

## **OCENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA GLEB PÓL IRYGOWANYCH W OLEŚNICY**

*Adam Bogacz, Jarosław Kaszubkiewicz, Tadeusz Chodak, Leszek Szerszeń*

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego,  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

### **Wstęp**

Jednym ze sposobów oczyszczania ścieków, stosowanym nadal w wielu aglomeracjach miejskich w Polsce, jest wprowadzanie ich na pola irygowane [Boćko 1970; Czyżyk 1995]. Wieloletnie użytkowanie tych terenów prowadzi często do wzrostu stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi oraz innymi substancjami znajdującymi się w ściekach [BUNIAK 1990]. Celem opracowania jest ocena stanu środowiska gleb irygowanych ze szczególnym uwzględnieniem stopnia zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz określenie na tej podstawie sposobu i kierunku ich zagospodarowania.

### **Obiekty badań**

Obiektem badań są pola irygowane miasta Oleśnicy, od dziesiątków lat nawadniane ściekami miejskimi. Powierzchnia pól irygowanych podzielona jest na 134 kwatery. Każda z kwater o powierzchni 0,2–0,3 ha otoczona jest wałem wysokości 40–50 cm. System kwater poprzecinany jest siecią rowów odprowadzających wodę. Pola irygowane przylegają bezpośrednio do ogródków działkowych i zabudowań mieszkalnych.

### **Metodyka badań**

W czasie prac terenowych wykonano i szczegółowo opisano 5 profili glebowych, charakteryzujących występujące tu jednostki typologiczne. Próbkę glebową pobierano również z powierzchniowych poziomów wytypowanych kwater. Miejsca pobierania prób były równomiernie rozmieszczone na całej powierzchni badawczej i dotyczyły głównie powierzchniowych poziomów 20 kwater.

Pobrane próbki zostały przebadane laboratoryjnie przy użyciu standardowych metod stosowanych w badaniach gleboznawczych:

- skład granulometryczny oznaczono metodą areometryczną Casagrande'a,
- odczyn (pH) – potencjometrycznie w 1 mol  $\text{KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$ ,
- zawartość węgla utleniającego metodą Tiurina oraz przez wyżarzanie próbek w  $550^{\circ}\text{C}$  przez 4 godziny,
- kwasowość hydrolityczną metodą Kappena,
- udział kationów  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  metodą Pallmana,
- zasolenie – konduktometrycznie,
- zawartość metali ciężkich (Pb, Cu, Cd, Zn) metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej po mineralizacji w 75% kwasie nadchlorowym (spektrofotometr Philips PU 9100X).

Wszystkie analizy wykonano w Instytucie Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

## Wyniki badań

### Morfologia badanych gleb

Klasyfikację gleb prowadzono według czwartego wydania Systematyki Gleb Polski [ANONIM 1989]. Przynależność do poszczególnych taksonów opisano na podstawie morfologii gleb. Na analizowanym obszarze spotyka się przeważnie gleby brunatne kwaśne typowe, czarne ziemie właściwe, a w obniżeniach terenowych gleby gruntowo glejowe właściwe.

Poziomy akumulacyjne badanych gleb posiadały miąższość od 25 do ponad 50 cm, trwały strukturę gruzełkową, bryłową lub włóknistą.

### Skład granulometryczny

Składy granulometryczne utworów tworzących wierzchnie poziomy pokrywę glebowej kształtują się od glin piaszczystych pylastych do pyłów piaszczystych i pyłów gliniastych. Na podstawie analizy składu granulometrycznego, górne poziomy zaliczyć należy do bardzo lekkich i silnie przepuszczalnych dla wody i powietrza (tab. 1).

### Zawartość węgla utleniającego

Zawartość węgla utleniającego w badanych glebach jest wysoka, zwłaszcza w poziomach akumulacyjnych (A) o charakterze mineralnym bądź mineralno-organicznym. Średnia zawartość węgla wynosi tu 2,36% i zmienia się w granicach od 1,01 do 5,70%. W poziomach organiczno-mineralnych i akumulacyjnych zawartość węgla układa się w granicach od 6,32% do 38,70%.

W większości badanych gleb w płytkiej warstwie powierzchniowej zawartość materii organicznej jest wysoka i szybko maleje wraz z głębokością. Jest to charakterystyczne dla gleb pól irygowanych, intensywnie zasilanych od powierzchni wodą wzbogaconą w związki organiczne, występujących w obniżeniach terenowych, gdzie stałe, większe uwilgotnienie powoduje zwolnienie mineralizacji materii organicznej pochodzenia szuwarowego (tab. 2).

