

PHYSICAL AND WATER PROPERTIES OF ARABLE LUVISOLS SITUATED UNDER INFIELD TREE PLANTING WITHIN THE DEZYDERY CHŁAPOWSKI AGRO-ECOLOGICAL LANDSCAPE PARK

Summary

The conducted research aimed at study of physical and water properties of luvisols having been put under intensive cultivation, situated in the area of the Dezydery Chłapowski Agro-ecological Landscape Park. An important element of conducted works was also a comparison of individual characteristics and parameters in the case of arable lands which were located under infield windbreaking tree planting. Among other things, in the examined soils such factors as: texture, bulk density and solid phase density, total and drainage porosity, a coefficient of filtration, water bond potential of soil, and potential and exploitation retention were marked. Results of the research showed a slightly more beneficial arrangement of examined properties in arable soils, and therefore, they confirmed purposefulness of incorporating strip infield tree plantings as elements of intentional agrotechnical system which does not affect physical degradation of soils.

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE I WODNE UPRAWNYCH GLEB PŁOWYCH ORAZ USYTUOWANYCH POD ZADRZEWIENIAMI ŚRÓDPOLNYMI W OBRĘBIE AGROEKOLOGICZNEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO IM. DEZYDEREGO CHŁAPOWSKIEGO

Streszczenie

Przeprowadzone badania miały na celu poznanie właściwości fizycznych i wodnych gleb pługowych będących w intensywnej uprawie rolniczej, położonych na terenie Agroekologicznego Parku Krajobrazowego im. Dezyderego Chłapowskiego. Istotnym elementem przeprowadzonych prac było również porównanie poszczególnych cech i parametrów w przypadku gleb uprawnych oraz zlokalizowanych pod śródpolnymi zadrzewieniami wiatrochronnymi. W badanych glebach oznaczono m.in.: skład granulometryczny, gęstość oraz gęstość fazy stałej, porowatość całkowitą i drenażową, współczynnik filtracji, potencjały wiązania wody przez glebę oraz retencję potencjalną i użyteczną. Rezultaty badań wykazały nieznacznie korzystniejszy układ badanych właściwości w glebach uprawnych, a zarazem potwierdziły celowość stosowania pasowych zadrzewień śródpolnych, jako elementów celowego systemu agrotechnicznego, nie wpływającego na degradację fizyczną gleb.

Wstęp

Systemy uprawy stosowane w rolnictwie ekologicznym zdecydowanie oddziałują zarówno na plon i jego jakość, jak również na właściwości gleb [1, 10]. Obok modeli klasycznych, interesującym wydaje się być zagadnienie tradycyjnej wielkoobszarowej działalności agrarnej współzależnej z typowymi rozwiązaniami agroekologicznymi, takimi jak np. pasy wiatrochronnych zadrzewień śródpolnych [3]. W pracy przedstawiono wyniki analizy porównawczej, przeprowadzonej na podstawie badań polowych i laboratoryjnych materiału glebowego pobranego z profili gleb pługowych typowych, zlokalizowanych na polach uprawnych oraz na sąsiadujących z nimi planowych zadrzewieniach. Dobrze rozpoznany i udokumentowany jest wpływ planowo wprowadzanych zadrzewień oraz zakrzaceń na właściwości chemiczne agroekosystemu (pokrywa glebowa, chemizm wód) [2, 3, 7]. Celem pracy było rozpoznanie tego problemu pod kątem właściwości fizycznych i wodnych oraz ewentualnej podatności badanych gleb na coraz częściej stwierdzaną tzw. degradację fizyczną [11, 14].

