¹	Wrażliwość roślin (Plants sensitivity)
gleba naturalna (natural soil)	< 2,0	nie reagują (less of reaction)
degradacja słaba (weak degradation)	2,0 – 4,0	reagują niektóre (reaction of some plant species)
degradacja średnia (mean degradation)	4,0 – 8,0	reaguje większość (reaction of majority of plants)
degradacja silna (heavy degradation)	8,0 – 16,0	tolerują niektóre (toleration of some plant species)
degradacja bardzo silna (very heavy degradation)	> 16,0	rośliny giną (plants die-back)

Uwagę zwraca zróżnicowanie rozkładu EC w profilach glebowych. W obrębie Bądzów, największym przewodnictwem elektrycznym charakteryzują się poziomy glebowe do 20-30 cm głębokości. Świadczy to niewątpliwie o ograniczonej migracji solanki w profilu. Inaczej sytuacja przedstawia się w Obrębie Kaźmierzów, gdzie bardziej złożona budowa profilu glebowego przyniosła efekt w postaci nierównomiernego rozkładu EC. Bez wątplenia doszło tutaj do silniejszej penetracji profili glebowych przez wody zasolone. Jeszcze wyraźniej świadczy o tym zestawienie ww. wyników z przewodnictwem elektrycznym wód zastojowych, gromadzących się w zagłębieniach terenu na opisywanych obszarach. Tok wnioskowania potwierdzają wyniki zawartości chlorków

w poszczególnych poziomach glebowych, brak natomiast podstaw do analogicznego podejścia do rozkładu jonów siarczanowych w profilach glebowych.

Kompleks sorpcyjny gleb został w znacznym stopniu wysycony sodem (tab. 6, 7). Analizując jednak wskaźnik Na/S w odniesieniu do EC i zawartości chlorków i siarczanów w glebach wyraźne jest, że większość soli w momencie badań znajdowała się w roztworze glebowym i w formie wytrąconej poza kompleksem sorpcyjnym. Jest to typowe dla analiz wykonywanych niedługo po zaistnieniu sytuacji awaryjnej. Istotnym faktem, wskazującym na konieczność indywidualnego podejścia do zjawisk zachodzących w skomplikowanych układach przyrodniczych, jest duża różnica w wysyceniu kompleksu sorpcyjnego gleb w Oddziałach 172 i 173 Obrębu Kaźmierzów. U podstaw takiego wyniku leży zróżnicowanie rzeźby terenu, czego efektem jest nie zubożenie pierwotnej kwasowości hydrolitycznej przez alkalizująco działającą solankę.

Tab. 6. Właściwości sorpcyjne gleb obszarów objętych badaniami

Tab. 6. Sorption properties of soils on the areas under investigation

Lp.	Obręb (District)	Oddział (Dept.)	Głębokość (Depth)	Hh	S	T	V	Na/S
				cmol · kg ⁻¹				%
1	porównawcza (control)		0-10	4,87	1,15	6,02	19,08	26,50
2	porównawcza (control)		10-30	2,02	0,61	2,63	23,23	42,67
3	Gaiki	98	0-20; zbior- cza	1,10	3,10	4,20	73,81	11,15
4			0-25	1,30	4,50	5,80	77,59	16,18
5			25-50	1,30	6,10	7,40	82,43	24,78
6			50-70	5,60	9,20	14,80	62,16	40,26
7	Bądzów	143	0-20; zbior- cza	0,30	16,51	16,81	98,21	22,92
8			10-20	4,20	29,76	33,96	87,63	36,53
9			20-30	2,32	38,90	41,22	94,37	55,88
10			30-60	2,25	27,71	29,96	92,49	24,32
11			60-100	0,97	17,73	18,70	94,81	22,07
12	Bądzów	143	0-20; zbior- cza	-	117,84	117,84	100,00	23,98
13			0-20	4,12	57,49	61,61	93,31	37,81
14			20-30	-	3,59	3,59	100,00	60,52
15			30-50	-	3,94	3,94	100,00	60,69

