

HANNA JAWORSKA. HALINA DĄBKOWSKA-NASKRĘT

## GLEBY PŁOWE WYTWORZONE Z UTWORÓW PYŁOWYCH POJEZIERZA CHEŁMIŃSKO-DOBRYŃSKIEGO I WYSOCZYZNY KALISKIEJ. Cz. III SKŁAD CHEMICZNY I MINERALOGICZNY

Katedra Gleboznawstwa, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

### WSTĘP

Przedstawiona praca jest kontynuacją badań nad glebami płowymi Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego i Wysoczyzny Kaliskiej. W pracach wcześniejszych przedstawiono morfologię i właściwości fizykochemiczne tych gleb [Dąbkowska-Naskręt, Jaworska 1997] oraz badania litologicznej jednorodności na podstawie analizy uziarnienia [Dąbkowska-Naskręt, Jaworska 1997].

Przeprowadzone badania terenowe wraz z wnikliwą oceną morfologii wybranych profili gleb pływych wskazywały na heterogeniczność litologiczną badanych gleb, w obu rozpatrywanych mezoregionach: Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego – zlodowacenie bałtyckie i Wysoczyzny Kaliskiej – zlodowacenie środkowopolskie. Natomiast charakterystyka gleb pływych obu regionów, przeprowadzona na podstawie wskaźników uziarnienia, stopnia dyspersji ziaren oraz powierzchni właściwej, nie dała wyjaśnienia, co do pochodzenia zróżnicowania uziarnienia materiału glebowego w obrębie profili.

Celem podjętych badań była charakterystyka składu chemicznego i mineralogicznego gleb pływych Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego i Wysoczyzny Kaliskiej w aspekcie litogenezy oraz zachodzących procesów pedogenetycznych.

### MATERIAŁ I METODY

Badano 10 profili glebowych reprezentujących gleby płowe typowe (4 profile) i gleby płowe opadowo-glejowe (6 profili) utworzone z utworów pyłowych lub z utworów pyłowych podścielonych gliną zwałową.

W celu wyjaśnienia litologii materiału glebowego przeprowadzono następujące analizy składu chemicznego całej masy gleby i frakcji ilastej:

- skład chemiczny gleby oraz frakcji ilastej:

- a) metodą stapiania z  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  wg Jacksona [1956, 1975],
- b) po mineralizacji w mieszaninie stężonych HF i  $\text{HClO}_4$  [Crock, Severson 1980]: zawartości  $\text{SiO}_2$  oznaczono metodą wagową, Fe całkowite ze stopów z  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej na aparacie Philips PU 9100X, zawartość Al – w podtlenku azotu metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej, Ti – kolorymetrycznie z tironem [Jackson 1956];
- wolne tlenki żelaza w ekstrakcie cytrynianu sodu, dwuwęglanu sodu po redukcji dwutlenkiem, metodą Mehra-Jacksona [1960];
- skład mineralogiczny frakcji ilastej określono na podstawie wyników analizy rentgenograficznej i derywatograficznej:
- a) badaniami rentgenograficznymi poddano próbki frakcji ilastej wysyczonej jonami  $\text{Mg}^{++}$ , solwatowanej glikolem etylenowym, wysyczonej jonami  $\text{K}^+$  oraz prażonej w temperaturze  $550^\circ\text{C}$ . Interpretację dyfraktogramów przeprowadzono na podstawie literatury [Brindley i wsp. 1980, Chodak i wsp. 1990, Stoch i wsp. 1968, 1974, 1983]. Szacunkowe ilościowe oznaczenie minerałów przeprowadzono korzystając z metody Lavesa i Jahna [1972],
- b) analizę derywatograficzną próbek frakcji ilastej przeprowadzono, po wysyceniu jonami  $\text{Ca}^{++}$  w aparacie Derivatograph firmy Paulic Paulic L. Erdey prod. węgierskiej, stosując naważkę 200 mg, czułość TG 5 mg, DTA 10 mg, DTG 100 mg, szybkość grzania 10/min. Jako substancji wzorcowej użyto tlenku glinowego [Langier-Kuźniarowa 1973, Schultze 1974, Smykatz-Kloss 1991, Wyrwicki 1988].

Na podstawie otrzymanych wyników analiz obliczono dla badanych gleb:

- wskaźniki przemieszczenia: wolnego żelaza oraz frakcji łu koloidalnego z poziomów łuwic do argillic,
- stosunki molarne  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$  w glebie i frakcji ilastej.

## WYNIKI

### Skład chemiczny

Zawartość żelaza całkowitego waha się w szerokich granicach od 0,47%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w poziomach powierzchniowych do 3,08%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w poziomach argillic badanych gleb. Rozmieszczenie żelaza całkowitego wykazuje w profilach podobny przebieg jak rozmieszczenie frakcji koloidalnej, z wyraźnym maksimum w poziomach argillic (tab. 1)

Zawartości  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kształtują się w zakresie od 4,05 do 13,59% w glebach Pojezierza Chełmińskiego-Dobrzyńskiego oraz 3,74–7,29% w glebach Wysoczyzny Kaliskiej.

We wszystkich badanych glebach niezależnie od regionu i uziarnienia obserwuje się akumulację  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  w poziomach iluwialnych przy wyraźnym zubożeniu w te składniki poziomów akumulacji próchnicy i eluwialnych. Wzrostowi zawartości  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  w poziomach iluwialnych towarzyszy obniżenie ilości  $\text{SiO}_2$ . Całkowita zawartość  $\text{SiO}_2$  w badanych glebach wahała się w zakresie 71–91% (tab. 1) z wyraźnym minimum w poziomach wzbogacenia.

Zawartości  $\text{TiO}_2$  wykazują zmienność w obrębie profili oraz regionów. Zwracają uwagę wyrównane ilości  $\text{TiO}_2$  w profilu T2, T3, PR z obszaru Pojezierza Dobrzyńskiego oraz w profilu K1 reprezentującego gleby Wysoczyzny Kaliskiej. Natomiast gleby z obszaru Pojezierza Chełmińskiego charakteryzują się dość

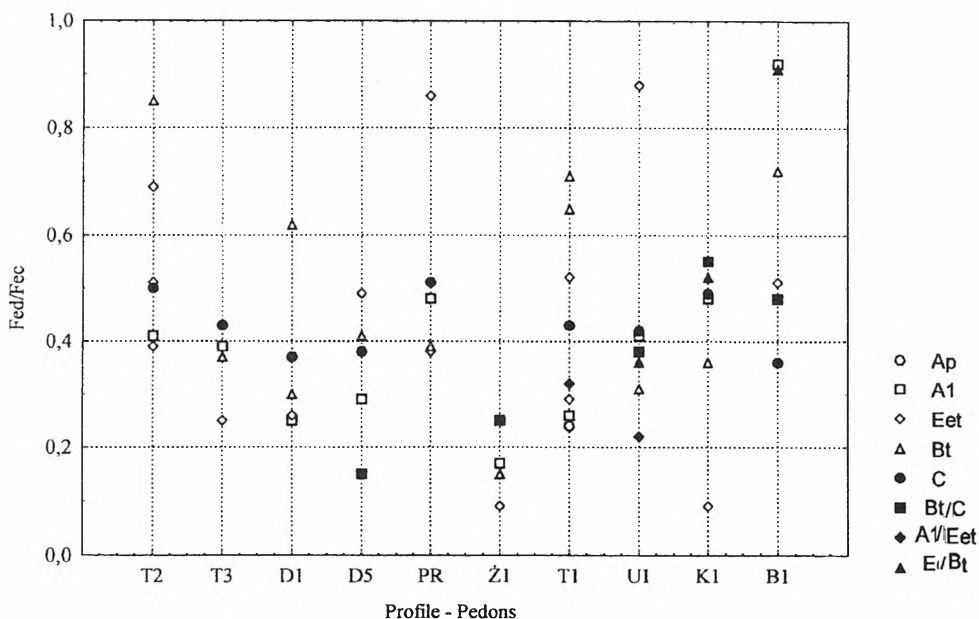
TABELA 1. Skład chemiczny masy glebowej – TABLE 1. Chemical composition of soil