Obiekt i metodyka

Prace terenowe przeprowadzono na terenie Agroekologicznego Parku Krajobrazowego im. Dezyderego Chłapowskiego, na gruntach wsi: Gołębin i Darnowo. Grunty orne

pozostają tam od wielu lat w intensywnej uprawie, natomiast wśród nich realizowane są planowe nasadzenia drzew i krzewów, pełniące rolę wielozadaniowych, śródpolnych pasów ochronnych. Próbkę o strukturze naruszonej i nienaruszonej ($V=100\text{cm}^3$) pobrano z poszczególnych poziomów genetycznych sześciu profili gleb pługowych, po uprzednim opisaniu ich budowy morfologicznej [16]. Oznaczono takie właściwości, jak: skład granulometryczny – metodą areometryczną [13], gęstość fazy stałej – metodą piknometryczną [15], wilgotność naturalną i higroskopową – grawimetrycznie, maksymalną pojemność higroskopową – w komorze podciśnieniowej w obecności nasyconego roztworu K_2SO_4 , gęstość gleby – z wykorzystaniem naczynek Nitzscha, porowatość wyliczono na podstawie oznaczeń gęstości gleby oraz gęstości fazy stałej [12], współczynnik filtracji – metodą stałego spadku ciśnienia [9], pojemności wodne przy określonych potencjałach wiązania – metodą Richardsa [8]. Sumę makro- i mezoporów, zwaną dalej porowatością drenażową, określono jako różnicę pomiędzy porowatością całkowitą i wilgotnością odpowiadającą polowej pojemności wodnej (oznaczonej przy potencjale – 10 kPa). Zamieszczone wyniki są wartościami uśrednionymi z pięciu powtórzeń. Zastosowana numeracja odkrywek glebowych wynika z chronologii wieloletnich badań prowadzonych przez Katedrę Gleboznawstwa AR w Poznaniu [7]. Sąsiadujące ze sobą profile, w układzie: pole – zadrzewienie zanumerowane zostały – odpowiednio: 124P -125Z

(obiekt Darnowo) oraz 110P -116Z i 111P – 117Z (obiekt Gołębin).

Wyniki i dyskusja

Opis cech morfologicznych, klasyfikację taksonomiczną, przyrodniczą i użytkową wykonano na podstawie ustaleń normatywnych Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego oraz zaleceń IUNG [12, 16]. Wszystkie badane gleby wytworzyły się w obszarze równinnym z glin zwałowych zlodowacenia Würm, stadiału leszczyńskiego. Występujące tu gliny morenowe uległy w różnym stopniu rozmyciu i rozsortowaniu. Nie stwierdzono występowania zwierciadła wód gruntowych w zasięgu profili (0-150 cm). W żadnej z badanych gleb nie występował węglan wapnia, który został wymyty do głębszych warstw (od 2,1 do 3,6 m) w wyniku procesów eluwalnych. Jedynie w profilu 111 na głębokości około 140 cm oznaczono go w niewielkich ilościach (< 1%). Miąższość poziomów próchnicznych była wysoka i dość wyrównana w warstwie od 30 do 40 cm. Opisywane gleby zaliczono do klas bonitacyjnych: IIIb (prof. 110), IVa (prof. 111, 117) i IVb (prof. 116, 124, 125) oraz odpowiednio do trzeciego (prof.110), czwartego lub piątego (prof.: 116, 124, 125) kompleksu przydatności rolniczej.

Pod względem uziarnienia, poziomy A wykazywały skład piasku (prof.124, 116), lub piasku słabo gliniastego

(prof.:110,111,117,125), poziomy C i Bt - glin piaszczystych rzadziej glin lekkich, a poziomy E- piasku lub piasku słabo gliniastego. Nieznacznie odmienny był jedynie profil 110, o mocniejszym składzie poziomów: luwic (gp) oraz argilic (gs) (tab. 1).

Gęstość fazy stałej oscylowała wokół wartości 2,65 g·cm⁻³ (tab.2), wynosząc od 2,60 g·cm⁻³ (prof.124, poz. A) do 2,68 g·cm⁻³ (prof. 110, poz. B₁).