Tabela 1; Table 1

Zawartość metali ciężkich w próbkach glebowych z profilu  
Trace elements content in soil samples

Numer próbki Number of sample	Numer profilu (numer kwatery) Profil number (plot number)	Głębokość pobrania Depth of sampling (cm)	Skład granulometryczny Mechanical composition	Zn	X	Pb	X	Cu	X	Cd	X
				mg·kg <sup>-1</sup> gleby; mg·kg <sup>-1</sup> soil							
1	I (134)	0-5	mat. org; org. matter	518	III	94,5	I	53,0	II	33,7	V
2	I (134)	30-40	płg	49,5	0	21,5	0	5,5	0	0,0	0
3	I (134)	50-60	pgm	21,2	0	8,2	0	5,0	0	0,0	0
4	II (105)	5-15	płp	107,5	II	36,0	I	12,5	0	0,0	0
5	II (105)	30-40	płp	62,5	II	24,2	0	9,2	0	0,0	0
6	II (105)	50-60	gpp	36,0	0	7,2	0	7,0	0	0,0	0
7	II (105)	110-120	pl	14,5	0	6,5	0	3,6	0	0,0	0
8	III (81)	5-15	gpp	90,7	I	36,2	0	11,0	0	0,0	0
9	III (81)	30-40	gpp	58,0	I	25,5	0	9,5	0	0,6	I
10	III (81)	40-50	gpp	46,5	0	20,5	0	8,0	0	0,7	I
11	III (81)	60-80	pgl	35,0	0	14,5	0	7,0	0	0,0	0
12	III (81)	115-125	pl	19,5	0	3,5	0	5,5	0	0,0	0
13	IV (29)	5-10	płg	138,5	I	48,0	0	16,0	0	2,2	II
14	IV (29)	30-40	płg	82,0	I	28,5	0	11,5	0	0,9	I
15	IV (29)	70-80	ps	16,0	I	4,5	0	7,0	0	0,7	I
16	IV (29)	110-120	ps	16,0	I	6,2	0	6,2	0	0,0	0
17	V (20)	5-15	-	1315,0	III	74,0	I	199,0	IV	87,9	V
18	V (20)	40-50	płg	210,0	II	31,5	0	14,2	0	0,6	I
19	V (20)	70-80	ps	41,0	0	10,0	0	5,7	0	0,0	0
20	V (20)	105-115	gl	40,0	0	16,0	0	12,0	0	0,0	0
21	V (20)	115-125	pgm	26,2	0	15,0	0	8,2	0	0,0	0
22	(5)	5-10	glp	47,0	0	35,7	0	8,5	0	0,0	0
23	(7)	5-10	płp	86,2	I	44,0	I	9,2	0	67,0	V
24	(16)	3-8	płp	201,5	II	66,0	I	22,5	I	22,4	V
25	(25)	0-10	płp	192,0	II	39,0	I	20,7	I	11,4	V
26	(40)	0-10	płp	53,5	I	22,0	0	9,5	0	2,9	III
27	(49)	15-20	płp	315,0	III	97,2	II	27,2	I	21,9	V
28	(58)	15-20	glp	760,0	III	166,0	II	111,0	IV	30,3	V
29	(61)	0-5	-	395,0	II	89,0	I	59,5	II	14,35	V
30	(61)	5-10	psp	218,0	II	68,5	I	19,7	I	6,3	V
31	(65)	5-10	płg	60,7	0	90,5	I	10,7	0	2,9	II
32	(65)	15-25	płg	61,0	0	95,0	I	11,0	0	1,0	I
33	(67)	3-8	gpp	68,5	0	33,0	0	902,0	V	0,6	0
34	(73)	5-10	płp	85,0	I	54,0	I	11,5	0	2,0	III
35	(79)	5-10	płg	82,2	I	35,5	0	11,2	0	2,5	II
36	(83)	5-10	pgmp	154,0	I	50,2	I	13,5	0	2,1	II
37	(84)	10-15	gpp	139,5	I	42,5	0	17,5	0	9,2	IV
38	(95)	5-10	płp	255,5	II	40,0	0	15,7	0	5,2	IV
39	(99)	0-5	-	105,0	I	37,5	0	18,2	0	2,5	II
40	(99)	10-15	płg	77,0	0	39,0	0	10,7	0	1,5	I
41	(99)	25-30	płg	78,5	0	35,7	0	10,7	0	0,8	0
42	(107)	3-8	gpp	197,2	I	68,0	0	20,0	0	4,2	II
43	(114)	0-10	płp	53,0	I	31,2	I	8,7	0	2,4	II
44	(114)	10-15	gpp	39,2	0	22,0	0	7,0	0	0,8	I
45	(125)	10-15	gpp	620,0	II	48,5	0	23,5	0	12,5	IV
46	(134)	0-5	-	940,0	IV	172,0	II	278,0	IV	55,05	V