Profil Nr	Poziom Horizon	Głębokość Depth[cm]	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fed
Pojezierze Dobrzyńskie							
T2	A1	0–18	1,33	6,14	88,80	0,54	0,54
	Eet	18–30	1,40	8,39	87,90	0,49	0,72
	Eet2	30–48	2,06	8,19	88,20	0,48	0,80
	Bt	48–81	2,63	9,14	82,80	0,51	1,83
	Bt/C	81–100	1,41	8,05	85,40	0,47	1,20
	C	>100	1,37	6,71	84,40	0,35	0,69
T3	A	10–30	1,02	4,55	91,00	0,44	0,40
	Eet	30–65	1,58	4,05	87,80	0,48	0,40
	Bt	65–115	2,38	4,64	88,90	0,39	0,89
	C	>115	1,94	5,99	87,20	0,34	0,83
D1	A1	0–40	1,18	5,29	85,00	0,21	0,30
	Eet	40–60	1,39	5,09	82,50	0,25	0,36
	Bt	60–82	2,02	6,49	81,00	0,43	0,60
	Bt2	82–112	1,34	6,59	86,00	0,42	0,83
	C	>112	1,73	7,29	83,20	0,35	0,64
D5	A1	0–40	1,15	5,18	92,60	0,45	0,33
	Eet	40–65	1,25	7,33	91,00	0,23	0,61
	Bt	65–105	1,63	7,69	85,40	0,51	0,67
	Bt/C	105–112	1,77	5,56	88,00	0,45	0,27
	C	>112	0,96	4,89	86,40	0,11	0,37
PR	A1	0–30	0,91	4,72	85,40	0,40	0,44
	Eet	30–55	1,01	5,36	89,20	0,36	0,39
	Eet2	55–70	0,74	6,35	89,60	0,34	0,64
	Bt	70–145	1,93	6,39	84,60	0,32	0,74
	C	>145	1,50	6,03	86,20	0,27	0,77
Pojezierze Chełmińskie							
Ż1	A1	0–32	1,81	5,26	88,60	0,10	0,30
	Eet	32–62	2,03	6,01	87,40	0,19	0,19
	Bt	62–105	2,63	6,86	90,20	0,43	0,40
	Bt/C	105–120	2,59	6,16	85,80	0,43	0,66
	C	>120	1,79	4,84	91,20	0,21	0,46
T1	Ap	0–16	1,72	5,79	78,80	0,23	0,40
	A1	16–36	2,00	5,83	78,60	0,44	0,53
	A1/Eet	36–48	1,73	6,88	85,40	0,22	0,54
	Eet	48–62	1,89	6,66	82,00	0,18	0,56
	Eet2	62–82	2,51	8,64	72,20	0,21	0,89
	Bt	82–90	1,68	8,12	71,40	0,21	1,00
	Bt2	90–110	1,41	8,64	79,60	0,09	0,84
	C	>110	1,30	6,34	84,40	0,15	0,56
U1	A1	0–15	1,26	5,98	85,20	0,07	0,51
	A1/Eet	15–29	2,50	6,46	83,80	0,22	0,54
	Eet	29–50	1,05	13,59	78,20	0,21	0,92
	E/Bt	50–70	3,08	9,18	79,40	0,28	1,12
	Bt	70–103	2,61	7,83	82,60	0,26	0,82
	Bt/C	103–120	2,24	7,88	76,60	0,19	0,84
	C	>120	0,47	6,55	74,80	0,19	0,67

TABELA 1. cd. – TABLE 1 CONTINUED

Profil Nr	Poziom Horizon	Głębokość Depth[cm]	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fed
Wysoczyzna Kaliska							
K1	A1	0–20	1,15	5,90	85,00	0,23	0,56
	Ect	20–30	1,64	5,87	87,40	0,24	0,16
	E/Bt	30–40	1,31	6,59	89,20	0,32	0,69
	Bt	40–60	1,98	6,53	86,20	0,28	0,72
	Bt/C	60–90	1,23	6,59	81,40	0,22	0,67
	C	>90	1,36	7,18	69,40	0,18	0,67
B1	A1	0–20	0,40	4,34	90,20	0,02	0,37
	Ect	20–40	1,00	4,28	86,40	0,15	0,51
	E/Bt	40–55	0,52	4,34	93,20	0,14	0,47
	Bt	55–75	0,63	3,94	89,40	0,10	0,46
	Bt/C	75–90	2,24	7,29	81,80	0,31	1,09
	C	>90	1,62	3,74	88,20	0,13	0,57

dużymi wahaniami zawartości TiO<sub>2</sub> w obrębie profilu (tab. 1). Gleby z Wysoczyzny Kaliskiej (złodowacenie środkowopolskie) są wyraźnie uboższe w TiO<sub>2</sub> (0,02–0,32%) w porównaniu z glebami z Pojezierza Chełmińskiego (0,07–0,44%) i najzasobniejszymi w TiO<sub>2</sub> profilami z obszaru Pojezierza Dobrzyńskiego (0,11–0,54%) – złodowacenie bałtyckie.



RYSUNEK 1. Stosunek żelaza wolnego (Fed) do żelaza ogółem (Fec) w glebach  
 FIGURE 1. Ratio of free iron (Fed) to total iron (Fec) in soils

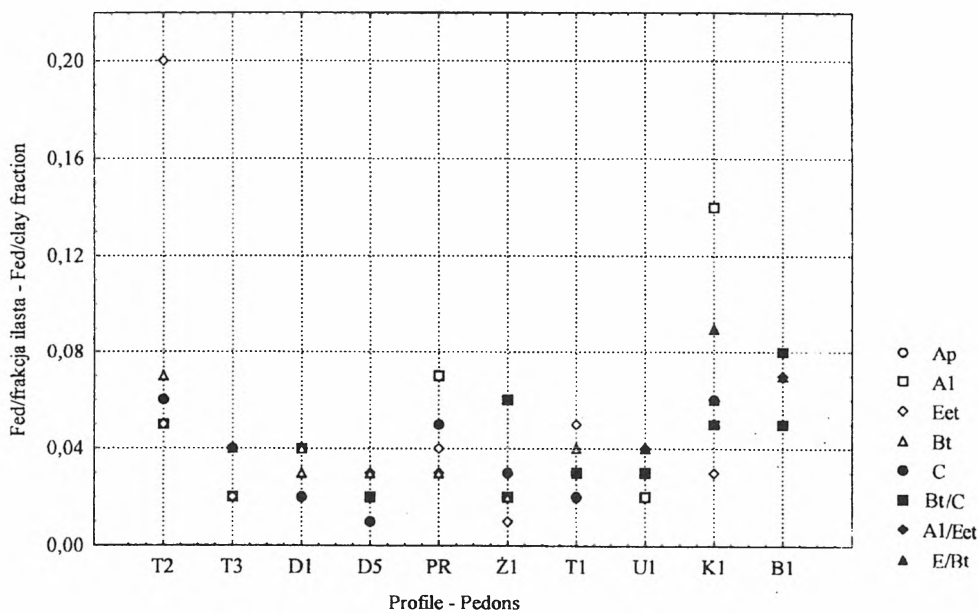
Ilości wolnych tlenków żelaza ekstrahowanych cytrynianem sodu (Fed) są zróżnicowane i wahają się w zakresie 0,19–1,83%. Rozmieszczenie Fed w profilach wykazuje wyraźne maksimum w poziomach argillic (tab. 1).

Wyznaczony stosunek zawartości żelaza wolnego do zawartości frakcji ilastej wahał się w zakresie 0,02–0,08 z wyjątkiem profilu T2 (0,05–20) i profilu K1 (0,03–0,14) (rys. 2).