Najmniejsze wartości gęstości objętościowej stwierdzono w poziomach A (tab. 2). Słabo zagęszczone były również poziomy Eet. Porównując sąsiadujące ze sobą, odmiennie użytkowane profile na obiekcie Darnowo zauważono, że gęstość objętościowa wierzchnich poziomów gleb płowych pozostających w uprawie była nieznacznie wyższa od odpowiadających im poziomów genetycznych gleb pod zadrzewieniem śródpolnym. Różnice te nie były jednak znaczące (1,63 g·cm⁻³, przy porowatości 38,5 % - prof.124; 1,66 g·cm⁻³, przy porowatości 37,8% – prof.125). Na obiekcie Gołębin zaobserwowano sytuację odmienną. W poziomach A gleb uprawnych gęstość była równa lub nieco tylko wyższa o około 0,03 g·cm⁻³ w stosunku do odpowiadających im wartości, oznaczonych w profilach zlokalizowanych pod zadrzewieniem (przy porowatości równej lub niższej o około 10%). We wszystkich badanych glebach, gęstość wzrastała wraz z głębokością, a opisane powyżej zależności pomiędzy polem a zadrzewieniem zanikały.

Tab. 1. Skład granulometryczny badanych gleb
Table 1. Texture of investigated soils

Numer profilu Number of profile	Poziom genetyczny, głębokość (cm) Genetic horizon, depth (cm)	Zawartość frakcji o średnicy [mm] Content of fraction in diameter [mm]			Podgrupa granulometryczna wg PN-04033 Texture acc. to PN-04033
		2,0-0,05	0,05-0,002	< 0,002	
1	2	3	4	5	6
110P Gołębin	Ap, 0-38	82	16	2	ps
	Eet, 38-57	67	21	12	gp
	Bt, 57-91	58	16	26	gs
	C, 91-150	68	17	15	gp
111Z Gołębin	Ap, 0-30	84	14	2	ps
	Eet, 30-58	82	13	5	ps
	Bt, 58-120	69	18	13	gp
	C, 120-150	73	21	6	gp
116P Gołębin	A, 0-38	84	14	2	ps
	Eet, 38-71	76	15	9	ps
	Bt, 71-107	71	15	14	gp
	C, 107-150	72	16	12	gp
117Z Gołębin	A, 0-34	84	15	1	ps
	Eet, 34-56	79	17	4	pg
	Bt, 56-88	71	14	15	gp
124P Darnowo	Ap, 0-31	85	14	1	p
	Aa, 31-42	86	12	2	ps
	Eet, 42-68	89	9	2	p
	Btg, 68-95	72	13	15	gp
	Ccag ,95-150	67	17	16	gl
125Z Darnowo	A, 0-34	84	13	3	ps
	Eet, 24-41	86	12	2	ps
	Btg, 41-88	72	14	14	gp
	Cg, 88-150	72	14	14	gp

Tab. 2. Podstawowe właściwości fizyczne badanych gleb
Table 2. Basic physical properties of investigated soils