16	Kaźmierzów	172	0-20; zbiorcza	1,20	5,56	6,76	82,26	46,88
17			0-5	-	80,11	80,11	100,00	5,43
18			5-20	-	17,39	17,39	100,00	13,75
19			20-50	-	15,12	15,12	100,00	10,64
20			50-70	-	18,37	18,37	100,00	9,46
21			120-140	-	12,14	12,14	100,00	14,33
22			140-160	0,22	12,11	12,33	98,22	10,05
23	Kaźmierzów	173	0-20; zbiorcza	5,32	8,91	14,23	62,61	36,61
24			0-5	6,98	27,68	34,66	79,86	36,91
25			5-20	3,67	8,87	12,54	70,74	39,21
26			20-50	5,40	9,46	14,86	63,66	34,48
27			50-70	6,52	9,61	16,13	59,58	33,93
28			70-90	8,32	9,66	17,98	53,73	33,75

Tab. 7. Zawartość jonów Ca^{++} , K^+ , Na^+ i Mg^{++} w glebach obszarów objętych badaniami

Tab. 7. Ca^{++} , K^+ , Na^+ and Mg^{++} ions content in soils on the areas under investigation

Lp	Obręb (District)	Oddział (Dept.)	Głębokość (Depth)	Ca		K		Na		Mg
				0,1m HCl	H ₂ O	0,1m HCl	H ₂ O	0,1m HCl	H ₂ O	0,1m HCl
				me · 100g ⁻¹						
1	porównawcza (control)		0-10	0,15	0,05	0,13	0,03	0,30	0,04	0,57
2	porównawcza (control)		10-30	0,13	0,05	0,05	0,03	0,26	0,09	0,17
3	Gaiki	98	0-20; zbiorcza	3,35	0,00	0,12	0,01	0,43	0,28	-
4			0-25	3,70	0,03	0,13	0,05	0,74	0,46	-
5			25-50	3,70	0,00	0,13	0,13	1,26	0,57	-
6			50-70	5,95	0,01	0,24	0,04	4,17	1,00	-
7	Bądzów	143	0-20; zbiorcza	10,00	0,90	0,26	0,15	3,78	1,22	2,47
8			10-20	10,75	0,93	0,28	0,06	10,87	1,96	7,85
9			20-30	10,75	0,58	0,32	0,11	21,74	1,96	6,09

10			30-60	11,50	1,65	0,31	0,03	6,74	1,22	9,16
11			60-100	8,25	0,60	0,23	0,03	3,91	1,09	5,34
12	Bądzów	143	0-20; zbiorcza	60,50	-	3,21	-	28,26	-	25,88
13			0-20	27,50	3,25	0,21	0,12	21,74	1,83	8,05
14			20-30	1,00	0,83	0,02	0,02	2,17	0,83	0,40
15			30-50	1,00	1,20	0,02	0,03	2,39	0,98	0,53
16	Każmierzów	172	0-20; zbiorcza	2,25	0,33	0,12	0,09	2,61	0,54	0,59
17			0-5	47,50	0,10	0,17	0,24	4,35	0,76	28,10
18			5-20	8,25	0,10	0,18	1,05	2,39	0,78	6,57
19			20-50	10,75	0,13	0,09	0,48	1,61	0,61	2,67
20			50-70	13,75	0,35	0,08	0,17	1,74	0,61	2,81
21			120-140	7,50	0,55	0,09	0,04	1,74	0,61	2,81
22			140-160	7,50	0,13	0,13	0,47	1,22	0,54	3,27
23	Każmierzów	173	0-20; zbiorcza	2,75	0,15	0,25	0,12	3,26	1,26	2,65
24			0-5	12,00	1,85	1,62	0,46	10,22	1,96	3,85
25			5-20	2,75	0,05	0,29	0,35	3,48	1,04	2,36
26			20-50	2,75	0,10	0,31	0,19	3,26	1,13	3,14
27			50-70	2,75	0,33	0,29	0,12	3,26	1,22	3,30
28			70-90	2,75	0,50	0,29	0,13	3,26	1,30	3,36
29	Każmierzów	172	woda 1	-	9	-	0,11	-	34,78	-
30		173	woda 2	-	9	-	0,11	-	36,96	-

Dyskusja wyników

W świetle literatury można przyjąć następujące wartości graniczne, których przekroczenie powoduje uszkodzenie roślin:

- przewodność właściwa - $2,0 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ [Brady 1984], to jest ok. $1300 \text{ mg soli} \cdot \text{kg}^{-1}$ w roztworze glebowym,
- stężenie chlorków - $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby [Myślińska 1995],
- wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami sodu - 15% pojemności wymiennej.