Udział żelaza wolnego w całkowitej zawartości Fe kształtuje się w granicach 34–54%, z wyjątkiem profilu Ż1 z Pojezierza Chełmińskiego, gdzie udział ten wynosi 20%. Istotnym wskaźnikiem wydaje się wyznaczony na podstawie ilości żelaza ogółem i wolnego, tzw. stopień uruchomienia żelaza, (Fed/Fec) (rys. 1). Wskaźnik ten obrazuje przebieg procesów przemian materiału glebowego, czyli uwalniania tlenków żelaza w trakcie wietrzenia krzemianów. Stopień uruchomienia związków żelaza w badanych glebach płowych jest bardzo zróżnicowany, mieści się w zakresie od 0,09 do 0,91 (rys. 1). Zwraca uwagę szczególnie niska wartość tego wskaźnika (0,09–0,25) w profilu Ż1 z Pojezierza Chełmińskiego, co wynika z najniższej w nim w porównaniu do pozostałych profili zawartości żelaza w formie tzw. żelaza wolnego.

Skład chemiczny frakcji ilastej jest znacznie zróżnicowany między badanymi regionami, dotyczy to głównie zawartości  $Fe_2O_3$  i  $SiO_2$  oraz w mniejszym stopniu  $Al_2O_3$  (tab. 2).

Frakcja ilasta gleb płowych z Pojezierza Dobrzyńskiego jest ponad dwukrotnie uboższa w  $Fe_2O_3$  (2,2–5,4%) w porównaniu z frakcją ilastą gleb z Pojezierza Chełmińskiego (5,82–14,16%) i Wysoczyzny Kaliskiej (5,15–11,27%) (tab. 3),



RYSUNEK 2. Stosunek żelaza wolnego (Fed) do zawartości frakcji ilastej w glebach  
 FIGURE 2. Ratio of free iron (Fed) to clay fraction content in soils

TABELA 2. Skład chemiczny frakcji ilastej – TABLE 2. Chemical composition of clay fraction

Profil Nr	Poziom Horizon	Głębokość Depth[cm]	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>Pojezierze Dobrzyńskie</b>								
T2	A1	0–18	2,23	7,16	77,0	0,14	18,2	91,7
	Eet	18–30	2,22	7,06	78,0	0,14	18,7	93,3
	Eet2	30–48	2,44	8,87	76,0	0,14	14,5	82,7
	Bt	48–81	3,65	8,29	75,0	0,18	15,3	54,6
	Bt/C	81–100	5,44	10,21	76,0	0,25	12,6	37,1
	C	>100	3,79	7,18	71,0	0,31	16,8	49,8
T3	A	10–30	1,86	5,38	80,0	0,08	25,2	114,3
	Eet	30–65	2,05	5,36	79,0	0,08	25,0	102,4
	Bt	65–115	3,14	5,96	84,0	0,11	23,9	71,1
	C	>115	4,50	6,62	81,0	0,12	20,8	47,8
D1	A1	0–40	3,04	8,96	82,0	0,11	15,5	71,7
	Eet	40–60	2,98	9,02	80,0	0,21	15,2	71,3
	Bt	60–82	4,66	10,99	88,0	0,21	13,6	50,2
	Bt2	82–112	5,35	10,83	87,0	0,14	13,6	43,2
	C	>112	4,76	7,18	84,0	0,14	19,9	46,9
D5	A1	0–40	3,04	6,39	79,0	0,28	20,9	69,0
	Eet	40–65	2,99	9,19	71,0	0,28	13,1	60,1
	Bt	65–105	4,66	8,66	80,0	0,22	15,7	45,6
	Bt/C	105–112	5,35	8,86	66,0	0,35	12,6	32,8
	C	>112	4,76	7,34	86,0	0,08	19,9	47,9
PR	A1	0–30	1,23	10,49	84,0	0,08	13,6	181,4
	Eet	30–55	1,48	10,42	86,0	0,08	14,0	154,4
	Eet2	55–70	1,38	12,51	80,0	0,11	10,9	154,0
	Bt	70–145	2,53	12,35	79,0	0,22	10,9	82,9
	C	>145	2,34	10,94	78,0	0,21	12,0	88,6
<b>Pojezierze Chełmińskie</b>								
Ż1	A1	0–32	9,06	18,27	44,0	0,42	4,1	12,9
	Eet	32–62	10,14	18,76	43,0	0,42	3,9	11,3
	Bt	62–105	13,16	23,02	45,0	0,62	3,3	9,1
	Bt/C	105–120	13,00	26,86	44,0	0,42	2,8	8,9
	C	>120	8,95	24,07	40,0	0,15	2,8	11,9
T1	Ap	0–16	5,82	24,10	45,0	0,35	3,2	20,5
	A1	16–36	9,58	19,53	42,0	0,28	3,6	11,6
	A1/Eet	36–48	7,47	21,91	32,0	0,42	2,5	11,4
	Eet	48–62	10,97	22,72	41,0	0,42	3,0	9,9
	Eet2	62–82	11,72	25,85	39,0	0,42	2,6	8,8
	Bt	82–90	10,75	25,27	49,0	0,56	3,3	12,1
	Bt2	90–110	8,14	23,72	42,0	0,35	3,0	13,7
	C	>110	13,86	23,47	40,0	0,20	2,6	7,7
U1	A1	0–15	12,24	21,87	41,0	0,39	3,2	8,9
	A1/Eet	15–29	11,91	24,68	42,0	0,38	2,8	9,4
	Eet	29–50	11,80	25,94	44,0	0,29	2,9	8,3
	E/Bt	50–70	14,16	26,15	40,0	0,31	2,6	9,9
	Bt	70–103	10,69	28,08	38,0	0,42	2,3	14,6
	Bt/C	103–120	6,91	27,22	39,0	0,47	2,4	14,9
	C	>120	11,93	22,22	39,0	0,30	2,9	8,7

TABELA 2 cd. – TABLE 2 continued

Profil Nr	Poziom Horizon	Głębokość Depth[cm]	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [%]	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Wysoczyzna Kaliska								
K1	A1	0–20	8,97	24,34	49,0	0,62	3,4	14,5
	Eet	20–30	9,57	24,89	53,0	0,55	3,6	14,7
	E/Bt	30–40	8,19	26,57	58,0	0,69	3,7	18,8
	Bt	40–60	9,97	30,64	47,0	0,55	2,6	12,5
	Bt/C	60–90	11,15	31,72	45,0	0,49	2,4	10,7
	C	>90	11,27	24,34	43,0	0,42	3,0	10,1
B1	A1	0–20	8,56	20,05	44,0	0,22	3,7	13,7
	Eet	20–40	9,80	25,90	56,0	0,49	3,7	15,2
	E/Bt	40–55	10,64	26,71	58,0	0,69	3,7	14,5
	Bt	55–75	5,15	26,49	40,0	0,96	2,6	20,6
	Bt/C	75–90	10,90	22,99	51,0	1,09	3,8	12,4
	C	>90	10,87	24,17	45,0	1,13	3,1	10,9

co ma odbicie w stosunkach molarnych SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Wspólną cechą frakcji ilastej badanych gleb jest akumulacja Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> w poziomach iluwialnych oraz w skale macierzystej przy zubożeniu poziomów eluwialnych. Podobne prawidłowości odnoszą się również do zawartości Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (tab. 2), przy czym jego ilości w profilach są bardziej wyrównane.

W rozmieszczeniu pionowym w obrębie profili zwraca uwagę bardzo wyrównana zawartość SiO<sub>2</sub> (tab. 2), jednak frakcja ilasta gleb z Pojezierza Dobrzyńskiego zawiera jej znacznie więcej (66–86%), co może świadczyć o większej zawartości minerałów pierwotnych we frakcji ilastej pokrywy glebowej tego regionu.