Nr profilu Number of profile	Głębokość Depth (cm)	Wilgotność Moisture (%)		Gęstość gleby Bulk density ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Gęstość fazy stałej Density of solid phase ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Porowatość Porosity (%)	Pojemność higroskopowa Higroscopic capacity (%)		Maksymalna pojemność higroskopowa Maximal higroscopic capacity (%)	
		(wag.) (m/m)	(obj.) (v/v)				(wag.) (m/m)	(obj.) (v/v)	(wag.)	(obj.)
110P	0-38	12,37	19,18	1,55	2,64	41,29	1,1249	1,7435	1,3025	2,0188
	38-57	8,71	15,44	1,77	2,65	33,21	0,3663	0,5677	2,3310	3,6130
	57-91	12,61	22,74	1,78	2,67	33,33	1,1303	2,0000	5,5900	9,8943
	91-150	13,03	23,18	1,78	2,66	37,08	0,6499	1,1568	3,1323	5,5755
111Z	0-30	12,36	21,81	1,76	2,64	33,33	0,2498	0,4446	1,2490	2,2232
	30-58	11,18	17,92	1,60	2,65	39,62	0,2249	0,3958	1,2951	2,2794
	58-120	13,16	23,55	1,79	2,65	32,45	0,4872	0,7795	2,9786	4,7658
	120-150	13,95	24,83	1,78	2,66	33,08	0,2598	0,4650	1,6535	2,9598
116P	0-38	8,38	12,94	1,54	2,64	41,47	0,2241	0,3450	1,1203	1,7253
	38-71	9,16	15,07	1,64	2,65	37,92	0,3889	0,6378	2,0420	3,3489
	71-107	12,65	20,87	1,65	2,65	37,73	0,4673	0,7710	3,6179	0,9695
	107-150	12,96	23,45	1,81	2,66	31,95	0,6784	1,2279	3,1567	5,7136
117Z	0-34	16,04	23,74	1,48	2,64	43,94	0,9458	1,3998	0,2326	0,3442
	34-56	7,62	13,14	1,72	2,65	34,84	0,7562	1,3007	0,1541	0,2650
	56-88	11,98	20,48	1,78	2,65	35,71	2,9602	5,0620	0,6845	1,1705
124P	0-31	8,30	13,53	1,63	2,65	38,49	0,5231	0,8526	0,9706	1,5840
	31-42	6,69	11,13	1,66	2,60	35,90	0,6030	1,0019	0,9238	1,5340
	42-68	4,04	6,29	1,55	2,65	41,06	0,4250	0,6588	0,3853	0,5990
	68-95	10,91	19,22	1,76	2,65	33,63	0,5100	0,8991	3,5305	6,2233
	95-150	12,25	22,82	1,85	2,66	29,11	1,3170	2,4365	3,5219	6,5314
125Z	0-24	10,53	17,58	1,66	2,65	37,82	0,3160	0,5264	1,0302	1,7159
	24-41	4,63	7,79	1,67	2,65	36,25	0,2890	0,4826	0,5100	0,8547
	41-88	9,69	18,06	1,86	2,65	28,73	1,1030	2,0559	3,4723	6,4718
	88-150	12,59	22,47	1,78	2,65	30,19	1,2860	2,2916	3,7349	6,6539

Tab. 3. Wartości współczynnika filtracji oraz porowatości drenażowej
Table 3. The values of filtration coefficient and drainage porosity

Numer profilu Number of profile	Głębokość Depth (cm)	Podgrupa granulometryczna Texture	Porowatość całkowita Total porosity (%)	Porowatość drenażowa Drainage porosity (%)	Współczynnik filtracji (k) Filtration coefficient ($\mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
110P	0-38	ps	42,90	25,16	18,20
	38-57	gp	35,44	14,64	35,85
	57-91	gs	38,12	5,41	0,49
	91-150	gp	35,69	14,35	0,75
111Z	0-30	ps	36,06	17,96	3,61
	30-58	ps	37,87	25,36	13,30
	58-120	gp	34,46	11,24	1,65
	120-150	gp	32,87	12,08	0,64
116P	0-38	ps	42,02	25,61	20,50
	38-71	ps	40,34	21,51	5,35
	71-107	gp	34,71	14,87	0,28
	107-150	gp	33,43	11,84	0,841
117Z	0-34	ps	42,27	30,54	36,00
	34-56	pg	47,89	22,20	3,27
	56-88	gp	35,55	17,18	6,54
124P	0-31	P	39,90	23,05	10,80
	31-42	ps	38,24	31,44	8,62
	42-68	p	42,29	12,28	19,97
	68-95	gp	34,62	13,63	0,62
	95-150	gl	33,05	7,22	3,27
125Z	0-24	ps	38,16	22,77	7,86
	24-41	ps	36,98	23,26	8,08
	41-88	gp	32,55	6,88	0,36
	88-150	gp	33,87	7,99	0,59

Tab. 4. Potencjały wiązania wody przez glebę (pF) potencjalna (PRU) i efektywna (ERU retencja użyteczna)
 Table 4. Soil water potentials (pF) and total available water (TAW) and readily available water (RAW)