X - stopień zanieczyszczenia (0-V - najslabsze zanieczyszczenie); level of pollution

płg - pył gliniasty; loamy silt

pgm - piasek gliniasty mocny; strong loamy sand

płp - pył piaszczysty; sandy silt

gpp - glina piaszczysta pylasta; sandy silty loam

pl - piasek luźny; loose sand

pgl - piasek gliniasty lekki; light loamy sand

ps - piasek słabo gliniasty; weakly loamy sand

gl - glina lekka; light loam

glp - glina lekka pylasta; light silty loam

psp - piasek słabo gliniast pylasty; weakly loamy silty sand

pgmp - piasek gliniasty mocny pylasty; strongly loamy silty sand

Tabela 2; Table 2

Właściwości fizykochemiczne gleb  
Physico-chemical properties of soil

Numer próbki Number of sample	Numer profilu (numer kwatery) Profil number (plot number)	C org. Org. C (%)	pH w H <sub>2</sub> O pH in H <sub>2</sub> O	Zasolenie Solinity mg KCl·kg <sup>-1</sup>	Kwasowość hydrolityczna Hydrolitic acidity cmol(+)-kg <sup>-1</sup>	Zawartość kationów w kompleksie sorpcyjnym Exchange cations				T
						Na+	K+	Ca++	Mg++	
						cmol(+)-kg <sup>-1</sup>				
1	I (130)	38,7	5,1	3500	7,50	1,548	1,04	18,80	2,24	31,13
2	I (130)	1,02	5,5	687	2,10	0,65	0,28	6,40	0,78	10,21
3	I (130)	-	5,7	425	1,35	0,53	0,32	5,60	0,98	8,78
4	II (105)	1,91	5,9	250	2,40	0,43	0,82	6,40	0,99	11,04
5	II (105)	0,90	5,6	175	2,25	0,41	0,34	4,32	0,59	7,91
6	II (105)	-	5,5	150	1,80	0,56	0,20	4,96	0,66	8,18
7	II (105)	-	6,2	100	0,49	0,34	0,12	3,13	0,58	4,66
8	III (81)	1,92	6,1	325	2,25	0,52	0,28	6,56	0,78	10,39
9	III (81)	1,04	6,0	350	1,80	0,69	0,25	4,48	0,78	8,00
10	III (81)	-	6,1	262	1,50	0,47	0,26	4,40	0,66	7,29
11	III (81)	-	6,1	175	1,50	0,39	0,32	5,20	0,78	8,19
12	III (81)	-	6,4	125	0,60	0,34	0,14	2,88	0,39	4,35
13	IV (29)	2,52	5,5	212	3,75	0,33	0,38	5,44	0,78	10,68
14	IV (29)	0,99	5,6	200	2,92	0,43	0,22	4,00	0,53	8,10
15	IV (29)	-	4,9	150	0,90	0,30	0,13	2,88	0,39	4,60
16	IV (29)	-	5,8	162	0,60	0,45	0,22	5,12	0,59	6,98
17	V (20)	4,90	5,6	6750	6,00	1,29	1,14	46,80	3,09	58,32
18	V (20)	1,15	4,5	2000	3,45	0,56	0,36	8,00	0,92	13,29
19	V (20)	-	5,5	725	1,05	0,39	0,24	4,16	0,53	6,37
20	V (20)	-	6,8	312	1,05	0,49	0,36	6,72	0,66	9,28
21	V (20)	-	6,5	262	0,97	0,47	0,32	5,76	0,53	8,05
22	(5)	2,58	5,2	175	3,00	0,38	0,32	5,60	1,32	10,62
23	(7)	2,51	6,0	312	2,62	0,46	0,56	8,80	1,12	13,56
24	(16)	1,67	5,4	550	6,15	0,56	1,20	8,86	1,45	18,22
25	(25)	2,67	5,4	1700	3,97	0,73	0,50	12,40	1,71	19,31
26	(40)	2,67	6,0	437	2,62	0,51	1,16	9,20	1,51	15,00
27	(49)	2,52	5,7	587	6,00	0,53	0,90	13,20	1,78	22,41
28	(58)	6,40	5,6	562	5,92	0,90	0,76	11,84	1,38	20,80
29	(61)	5,70	5,8	337	2,47	0,52	0,56	7,60	1,05	12,20
30	(61)	12,30	6,1	1050	3,52	0,71	1,44	11,68	1,51	18,86
31	(65)	2,10	4,7	1275	4,20	0,39	0,35	7,84	0,92	13,70
32	(65)	1,01	5,4	725	2,40	0,47	0,38	5,92	0,86	10,03
33	(67)	1,96	6,4	250	2,47	0,55	0,30	7,60	1,12	12,04
34	(73)	2,41	5,8	525	3,52	0,47	0,42	7,04	1,12	12,57
35	(79)	2,10	6,0	250	2,47	0,43	0,50	8,96	1,32	13,68
36	(83)	2,67	6,0	275	3,30	0,52	0,51	8,16	1,18	13,67
37	(84)	2,15	5,4	400	3,00	0,43	0,58	7,52	1,38	12,91
38	(95)	2,73	5,9	625	2,25	0,52	0,60	9,60	1,38	14,35
39	(99)	1,71	5,6	2250	3,15	2,37	0,37	5,60	0,99	12,47
40	(99)	1,87	7,2	3000	0,97	4,17	0,48	4,40	0,66	10,68
41	(99)	37,90	6,4	4500	1,50	1,38	0,32	19,60	1,32	24,12
42	(107)	6,32	6,0	625	2,85	0,83	0,90	12,80	1,32	18,70
43	(114)	1,64	4,3	2250	4,65	0,44	0,24	6,56	0,72	12,61
44	(114)	2,10	4,8	1750	5,25	0,43	0,24	8,00	0,72	14,64
45	(125)	14,80	6,0	917	2,55	0,90	0,88	14,00	1,78	20,11
46	(134)	37,40	5,1	1625	12,00	0,90	2,24	14,00	1,78	30,92