Porównując zawartości TiO<sub>2</sub> we frakcji koloidalnej oraz w masie glebowej stwierdza się większą ilość tego składnika w glebach Pojezierza Dobrzyńskiego (tab. 2,1), co świadczy o występowaniu tytanu głównie we frakcjach grubszych. Gleby z Wysoczyzny Kaliskiej oraz Pojezierza Chełmińskiego charakteryzują się frakcją ilastą zasobną w TiO<sub>2</sub>

Skład chemiczny frakcji koloidalnej, a szczególnie stosunki molarne poszczególnych składników, stanowią istotny wskaźnik przy rozpatrywaniu przemian frakcji ilastej w wyniku zachodzących procesów glebotwórczych. Molarne stosunki SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oraz SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> w badanych glebach wykazują znaczne zróżnicowanie regionalne (tab. 3).

Frakcja koloidalna gleb z Pojezierza Dobrzyńskiego odznacza się wyraźnie wyższymi stosunkami molarnymi SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (w zakresie 10–25) oraz SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (w zakresie 32–114), co znacznie odbiega od wartości uzyskanych dla profili z Wysoczyzny Kaliskiej i Pojezierza Chełmińskiego (tab. 2). W obrębie wszystkich analizowanych gleb są one dość wyrównane, jednak zwraca uwagę nieco szerszy stosunek SiO<sub>2</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> w poziomach akumulacji próchnicy i poziomach eluwialnych, co może wynikać z przemieszczenia związków żelaza w procesie ilimeryzacji (płowienia).

TABELA 3. Szacunkowy skład mineralogiczny frakcji ilastej  
 TABLE 3. Estimated mineralogical composition of clay fraction

Profil Nr	Poziom Horizon	I	SM	K	Ch	I/SM	I/Ch	Ch/SM
Pojezierze Dobrzyńskie								
T2	A1	48	7	5	13	0	13	14
	Ect	33	9	5	14	14	12	13
	Ect2	45	9	7	15	0	12	12
	Bt	47	9	6	14	0	11	13
	Bt/C	48	8	10	12	0	11	11
	C	47	8	4	15	0	14	12
T3	A	33	9	5	23	0	15	15
	Ect	32	8	5	18	14	9	14
	Bt	33	12	5	19	0	13	18
	C	60	7	6	10	0	8	9
D1	A1	37	11	5	18	0	12	17
	Ect	37	10	6	15	12	10	10
	Bt	49	6	8	10	9	10	8
	Bt2	62	5	7	0	9	8	8
	C	52	9	3	13	0	9	14
D5	A1	52	0	9	15	0	11	13
	Ect	36	12	5	19	0	12	16
	Bt	50	8	8	9	8	7	10
	Bt/C	45	16	7	19	0	13	0
	C	47	9	4	10	9	10	11
PR	A1	39	8	12	8	10	9	11
	Ect	47	9	7	11	9	9	8
	Ect2	23	7	14	8	11	10	11
	Bt	40	9	11	7	13	9	11
	C	50	10	12	5	0	10	13
Pojezierze Chełmińskie								
Ż1	A1	47	6	6	10	11	11	9
	Ect	45	4	5	11	13	14	9
	Bt	48	10	5	15	15	15	12
	Bt/C	41	6	3	12	14	15	8
	C	47	5	4	10	12	13	9
T1	Ap	45	4	4	11	14	13	9
	A1	46	5	4	12	15	11	7
	A1/Eet	40	6	3	12	15	15	9
	Ect	36	8	3	13	14	14	12
	Ect2	36	7	3	15	14	14	11
	Bt	41	10	4	11	12	12	10
	Bt2	33	8	4	15	13	15	12
	C	38	6	4	13	14	15	10
U1	A1	47	7	5	9	17	10	5
	A1/Eet	49	5	5	12	15	14	0
	Eet	32	8	4	15	15	16	10
	E/Bt	40	10	4	10	16	11	9
	Bt	34	9	3	12	14	14	14
	Bt/C	34	6	3	15	16	15	11
	C	40	6	3	12	15	14	10

TABELA 3 cd. – TABLE 3 continued

Profil Nr	Poziom Horizon	I	SM	K	Ch	I/SM	I/Ch	Ch/SM
Wysoczyzna Kaliska								
K1	A1	40	8	5	15	13	11	8
	Eet	35	5	5	13	14	15	13
	E/Bt	33	7	4	14	14	15	12
	Bt	38	6	4	14	13	14	11
	Bt/C	36	7	3	14	14	14	12
	C	35	7	4	14	15	13	12
B1	A1	32	8	4	14	15	14	13
	Eet	31	7	5	15	14	15	13
	E/Bt	31	8	4	15	14	15	13
	Bt	33	10	4	15	14	13	11
	Bt/C	33	8	4	14	14	15	12
	C	38	5	5	10	12	16	13

I – illit, SM – smektyt, Ch – chloryt, K – kaolinit

### Skład mineralogiczny

Z przeprowadzonej na podstawie dyfraktogramów rtg identyfikacji składu mineralogicznego frakcji koloidalnej wynika, że skład ilościowy i jakościowy minerałów ilastych wykazuje zróżnicowanie zarówno w obrębie profili glebowych, jak również w glebach rozpatrywanych regionów.

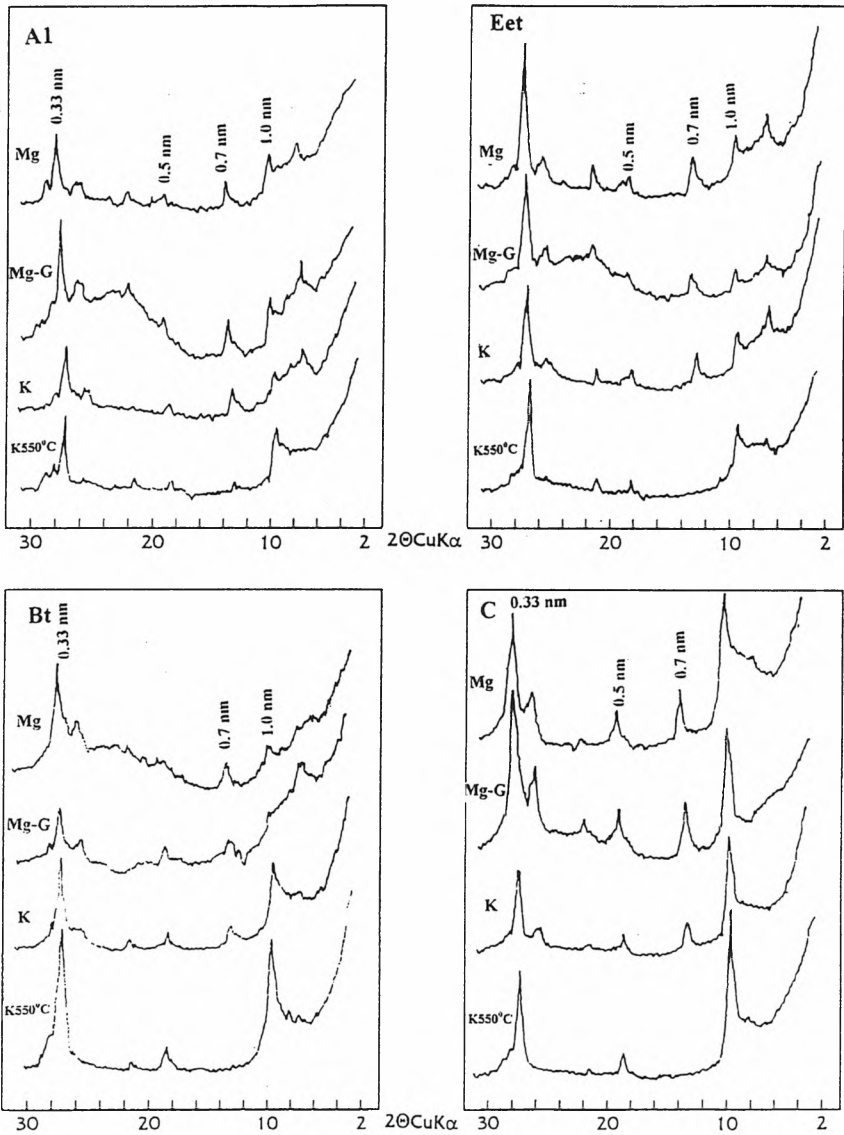
We frakcji koloidalnej występują illit, smektyt, struktury mieszanopakietowe (illit-smektyt, illit-chloryt, chloryt-smektyt) oraz w mniejszej ilości: kaolinit i chloryt, a także minerały pierwotne (kwarc) (tab. 3).