Numer profilu Number of profile	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	Wilgotność (%obj.) przy pF: Moisture (%v/v) at pF:							
			0,0	2,0	2,5	3,7	4,2	4,5	ERU	PRU
110P	Ap	0-38	37,03	16,13	13,07	6,63	4,00	2,10	9,50	12,13
	Eet	38-57	30,22	18,57	13,44	7,06	4,12	3,61	11,51	14,45
	Bt	57-91	30,25	27,92	23,86	18,36	8,00	9,24	9,56	19,92
	C	91-150	31,42	22,73	18,89	12,00	9,84	5,50	10,73	12,89
111Z	Ap	0-30	31,02	15,37	11,99	5,20	3,85	2,22	10,17	11,52
	Eet	30-58	36,15	14,26	10,40	6,36	3,55	2,28	7,90	10,71
	Bt	58-120	29,55	21,21	18,35	12,30	7,97	4,76	8,91	13,24
	C	120-150	31,00	21,00	17,64	9,14	6,28	2,96	11,86	14,72
116P	A	0-38	39,12	15,86	12,35	5,15	3,78	1,72	10,71	12,08
	Eet	38-71	35,13	16,41	14,32	7,26	5,02	3,34	9,15	11,39
	Bt	71-107	34,89	22,86	19,95	13,05	8,95	6,32	9,81	13,91
	C	107-150	28,86	20,11	17,75	11,50	7,68	5,71	8,61	12,43
117Z	A	0-34	39,76	13,40	10,62	5,93	4,00	1,37	7,47	9,40
	Eet	34-56	32,22	12,64	10,76	4,28	2,88	0,26	8,36	9,76
	Bt	56-88	31,62	18,53	11,82	6,11	3,76	1,17	12,42	14,77
124P	Ap	0-31	30,12	16,45	12,68	9,26	5,43	1,58	7,19	11,02
	Aa	31-42	35,42	15,19	11,03	8,86	4,50	1,53	6,33	10,69
	Eet	42-68	28,36	10,85	6,72	3,16	1,88	0,60	7,69	8,97
	Btg	68-95	31,01	22,34	18,97	17,03	11,00	6,22	5,31	11,34
	Ccag	95-150	29,98	19,42	15,53	13,76	10,00	6,53	5,66	9,42
125Z	A	0-24	20,40	15,39	8,93	9,90	3,30	1,71	5,49	12,09
	Eet	24-41	34,33	13,72	10,27	5,64	2,98	0,85	8,08	10,74
	Btg	41-88	29,89	25,67	21,93	18,29	10,98	6,47	7,38	14,69
	Cg	88-150	30,75	25,88	21,97	17,24	10,97	6,65	8,64	14,91

Zawartość wody higroskopowej oraz maksymalna higroskopijność jest w każdej glebie funkcją jej próchniczności i uziarnienia (tab. 1) [11]. Prawidłowość ta potwierdziła się w uzyskanych wynikach. Np. w poziomie Ap profilu 112 wartość ta osiągała 4,74% obj., a w skale macierzystej – 5,09% obj. W porównywalnych pod względem składu granulometrycznego i zawartości Corg. [7] epipedonach dostrzeżono pewne zróżnicowanie maksymalnej higroskopijności pomiędzy glebami uprawnymi, a glebami pod zadrzewieniem. Gleby uprawne osiągały MH nieznacznie przekraczające 2% obj., podczas gdy w glebach płowych pod zadrzewieniem wielkość ta kształtowała się w przedziale od 0,34% obj. do 1,73% obj. W przypadku wszystkich gleb gliniaste skały macierzyste osiągały w obrębie analizowanych właściwości wartości H i MH najwyższe (tab.1), niezależne od sposobu użytkowania gleby, wyraźnie skorelowane z uziarnieniem ($R^2 = 0,986$).

Oznaczone wartości współczynnika filtracji w poziomach A badanych gleb wykazywały stosunkowo niewielkie zróżnicowanie (tab. 3), przyjmując wielkości k_s od $18,2 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (prof. 110) do $36,0 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (prof. 116). Wyjątkiem był poziom Ap w profilu 117 na polu uprawnym, w którym oznaczony k_s wyniósł $3,61 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Poziomy A gleb płowych w zadrzewieniu śródpolnym wykazywały filtrację najszybszą: $20,5 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (prof. 116, porowatość 42,0%) oraz $36,0 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (prof. 117, porowatość 42,3%). Ponieważ poziomy wierzchnie wszystkich badanych gleb płowych miały zbliżony skład granulometryczny i nie różniły się zna-