T – Pojemność sorpcyjna; Cation exchangeable capacity

## Odczyn gleb

Odczyn gleb utrzymuje się w szerokim przedziale od silnie kwaśnego do obojętnego i waha się od 3,8 do 6,7 w 1 mol  $\text{KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Jednak większość analizowanych próbek wykazuje odczyn silnie kwaśny bądź lekko kwaśny (tab. 2).

## Zasolenie

Oceny zasolenia dokonano na podstawie przewodnictwa właściwego badanych gleb. Stwierdzono bardzo duże zróżnicowanie tego parametru. Na różnych kwaterach badanych pól irygowanych waha się ono od niskiego 250  $\text{mg KCl} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby do wysokiego wynoszącego aż 6750  $\text{mg KCl} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby [KOVDÁ i in. 1967]. Taka wielkość tego parametru może mieć negatywny wpływ na wzrost i rozwój niektórych roślin tak uprawnych, jak i leśnych, stwarzając odpowiednie warunki dla halofitów.

W przebadanych profilach zasolenie zdecydowanie spada wraz z głębokością do wartości rzędu 250  $\text{mg KCl} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomach o składzie granulometrycznym piasków. Jest to związane zarówno ze zmianą składu granulometrycznego, jak też z zachowaniem łatwo rozpuszczalnych soli, które po wypłukaniu z poziomów powierzchniowych migrują wraz z wodą, nie akumulują się w głębszych poziomach. Niekiedy jednak wysokie zasolenie występuje tu głębiej i nawet wzrasta wraz z głębokością (tab. 2).

## Właściwości sorpcyjne badanych gleb

Stwierdzone wartości kwasowości hydrolitycznej wahają się w dość szerokim przedziale od 0,60  $\text{cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomie skały macierzystej (C) profilu V do 12  $\text{cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby w powierzchniowej warstwie 0–5 cm kwatery 134. W przebadanych profilach kwasowość hydrolityczna maleje wyraźnie wraz ze wzrostem głębokości. Związane jest to z obecnością materii organicznej w powierzchniowych poziomach genetycznych oraz występowaniem w dolnej części profilu utworów piaszczystych o niewielkich zdolnościach sorpcyjnych.