W profilach z Pojezierza Dobrzyńskiego (T2, T3, D1, D5, PR) w składzie frakcji koloidalnej w zdecydowanej przewadze występuje illit. Wskazują na to podstawowe refleksy: 1,00 nm, 0,50 nm i 0,33 nm oraz nie zmieniające się położenie tych linii po solwatacji glikolem etylenowym oraz po prażeniu w temperaturze 550°C. Zwraca uwagę nagromadzenie illitu w poziomach głębszych (Bt/C, C) w profilach, w których pył zwykły zalega na glinie lekkiej (T3) (tab. 3) oraz w profilach całkowitych zbudowanych z gliny lekkiej (PR, D1). Stwierdzono także obecność minerałów z grupy smektytów, o czym świadczy refleks: 1,40 nm w próbce nasyconej  $Mg^{++}$ , który po solwatacji glikolem przesuwają się na pozycję 1,70 nm, a pod wpływem prażenia w temperaturze 550°C przesuwają się do 1,00 nm. Pewne wzbogacenie w te minerały ma miejsce w poziomach Bt (argillic) profilu T3 oraz Bt/C profilu D5.

Istotną grupę minerałów stanowią chloryty. Na ich obecność we wszystkich poziomach genetycznych wskazują refleksy 1,40 nm, 0,71 nm oraz 0,35 nm. W wyniku prażenia w temperaturze 550°C refleks 0,71 nm zanika, a refleks 1,40 nm jest nadal obecny, co potwierdza obecność chlorytu.

Kaolinit w poszczególnych poziomach genetycznych występuje w ilościach akcesorycznych (z wyjątkiem profilu PR), o czym świadczą refleksy 0,70–0,72 nm oraz 0,35 nm. Niewielkie nagromadzenie kaolinitu zaznacza się w poziomach iluwalnych (tab. 3). Obecne są również interstratyfikowane minerały typu smektyt-chloryt oraz illit-chloryt (rys. 5).

We frakcji koloidalnej gleb z Pojezierza Chełmińskiego dominują minerały z grupy illitu (tab. 3, rys. 4). Podobnie jak w glebach z Pojezierza Dobrzyńskiego

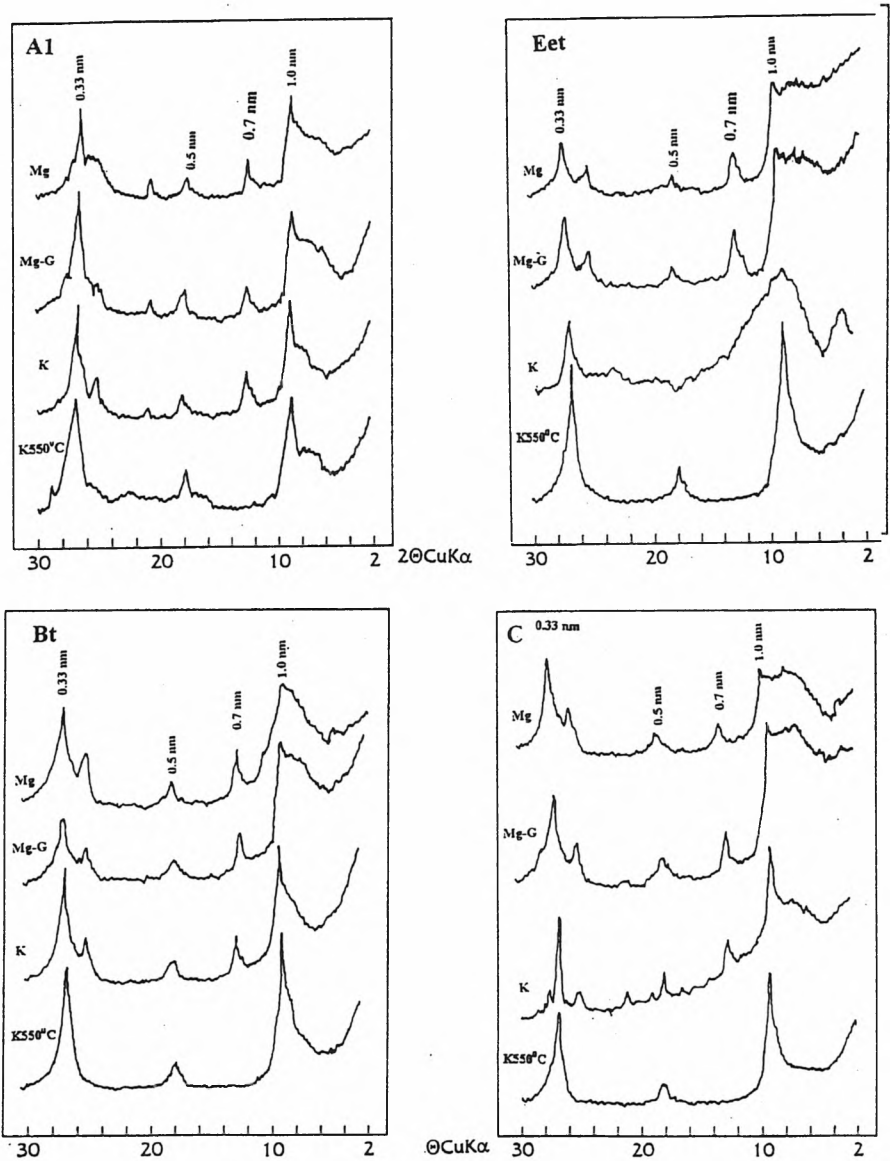


RYSUNEK 3. Dyfraktogramy frakcji ilastej (Pojezierze Dobrzyńskie, profil T3)  
 FIGURE 3. Diffractograms of clay fraction (Pojezierze Dobrzyńskie, profile T3)

ma miejsce zubożenie poziomów luvic w te minerały w stosunku do poziomów argillic oraz skały macierzystej.

W poziomach iluwalnych, w profilach T3, Z1, T1, U1, B1, frakcja ilasta jest wzbogacona w minerały z grupy smektytów (tab. 3, rys. 5).