Na opisywanym obszarze stwierdzono zasolenie gleb w szerokim zakresie degradacji – od naturalnego zasolenia aż po próg ginięcia roślin.

Kuznetsov i wsp. [1999] uznali za graniczną dla drzew i krzewów zawartość 0,4-0,6% soli w częściach stałych gleby. Większość z przyjmowanych wskaźników degradacji chemicznej została w badanych glebach przekroczona, niekiedy wielokrotnie.

Biorąc pod uwagę, że od wylewu wód słonych z uszkodzonych odcinków rurociągu do okresu badań upłynęło kilka miesięcy, w tym bardzo obfite w opady deszczowe lato, uzyskuje się obraz klęski ekologicznej na opisywanym obszarze. Znaczna ilość soli w wyniku spływów powierzchniowych, które zachodzą dzięki zróżnicowaniu rzeźby terenu, została w tym czasie usunięta przez wody deszczowe. W niewielkich zagłębieniach terenowych powstały zastoiska, zawierające więcej sodu oraz jonów chlorkowych niż w glebach obszarów wyżej zalegających.

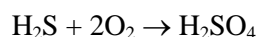
Porównując poszczególne profile glebowe, można zauważyć wyraźnie wyższe zasolenie gleb w obniżeniach terenowych (profile z obrębu Bądzów i oddziału nr 173 obrębu Kaźmierzów), natomiast profile z gleb położonych w terenie wyżej, Gaiki i Kaźmierzów oddział 172, są wyraźnie mniej zasolone. Tłumaczyć to można szybszym spływem wód zasolonych z powierzchni wyniesionych wyżej w terenie. Kwaśne gleby leśne pod wpływem wód kopalnianych w znacznym stopniu odkwasiły się, a ich kompleks sorpcyjny nasycił się kationami o charakterze zasadowym. Profile Bądzów i Kaźmierzów 173 wskazują, że proces ten prawdopodobnie na skutek małej przepuszczalności wodnej tych gleb, nie dobiegł do końca – pozostała jeszcze kwasowość hydrolityczna w kompleksie sorpcyjnym.

Drugim ważnym zjawiskiem we wszystkich badanych glebach jest wytworzenie się warunków beztlenowych, zaczynając już od głębokości 30-70 cm, co opisano w literaturze jako jeden z efektów oddziaływania zasolonych wód na gleby [Marcinek i wsp. 1972]. W opisywanych obiektach doświadczalnych, przepuszczalność gleb i tak była niska, co wydatnie zwiększa poziom stresu dla rosnących na nich roślin. W wielu przypadkach od opisanych powyżej głębokości zaczyna się w glebach strefa niedostępna dla korzeni z powodu braku tlenu. Z fizjologii roślin wiadomo, że stres solny i niedobór tlenu uzupełniają się nawzajem w negatywnym oddziaływaniu na rośliny [Mendel i Kirkby 1984].

Doświadczalnie stwierdzono, że rośliny drzewne mogły przeżyć nawet wtedy, gdy znaczna część ich systemu korzeniowego znalazła się w roztworze soli, uniemożliwiającym im pobieranie wody, o ile pozostałe miały dostęp do wody niezasolonej i tlenu. Odcięcie dostępu tlenu do strefy niezasolonej oznaczało uschnięcie rośliny. Tłumaczy się to brakiem energii niezbędnej dla transportu wody. W podobnej sytuacji znalazły się drzewa z zalanych przez słone wody lasach. Roztwór soli w pierwszym rzędzie dotarł tam, gdzie było powietrze -

rozprzestrzeniał się śladem rozwoju korzeni. Wystarczyło to dla zabicia wszystkich organizmów żywych. Nie było potrzebne wysycenie całej masy glebowej solą. Stąd też niższe zasolenie niektórych warstw w badanej glebie wcale nie oznacza, że gleba jako całość jest mniej toksyczna dla roślin, niż profile bardziej równomiernie zasolone.