Udział poszczególnych kationów o charakterze zasadowym w kompleksie sorpcyjnym analizowanych gleb jest zróżnicowany zarówno profilowo, jak i przestrzennie i w większości przypadków dobrze obrazuje go szereg:  $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{K}^{+} > \text{Na}^{+}$ . Zaburzenie tej kolejności obserwowano w niektórych próbkach, gdzie zawartość sodu jest równa bądź wyższa niż magnezu czy potasu. W kilku przypadkach (profile I i IV) zawartość sodu jest wyższa od zawartości potasu.

Pojemność sorpcyjna (T) kształtuje się w granicach od 4,35  $\text{cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomie C profilu III do 58,32  $\text{cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomie A profilu V. Pojemność ta maleje wraz z głębokością. Najwyższe jej wartości obserwowano w poziomach powierzchniowych o znacznej zawartości materii organicznej.

## Zawartość metali ciężkich

Jednym z metali ciężkich występującym często w osadach ściekowych w dużych ilościach jest **Pb**. Jego zawartości mieszczą się w przedziale od 3,5  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomie C gleby płowej profilu III do 172  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby w poziomie powierzchniowym kwatery 134. W obrębie przebadanych punktów w większości

przypadków nie stwierdzono podwyższonych zawartości Pb. Jedyne w obrębie niektórych kwater zawartość ołowiu kształtuje się w granicach dla gleb o podwyższonej zawartości i słabo zanieczyszczonych [KABATA-PENDIAS i in. 1993; KABATA-PENDIAS 1995] (tab. 1).

Zawartość **Cu** w analizowanych próbkach wynosi od 3,6 mg·kg<sup>-1</sup> gleby w poziomie C gleby brunatnej kwaśnej profilu II do 902 mg·kg<sup>-1</sup> gleby w poziomie powierzchniowym kwatery 67. Zanieczyszczenie miedzią ma charakter ograniczony do zaledwie kilku badanych kwater [KABATA-PENDIAS i in. 1993; KABATA-PENDIAS 1995] (tab. 1).

Zawartość **Zn** kształtuje się od 14,5 mg·kg<sup>-1</sup> gleby w poziomie C gleby brunatnej kwaśnej profilu II do 1315,0 mg·kg<sup>-1</sup> gleby w poziomie A czarnej ziemi w profilu V na kwaterze 20. W obrębie większości kwater w poziomach powierzchniowych obserwowano I lub II stopień zanieczyszczenia cynkiem. Wyjątek stanowi tutaj kilka kwater, gdzie stwierdzono znacznie wyższe zanieczyszczenie tym pierwiastkiem, przekraczające od 4 do 18 razy dopuszczalne zawartości [KABATA-PENDIAS i in. 1993; KABATA-PENDIAS 1995] (tab. 1).

Obecność **Cd** w glebie w powierzchniowych poziomach jest w wielu przypadkach bardzo wysoka. Gleby wykazują niejednokrotnie silne bądź bardzo silne zanieczyszczenie tym pierwiastkiem. Na wielu analizowanych kwaterach stwierdzone zawartości kadmu przekraczały 5 mg·kg<sup>-1</sup> gleby. Dotyczy to 13 analizowanych kwater. Na jednej z nich, na głębokości 5–15 cm w poziomie A czarnej ziemi, zawartość kadmu wynosiła aż 87,9 mg·kg<sup>-1</sup> gleby [KABATA-PENDIAS i in. 1993; KABATA-PENDIAS 1995] (tab. 1).

### **Propozycje zagospodarowania badanych gleb**

Rekultywacja terenu winna obejmować dwa powiązane ze sobą kierunki działań. Pierwszy z nich to rekultywacja mechaniczna obejmująca: likwidację grobli oddzielających kwatery, rozproszanie materiału z likwidacji grobli na powierzchni terenu, oczyszczenie oraz pogłębienie części występujących na powierzchni pól irygowanych rowów otwartych. Konieczny jest również przegląd i ewentualna naprawa kilku istniejących przepustów pod drogami, a rowy których zadaniem było jedynie rozprowadzanie ścieków po terenie pól irygowanych mogą być zasypane. Występujące lokalnie na terenie odpady stałe w formie gruzu, śmieci i innych materiałów należy zebrać i wywieźć na teren do tych celów przeznaczony (wysypisko śmieci).