Podobne prawidłowości w składzie mineralogicznym frakcji koloidalnej zaobserwowano również w glebach z Wysoczyzny Kaliskiej (tab. 3). Zwraca jednak uwagę mniejsza zasobność tych gleb w minerały z grupy illitu (31–40%) w

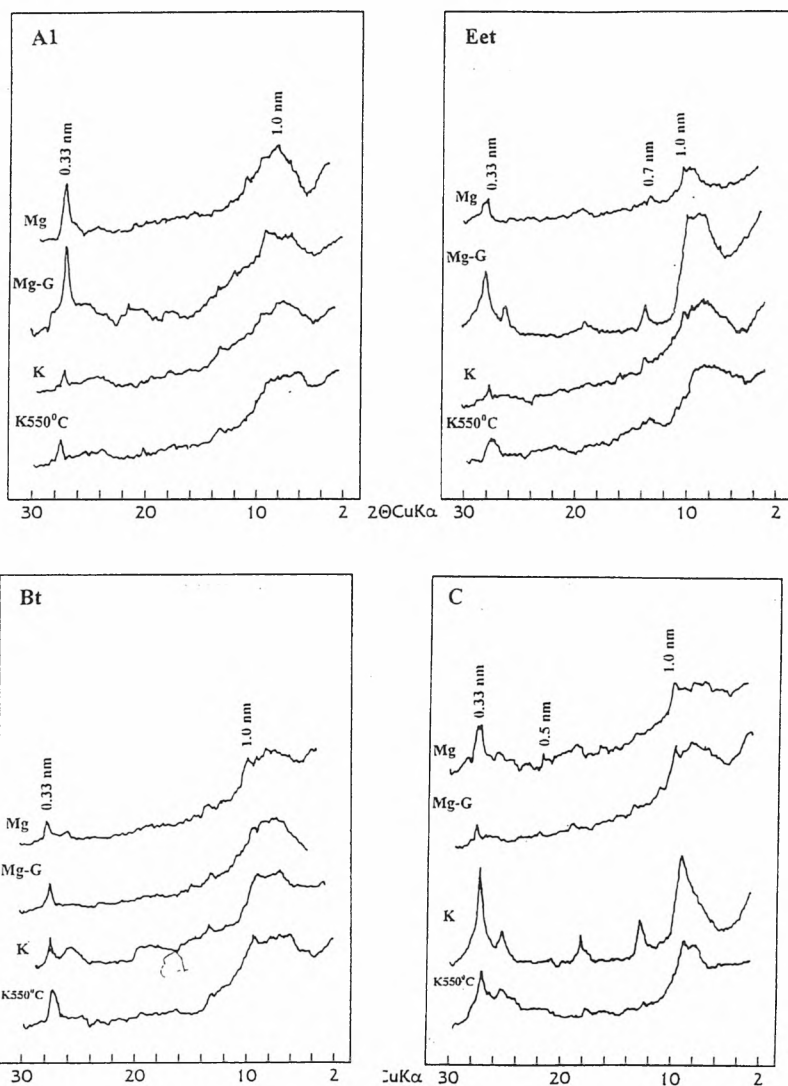


RYSUNEK 4. Dyfraktogramy frakcji ilastej (Pojezierze Chełmińskie, profil T1)

FIGURE 4. Diffractograms of clay fraction (Pojezierze Chełmińskie, profile T1)

stosunku do profili z Pojezierza Chełmińskiego (33–47%) oraz z Pojezierza Dobrzyńskiego (32–62%).

Frakcję ilastą z poziomów diagnostycznych (luvic i argillic) badanych gleb płowych poddano analizie termicznej. Na derywatogramach frakcji iłu koloidalnego prób z Pojezierza Dobrzyńskiego zaobserwowano dwa wyraźne efekty endotermiczne z maksimum w zakresie temperatur 120–130°C oraz 540–570°C. Całkowite ubytki masy wynoszą 14,0–19,7%. Stosunki intensywności pierwszego



RYSUNEK 5. Dyfraktogramy frakcji ilastej (Wysoczyzna Kaliska, profil K1)  
 FIGURE 5. Diffractograms of clay fraction (Wysoczyzna Kaliska, profile K1)

i drugiego efektu endotermicznego wahają się od 1,5 do 5,0 w poszczególnych profilach.

Niskotemperaturowy efekt endotermiczny związany jest z utratą wody molekularnej przez minerały z grupy illitu i smektytu. Drugi pik endotermiczny na krzywej DTA związany jest z dehydroksylacją illitu oraz smektytu. Procesowi temu towarzyszy ubytek masy na krzywej DTG.

Na krzywej DTA występuje również przegięcie w zakresie temperatur 930–950°C, co odpowiada efektowi endotermicznemu związanemu z rozkładem siatki krystalicznej illitu. W próbach obecny jest również kaolinit. Na krzywych DTA

zaobserwowano piki egzotermiczne, co może być związane z obecnością wolnych tlenków żelaza. Stoch [1957] oraz Fischer i Schwertmann [1975] przypisują efekt egzotermiczny transformacji tlenków żelaza.

Derywatogramy frakcji łu koloidalnego gleb z Pojezierza Chełmińskiego wykazują obecność trzech efektów endotermicznych z maksimum w zakresie temperatur 125–130, 337–385 i 473–550°C oraz przegięcie w zakresie 860°C (rys. 4). Całkowite ubytki masy wynoszą 16,04–18,77%. We wszystkich badanych próbach wyraźny jest udział minerałów z grupy illitu i smektytu. Podobnie, jak w próbach z Ziemi Dobrzyńskiej, obecny jest również kaolinit – efekt endotermiczny w zakresie 473–550°C związany z dehydratacją i dekompozycją minerału. Egzotermie w zakresie temperatur 400–500°C wskazują na obecność związków żelaza, w obecności Si w próbce [Herbillon i Tran Vinh An, 1968].

Derywatogramy frakcji ilastej gleb z Wysoczyzny Kaliskiej zasadniczo nie odbiegają od analiz próbek z Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego. Wyraźne są tu dwa efekty endotermiczne z maksimum w zakresie temperatur 130–140°C oraz 377–555°C i przegięciem przy temperaturze 860°C, a całkowite ubytki masy wynoszą 14,5–18,13% (rys. 6).

W poziomach argillic widoczny jest pik endotermiczny typowy dla smektytów. Przedstawione wyniki analizy derywatograficznej wskazują na znaczący udział smektytów w składzie frakcji koloidalnej głównie poziomów argillic oraz wyraźnie wyższy udział minerałów z grupy illitu w poziomach luvic badanych gleb płowych. Jako domieszka występują też we frakcji ilastej, kaolinit i kwarc.

## DYSKUSJA

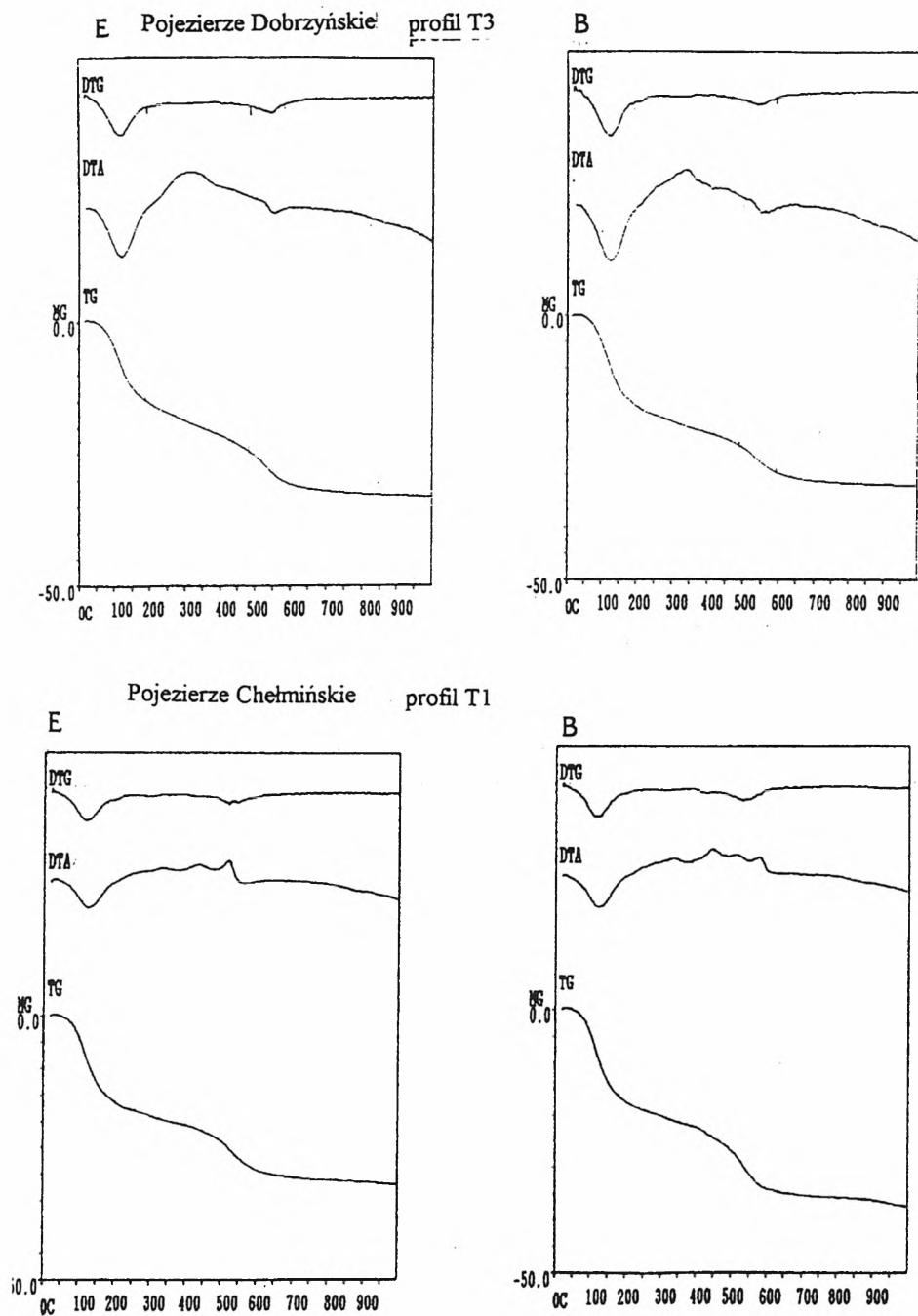
Rozmieszczenie różnych form żelaza w profilu jest często wskaźnikiem i wykładnikiem przebiegających procesów glebotwórczych, również procesu płowienia [Konecka-Betley 1968].