cząco zawartością Corg. [7], nieznacznie wyższe wielkości k_s uzyskane w glebach pod zadrzewieniem śródpolnym tłumaczyć można raczej wyłącznie różnicami w porowatości całkowitej oraz drenażowej. Dodatkowo wpływać mógł także system korzeniowy drzew i krzewów, lecz oddziaływanie to zauważyć można było wyłącznie do głębokości około 0,40 m. Takiego wpływu nie stwierdzono w przypadku poziomów Bt i C. Również w glinach czynnikiem decydującym o szybkości filtracji była porowatość. Nie stwierdzono tu istotnych różnic pomiędzy polem a zadrzewieniem. K_s mieścił się w przedziale od $1,65 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (prof. 111, poz. Bt) do $0,084 \mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (prof. 116, poz. C). Są to wartości typowe, charakterystyczne dla glin morenowych zlodowacenia Würm, na obszarze Niziu Środkowopolskiego [4, 5, 6, 14].

Najistotniejsza z rolniczego punktu widzenia połowa pojemność wodna (pF=2,0) w poziomach A gleb uprawnych (tab. 4), w stosunku do gleb pod zadrzewieniami, była nieznacznie wyższa o około 3% (np.: prof.110, pole-16,13% obj.; prof. 117, zadrzewienie-13,4% obj.), lub niemal równa (np.: prof.124, pole-16,45% obj.; prof.125, zadrzewienie-15,39% obj.). Wartości PPW stwierdzone dla gliniastego podłoża (poz. Bt, C) były zróżnicowane we wszystkich profilach i wahały się w przedziale od 19,42 (prof.124, poz. C_{cag}) do 27,92% obj. (prof. 110, poz. B). Różnice te zarówno dla PPW, jak też dla pozostałych oznaczonych pojemności, zależne były przede wszystkim od porowatości i zawartości frakcji ilastej.

Różnie kształtowała się zawartość wody produkcyjnej (ERU). W glebach uprawnych była ona o około 1,5-4,4% obj. wyższa od odpowiednich wartości tego wskaźnika oznaczonego dla gleb zlokalizowanych pod zadrzewieniem (tab. 4), np.: 7,19% obj - prof.124, poz. Ap, pole i 5,49% obj. - prof.125, poz. A, zadrzewienie. Wielkości potencjalnej retencji użytecznej (PRU) były dla poszczególnych poziomów genetycznych badanych gleb o około 2-7% obj. wyższe. Przykładowo obliczone zdolności retencyjne badanych gleb użytkowanych w różny sposób określają szacunkowo ilość wody produkcyjnej oraz potencjalnie dostępnej, którą gleba może zmagazynować w obrębie całego profilu do głębokości 1,5 m. W przypadku ERU wielkości te, wyrażone w milimetrach opadu, oscyływały wokół wartości 105 mm. Różnice pomiędzy polem, a zadrzewieniem były jednak niewielkie. Większe różnice (rzędu 10 -25%) retencji całkowitej stwierdzono przy zastosowaniu do obliczeń PRU. Trudno jednak stwierdzić co było ich przyczyną: sposób użytkowania gruntu, czy raczej zróżnicowana miąższość poziomów genetycznych o odmiennym składzie granulometrycznym.

Podsumowanie

Rezultaty badań wykazały nieznacznie korzystniejszy układ badanych właściwości w glebach uprawnych. Gęstość objętościowa wierzchnich poziomów gleb pozostających w uprawie była nieznacznie wyższa od odpowiadających im poziomów genetycznych gleb pod zadrzewieniami śródpolnymi. Oznaczone wartości współczynnika filtracji w poziomach A wykazywały stosunkowo niewielkie zróżnicowanie. Połowa pojemność wodna w poziomach A gleb uprawnych, w stosunku do gleb pod zadrzewieniami, była nieznacznie wyższa. Efektywna retencja użyteczna gleb uprawnych była o około 1,5 - 4,4% obj. wyższa od odpowiednich wartości tego wskaźnika oznaczonego dla gleb pod zadrzewieniem. Odmienny sposób użytkowania gleb wpływał na zróżnicowanie analizowanych właściwości fizycznych i wodnych. Efekt ten był zauważalny pomimo znaczącego, dodatkowego oddziaływania na nie składu granulometrycznego i zawartości węgla organicznego. Poczynione obserwacje wskazują, iż zadrzewienia śródpolne nie prowadzą do degradacji gleb. Można i należy stosować je jako element celowego systemu agrotechnicznego – w szczególności na wydzieleniach glebowych narażonych na erozję pulweryzacyjną i wietrzną.