Oddzielny problem stanowią betonowe zbiorniki znajdujące się w zachodniej części pól irygowanych. W przypadku rozbierania tych zbiorników nie ma konieczności wywożenia powstałego gruzu betonowego na wysypisko śmieci. Można zapelnąć nim powstałe zagłębienia terenowe i pokryć warstwą ziemi dla wyrównania terenu. Może w tym przypadku zaistnieć konieczność przywiezienia pewnych ilości ziemi z zewnątrz. Teren po zbiornikach winien być wyrównany do poziomu pozostałej części pól irygowanych i otoczony rowem opaskowym. Dopuszczalne jest również pozostawienie tych zbiorników w obecnym stanie w przypadku, gdyby istniało dla nich jakieś uzasadnione ekonomiczne zastosowanie.

Jeżeli przyjmiemy, że głównym kierunkiem rekultywacji byłby kierunek leśny – to należy przeprowadzić stosowne zabiegi agrotechniczne związane z przygotowaniem gleby do zalesień. Przed rozpoczęciem tych zabiegów niezbędne jest wapnowanie gleb, najlepiej węglanem wapnia, w dawce wynikającej z oznaczonej

kwasowości hydrolitycznej. W przypadku większości kwater optymalna dawka to około 5 t·ha<sup>-1</sup>. W późniejszych etapach należy zastosować zabiegi wynikające z cyklu urządzania lasu.

Pewne problemy przy zabiegach rekultywacyjnych mogą wynikać w związku z istnieniem kwater silnie zasolonych. Może się okazać, że przez pewien okres (1–2 lata) utrzymanie jakichkolwiek nasadzeń na tych kwaterach będzie niemożliwe. Niemniej jednak przy dominującym, w naszych warunkach klimatycznych, zstępującym ruchu wody w profilu glebowym zawartość łatwo rozpuszczalnych soli powinna szybko maleć, pod warunkiem zaprzestania zrzutu silnie zasolonych ścieków na tym obszarze.

Pomimo występowania obszarów o bardzo silnym zanieczyszczeniu, nie proponuje się zbierania z nich wierzchniej warstwy gleby i wywożenia jej na ekranowane od wód gruntowych wysypiska śmieci. Koszty takiej operacji byłyby zbyt wysokie, a intensywnemu przenikaniu zanieczyszczeń do wód gruntowych można zapobiec przez utrzymanie obojętnego odczynu gleb.

### Podsumowanie

1. Badania prowadzone na powierzchni pól irygowanych wskazują na silne zanieczyszczenie wielu kwater cynkiem, miedzią, a przede wszystkim kadmem.
2. Silne zanieczyszczenie na powierzchniach jest efektem nie tylko nawadniania ściekami miejskimi, ale przede wszystkim składowania różnego rodzaju odpadów stałych i ciekłych, często nieznanego pochodzenia.
3. Zanieczyszczeniu metalami ciężkimi towarzyszy w wielu przypadkach wysokie zasolenie poziomów powierzchniowych analizowanych gleb. Znajduje to swój wyraz we wzroście udziału Na<sup>+</sup> w kompleksie sorpcyjnym gleb.
4. Silne zanieczyszczenie znacznej powierzchni pól irygowanych w Oleśnicy wyklucza ich użytkowanie rolnicze.
5. Ze względu na wysokie zawartości metali ciężkich, szczególnie kadmu, gleby te mogą być przeznaczone wyłącznie pod zadrzewienia.
6. W przypadkach wysycenia kompleksu sorpcyjnego jonem Na<sup>+</sup> ponad 15% należy go zneutralizować odpowiednimi dawkami gipsu.

### Literatura

- Anonim 1989.** *Systematyka gleb Polski*. Praca zbiorowa. Roczn. Glebozn. XL(3/4): 149 ss.
- BOĆKO J. 1970.** *Pola nawadniane jako oczyszczalnia ścieków*. Gospodarka Wodna 8/9: 20–25.
- BUNIAK W. 1990.** *Wpływ nawadniania i nawożenia na skład jakościowy gleb i roślin*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. Rozpr. hab. nr 89: 86 ss.