W analizowanych glebach udział żelaza wolnego w stosunku do całkowitej zawartości Fe waha się w granicach 34–54%, z wyjątkiem profilu Ż1 z Pojezierza Chełmińskiego (20%), co świadczyć może o znacznie mniej zaawansowanym niż w pozostałych profilach procesie wietrzenia materiału glebowego [Konecka-Betley 1968]. Zwraca uwagę bardzo zróżnicowany stopień uruchomienia związków żelaza w badanych glebach. Najniższą wartość wskaźnik ten przyjmuje w profilu Ż1 z Pojezierza Chełmińskiego, co wskazywać może na nieznaczne uruchomienie i przemieszczanie Fe w tym profilu [Konecka-Betley 1968; Bigham i wsp. 1978; Motowicka-Terelak 1971]. Wyliczony stosunek zawartości żelaza wolnego (Fed) do frakcji ilastej jest mało zmieniający się, co dowodzi, że przemieszczaniu łu w procesie pedogenezy towarzyszy migracja tlenków żelaza [Stucki i wsp. 1988].

Całkowita zawartość SiO<sub>2</sub> w badanych glebach kształtowała się w zakresie 71–91% (tab. 1) z wyraźnym minimum w poziomach wzbogacenia. Podobne rozmieszczenie tego składnika w glebach różnych typów stwierdzili też inni autorzy [Marion i wsp. 1976].

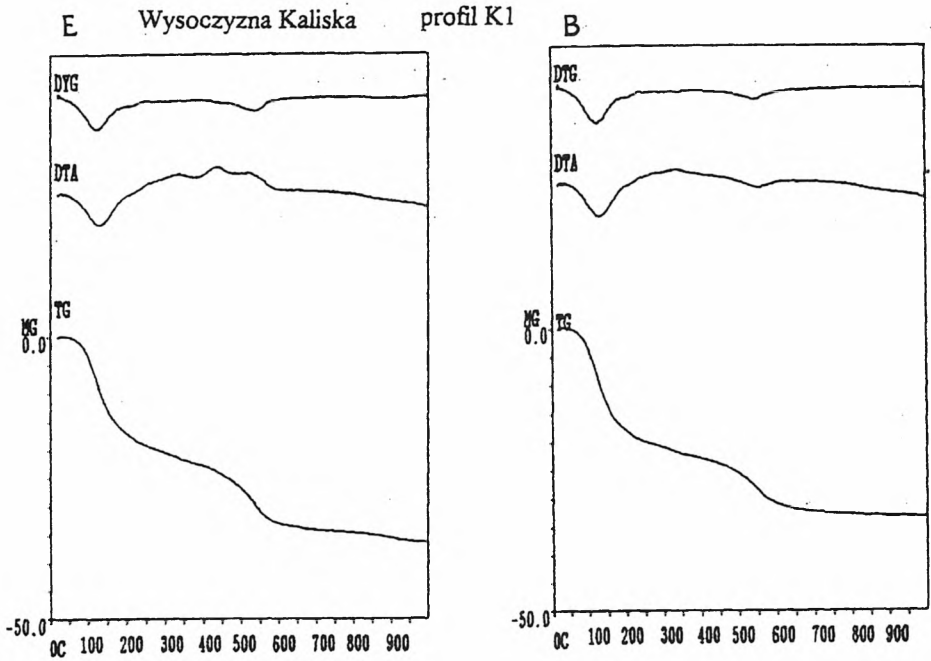
Ilości składnika najbardziej odpornego na wietrzenie – TiO<sub>2</sub> (tab. 1) były zróżnicowane i nie wskazują jednoznacznie na jednorodność genetyczną materiału, wynikającą z przedstawionych wcześniej wskaźników uziarnienia [Dąbko-wska-Naskręt, Jaworska 1997].

Jednocześnie stwierdzono, że profile gleb z obszaru Wysoczyzny Kaliskiej są wyraźnie uboższe w TiO<sub>2</sub> w porównaniu z glebami z Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego. Stan taki można tłumaczyć silniejszym przemyciem i spiaszcze-



RYSUNEK 6. Derywatogramy frakcji ilastej (poziomy luvic i argillic)

FIGURE 6. Differential thermal curves of clay fraction (luvic and argillic horizons)



RYSUNEK 6 cd. – FIGURE 6 continued

niem gleb zlodowacenia środkowopolskiego wskutek zjawisk zachodzących kilkakrotnie w warunkach peryglacyjnych, w porównaniu z glebami zlodowacenia bałtyckiego [Gworek 1990, Strzemiński i wsp. 1954].

Kierując się zaproponowanym przez Cheswortha [1973] podziałem pierwiastków głównych, występujących w glebie na trzy grupy różniące się mobilnością i rozpatrując zawartości najbardziej odpornych na wietrzenie składników, tj.  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , można przypuszczać, że profilowe rozmieszczenie tych składników w analizowanych glebach powstało w wyniku procesów glebotwórczych. Stosunkowo jednolity skład chemiczny masy glebowej w obrębie profili obok wspomnianych wcześniej wskaźników uziarnienia wskazuje na jednorodność litogeniczną osadów, a zachodzące przemiany masy glebowej są efektem przebiegającego procesu płowienia.

Pewnymi wskaźnikami litogenetycznymi i przede wszystkim pedogenetycznymi gleb są skład chemiczny i mineralogiczny frakcji ilastej. Wspólną cechą frakcji ilastej gleb omawianych regionów jest akumulacja  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w poziomach iluwialnych oraz w skałe macierzystej przy zubożeniu poziomów eluwialnych. Jednak frakcja ilasta gleb z Pojezierza Dobrzyńskiego jest ponad dwukrotnie uboższa w  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , co potwierdzają badania Cieśli i wsp. [1978] gleb tego obszaru.

Gleby z Wysoczyzny Kaliskiej oraz Pojezierza Chełmińskiego charakteryzują się frakcją ilastą zasobną w  $\text{TiO}_2$ . Może to być związane z występowaniem tytanu w minerałach ilastych jako zamiennika Fe i Al [Jackson 1964].