Literatura

- [1] Cymerman R., Hoper. A.: Ochrona Środowiska w planowaniu i urządzeniu terenów wiejskich. PWN, Warszawa 1980.
- [2] Bartoszewicz A.: Skład chemiczny wód powierzchniowych zlewni użytkowanych rolniczo w warunkach glebowo-klimatycznych Równiny Kościańskiej. Roczn. AR Poznań. Rozprawy naukowe 250, 1994.
- [3] Bartoszewicz A.: Pokrywa glebowa na obszarze Parku Krajobrazowego im. gen. Dezyderygo Chłapowskiego. Biuletyn Parków Krajobrazowych Wielkopolski 3, s. 131-135, 1998.
- [4] Kaczmarek Z.: Pojemność wodna oraz zdolności retencyjne gleb pływych i czarnych ziem wytworzonych z glin morenowych w rejonach oddziaływania Konińskiego Zagłębia Węglowego. Roczn. AR Poznań, 61, s. 49-61, 2001.
- [5] Kaczmarek Z.: Zdolności filtracyjne gleb pływych i czarnych ziem wytworzonych z glin morenowych w rejonach oddziaływania Konińskiego Zagłębia Węglowego. Roczn. AR Poznań, 61, s. 63-76, 2001.
- [6] Kaczmarek Z., Owczarzak W., Mocek A.: Właściwości fizyczne i wodne gleb pływych i czarnych ziem położonych w bezpośrednim sąsiedztwie odkrywki „Kazimierz” KWB KONIN”. Roczn. AR Poznań, 56, s. 265-276, 2000.
- [7] KBN: Projekt badawczy Nr 3P06S 070 23. Wpływ zadrzewień śródpolnych na fizyko –chemiczne i chemiczne właściwości gleb oraz chemizm wód gruntowych i powierzchniowych na terenach wiejskich. Sprawozdanie końcowe, Katedra Gleboznawstwa AR Poznań, 2005.
- [8] Klute A.: Water retention: Laboratory methods. In: Klute A. (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 1:Physical and Mineralogical Methods. 2nd edn. Agron. Monogr. 9 ASA and SSSA, Madison, Wi., 1986.
- [9] Klute A., Dirksen C.: Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. In: Klute A. (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 1:Physical and Mineralogical Methods. 2nd edn. Agron. Monogr. 9 ASA and SSSA, Madison, Wi., 1986.
- [10] Maciak F.: Ochrona i rekultywacja środowiska. Wyd. SGGW, Warszawa, 1992.
- [11] Mocek A., Owczarzak W., Kaczmarek Z.: Degradacja fizyczna gleb przyczyną spadku plonowania roślin uprawnych. Roczn. AR Poznań, 52, 1994.
- [12] Mocek A., Drzymała S.: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR Poznań, 2003.
- [13] Polski Komitet Normalizacyjny: Polska Norma PN-R-04032: Gleby i utwory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczanie składu granulometrycznego, Warszawa, 1998.
- [14] Rząsa S., Owczarzak W., Mocek A.: Problemy odwodnieniowej degradacji gleb uprawnych w rejonach kopalnictwa odkrywkowego na Niżu Środkowopolskim. Wyd. AR Poznań, 1999.
- [15] Soil Conservation Service: Soil Survey laboratory methods manual. Soil Survey. Invest. Raport No. 42., U. S. Dept. Agric., Washington, DC, 1992.
- [16] Systematyka gleb Polski.: Roczn. Glebozn. PTG, 40, s. 5-54, Warszawa, 1989.