Proces rozkładu beztlenowego był szczególnie intensywny w glebach Odziału 173 Kaźmierzów, gdzie w czasie wykonywania odkrywki wyraźnie odczuwalny był zapach siarkowodoru. Kwaśny odczyn wody, stagnującej w zagłębieniach na tym terenie może wynikać z reakcji utleniania tego związku w środowisku wodnym:



Wnioski

- Zasolenie gleb o niejednorodnej budowie profilu, przy nawet niewielkim zróżnicowaniu rzeźby terenu, jest zjawiskiem o złożonym przebiegu i konsekwencjach. Efektem jest nierówny rozkład EC, zawartości jonów i wysycenia kompleksu sorpcyjnego w poszczególnych poziomach glebowych.
- Bardzo istotnym w przypadku wystąpienia zjawisk awaryjnych jak opisane w pracy, jest rozpoznanie przepuszczalności gleb i występowania w nich kanałów przyspieszonego przepływu wód zasolonych.
- Dla bezpieczeństwa środowiska przyrodniczego, a także możliwości szybkiej reakcji w zakresie rekultywacji gleb zdegradowanych przez wpływ wód słonych, najważniejszym elementem jest szybkość stwierdzenia awarii. W związku z tym należy uznać nie monitorowane podziemne rurociągi, transportujące solankę grawitacyjnie, za szczególnie niebezpieczne.
- Przytoczone wyniki badań świadczą, że efekt ekologiczny w postaci całkowitego wyginięcia flory i fauny na terenie objętym wylewem solanki, był ogromny w porównaniu z poziomem i trwałością degradacji gleb. Stąd też zjawisko awaryjnego zasolenia gleb należy uznać za jedną z ostrzejszych form intoksykacji środowiska przyrodniczego.

Literatura

1. BARAN ST., TURSKI R.: *Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb*. Wydawnictwo AR w Lublinie 1996
2. GREINERT H.: *Ochrona gleb*. Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze 1992
3. KUZNETSOV V.V., SHEVYAKOVA N.I., KARPACHEVSKIY L.O.: *New approaches to greek plantations In megapolises. Problems to control oper the environment quality*, 223-225, Moscow 1999
4. MARCINEK J., KĘDZIORA A., SPYCHALSKI M.: *Zmiany zdolności filtracyjnych gleb pod wpływem oddziaływania słonych wód dołowych*. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG, 545-553, Puławy 1972
5. MENGEL K., KIRKBY E.A.: *Podstawy żywienia roślin*. PWRiL Warszawa 1983
6. MYŚLIŃSKA E.: *Laboratoryjne badanie gleby*. PWN Warszawa 1995
7. POKARZHEVSKII A.D., ZHULIDOV A.: *Halogenes in soil animal bodies: A background level*. Contaminated Soil '95, 03-404, Kluwer Ac. Publ. 1995

INFLUENCE OF SALT MINE-WATERS OVERFLOW ON THE FOREST SOILS IN GŁOGÓW REGION

Summary

European areas are in high level antropogenic transformed, even on covered with green areas. The nets are in this range one of ubiquitous elements. One from more dangerous pipelines are these sending not indifferent for natural environment liquids. To such pipelines belong these transported salted mine waters, steered to the lagunes. Damages of these pipelines causes the devastation of ground-water environment, flora and fauna. The problem is the time of influence. It should be remembered that course of these lines is mainly on underground, and visible effects of damages are after decay of more deeply rooting plants. In this time soils and their parent materials are in considerable degree chemically and physically altered. The penetrability of soils is gets smaller, electric conductivity enlarges, soil sorption undergoes and ion equilibrium goes violated.