CZYŻYK F. 1995. *Wpływ ścieków na skład chemiczny gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 571–578.

KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTROWSKA M., TERELAK H., WITEK T. 1993. *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką*. IUNG Puławy: 18 ss.

KABATA-PENDIAS A. 1995. *Pierwiastki śladowe w środowisku*. PWN: 225–230.

KOVDA V.A., ANTRIPOV-KARATAEV J., KELLOG C.E., RAYCHAUDHURI S.P., SZABLOCS J. 1967. *Origin of Soline Soils*. International Source Book. FAO/UNESCO, Paris: 26–34.

**Słowa kluczowe:** metale ciężkie, gleba, pola irygowane

### Streszczenie

Obiektem badań były pola irygowane miasta Oleśnicy, przylegające bezpośrednio do ogródków działkowych i zabudowań mieszkalnych, od dziesiątków lat nawadniane ściekami, często niewiadomego pochodzenia.

Celem opracowania jest ocena stanu zanieczyszczenia gleb irygowanych ze szczególnym uwzględnieniem zawartości metali ciężkich. Na podstawie stopnia zanieczyszczenia gleb określono sposoby i kierunki ich zagospodarowania.

W trakcie badań terenowych wykonano i szczegółowo opisano 5 profili glebowych, z których pobrano próbki do analiz właściwości fizycznych i chemicznych. Próbki pobierano również z wytypowanych kwater z dwóch, a czasem z trzech poziomów. Stwierdzone wysokie zasolenie gleb niektórych kwater wynoszące nawet  $6750 \text{ mg KCl} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby może mieć negatywny wpływ na rozwój wielu gatunków roślin zarówno uprawnych, jak i leśnych. Duże stężenie łatwo rozpuszczalnych soli w roztworze glebowym doprowadziło do naruszenia naturalnej równowagi w kompleksie sorpcyjnym. Silne zanieczyszczenie gleb niektórych kwater cynkiem, miedzią i kadmem dotyczyło zwykle próchnicznych poziomów powierzchniowych i najprawdopodobniej nie jest wynikiem wieloletniego nawożenia ściekami miejskimi, ale przede wszystkim składowaniem różnego rodzaju odpadów stałych i ciekłych na niektórych kwaterach. Stwierdzona na jednej z kwater zawartość kadmu wynosząca  $80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  gleby jest wartością rzadko spotykaną na obszarach pól irygowanych. Obserwowany, często wysoki, stopień skażenia badanego obszaru wyklucza jego użytkowanie rolnicze. Ze względu na zawartość metali ciężkich obszar ten może być przeznaczony wyłącznie pod zadrzewienia.

### ESTIMATION OF SOIL POLLUTION LEVEL ON IRRIGATED FIELDS AT OLEŚNICA

*Adam Bogacz, Jarosław Kaszubkiewicz, Tadeusz Chodak, Leszek Szerszeń*  
Institute of Soil Science and Agricultural Environment Protection,  
Agricultural University, Wrocław

**Key words:** heavy metals, soil, irrigated fields



### Summary

Irrigated fields of Oleśnica, adjoined directly to allotment gardens and buildings, were the objects of investigation. The fields were irrigated for many decades by sewage sludge, often of unknown origin. The aim of study was to evaluate the pollution of irrigated soils with particular regards to heavy metal contents. On the basis of pollution level, the ways and direction of soil reclamation were considered. During field research five soil profiles were particularly analysed. Soil samples were taken and analysed for physical and chemical properties. The samples were taken on selected plots from two or three soil horizons. High level of salinity on some plots reached as high as  $6750 \text{ mg KCl}\cdot\text{kg}^{-1}$  soil, what may negatively influence the development of field and forest plants. Disturbance in natural balance in sorption complex was caused by high level of easy dissolved salts in soil solution. In the upper layers similar contents of sodium and potassium were found what is unusual for natural soils of Poland. Strong pollution of some plots with zinc, copper, and cadmium dealt mainly with the upper humic horizons and it was probably not only the result of many year sewage sludge application. That was mainly affected by storing of various solid and liquid wastes on the plots. Content of cadmium  $80 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  soil was found on one of analysed fields. High pollution level of analysed area excludes them from agricultural utilization. Because of heavy metal contents this area should be intended to forestation only.

Dr inż. Adam **Bogacz**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego

Akademia Rolnicza

ul. Grunwaldzka 53

50-357 WROCLAW