Za jednorodnością litologiczną badanych gleb przemawia także skład mineralogiczny frakcji ilastej. Skład mineralogiczny gleb niejednorodnych litogenicznie jest zazwyczaj zróżnicowany, co związane jest z różnym pochodzeniem

materiału macierzystego, jak też wtórnymi procesami wietrzenia [Karathanasis 1985; Shipitalo i in. 1988].

We wszystkich badanych glebach niezależnie od składu granulometrycznego występuje pewne zubożenie poziomów eluwalnych w minerały z grupy illitu w stosunku do poziomów iluwalnych (argillic) oraz skały macierzystej (tab. 4) [Bogda i wsp. 1990; Brogowski i wsp. 1990; Uziak 1987]. Pewne wzbogacenie w te minerały ma miejsce w poziomach Bt (argillic) profilu T3 oraz Bt/C profilu D5, co związane jest głównie z transportem najdrobniejszych ziaren smektytowych w procesie pedogenezy [Karathanasis 1985].

Należy jednak podkreślić, że skład mineralogiczny frakcji ilastej badanych gleb jest tylko w nieznacznym stopniu zróżnicowany, co związane może być z przemianami frakcji ilastej w warunkach przebiegających procesów wietrzenia i jej transportem w obrębie profilu.

## WNIOSKI

Analiza składu chemicznego gleb płowych Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego i Wysoczyzny Kaliskiej wykazała zróżnicowanie zarówno składu masy glebowej, jak i frakcji ilastej w obrębie profili. Zróżnicowanie materiału glebowego może być wynikiem przebiegających procesów pedogenezy, w tym procesu płowienia, jakkolwiek nie można wykluczyć heterogeniczności litogenicznej osadów występujących w profilach badanych gleb.

Podobnie zróżnicowanie składu mineralogicznego frakcji ilastej gleb płowych Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego oraz Wysoczyzny Kaliskiej można przede wszystkim wiązać z transformacją frakcji ilastej w warunkach przebiegających procesów wietrzenia i jej transportem w obrębie profili, ale w pewnym stopniu zróżnicowanie to może być wynikiem heterogeniczności litogenicznej.

Badania składu chemicznego i mineralogicznego utworów pyłowych z Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego i Wysoczyzny Kaliskiej również nie wykazały w sposób jednoznaczny zróżnicowania osadów, które może być związane z różnym pochodzeniem materiału w obrębie profili.

Przeprowadzone studia wskazują jednocześnie, że cechy morfologiczne gleby, ale również skład chemiczny i mineralogiczny nie są wskaźnikami wystarczającymi do oceny jednorodności litogenicznej materiału glebowego i powinny być uzupełnione szerszymi badaniami, umożliwiającymi np. określenie wieku materiału w poziomach i warstwach.

## LITERATURA

- BIGHAM J. M., GOLDEN D. C., BUOL S. W., WEED S. B., BOWEN L. H., 1978: Iron oxide mineralogy of well-drained Ulfisols and Oxisols, II. Influence on colour, surface area and phosphate retention. *Soil Sci Soc. Am. J.*, 42: 825–828.
- BOGDA A., CHODAK T., NIEDŹWIEDZKI E., 1990: Niektóre właściwości, skład mineralogiczny gleb Równiny Gumienieckiej. *Rocz. Glebozn.*, 41, 3/4: 179–191.
- BRINDLEY G. W., BROWN G., 1980: Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. Mineralogical Society, London, 287–293.
- BROGOWSKI Z., MAZUREK A., 1990: Stan mineralny ziaren o średnicy < 0,02 mm w glebie brunatnej wytworzonej z gliny zwałowej. *Rocz. Glebozn.*, 41: 1–21.
- CHESWORTH W., 1973: The residua system of chemical weathering; a model for the chemical breakdown of silicate rock at the surface of the earth. *J. Soil Sci.* 24: 523–536.

- CIEŚLA W., WOJTASIK M., KASZUBKIEWICZ J., 1978: Gleby Wysoczyzny Chełmińskiej wytworzone z utworów pyłowych. *Rocz. Glebozn.* 29, 1: 127–139.
- CHODAK T., BOGDA A., KASZUBKIEWICZ J., 1990: Skład minerałów ilastych a niektóre właściwości gleb. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo.*
- CROCK J.G., SEVERSON R. C., 1980: Four Reference Soil and Rock Samples for Measuring Element Availability from the Western Energy Regions. *Geological Survey Circular*, 841.
- DĄBKOWSKA-NASKRĘT H. JAWORSKA H., 1997: Gleby płowe wytworzone z utworów pyłowych Pojezierza Dobrzyńsko-Chełmińskiego i Wysoczyzny Kaliskiej, cz. I Morfologia i właściwości fizyko-chemiczne. *Rocz. Glebozn.* 48, 1/2: 59–69.
- DĄBKOWSKA-NASKRĘT H. JAWORSKA H., 1997: Gleby płowe wytworzone z utworów pyłowych Pojezierza Dobrzyńsko-Chełmińskiego i Wysoczyzny Kaliskiej, cz. II Badania litogenicznej jednorodności na podstawie analizy uziarnienia. *Rocz. Glebozn.* 48, 3/4: 123–136.
- FISCHER W.R., SCHWERTMANN U., 1975: The formation of hematite from amorphous iron hydroxide. *Clays Clay Miner.* 23, 33–37.
- GWOREK B., 1990: Tytan w glebach uprawnych północno-wschodniej Polski. *Rocz. Glebozn.*, 41, 3/4: 49–58.
- HARBILLON A., J., TRAN VINH AN H., 1968: Heterogeneity of silikon – iron mixed hydroxides. *J. Soil Sci.* 20, 223–235
- JACKSON M. L., 1956: Soil chemical analysis-advanced course. Madison, WI.
- JACKSON M.L., 1964: Clay transformations in soil genesis during the quarternary. *Soil Sci.* 99: 15–22.
- JACKSON M. L., 1975: Soil chemical analysis, Advanced course. Publ. by the author, Madison.
- KARATHANANIS A. D., 1985: Mineralogical variability within clayey soil control sections and family mineralogy placement. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49: 691–695.
- KONECKA-BETLEY K., 1968: Zagadnienie żelaza w procesie glebotwórczym. *Rocz. Glebozn.*, 19, 1: 51–95.
- LANGIER-KUZNIAROWA A., 1973: Nomenklatura w zakresie analizy termicznej. *Przegląd Geodez.*, 1: 68.
- LAVES D., JAHN G., 1972: Zur quantitativen röntgenographischen Bodenton-Mineralanalyse. *Arch. Acker. Pflanzenbau Bodenkund.* 16: 735–739
- MARION G. M., HENDRICKS D. M., DULT G. R., FULLER W. H., 1976: Aluminium and silica solubility in soils. *Soil Sci.*, 121, 2: 76–85.
- MEHRAD D. P., JACKSON M. L., 1960: Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system, buffered with sodium bicarbonate. *Clays Clay Miner.*, 7: 317–327.
- MOTOWICKA-TERELAK T., 1971: Rozmieszczenie żelaza w glebach i skład chemiczny ważniejszych form wytrąceń żelazistych. *Pam. Puł.*, 48: 95–135.
- SCHULTZE O., 1974: Termiczna analiza różnicowa. PWN. Warszawa.
- SHIPITALO M.J., SMECK N.E., BIGHAM J.M., 1988: Influence of overlaying material on the weathering of loess in Ohio. *Soil. Sci.*, 146:92–101.
- SMYKATZ-KLOSS W. 1991: Thermal analysis in the Geoscience. Springer Verlag. Berlin.
- STOCH L., 1957. Niektóre zagadnienia analizy termicznej różnicowej minerałów. *Archiwum Miner.*, 21: 184–222.
- STOCH L., SIKORA W., 1968: A study of grain size distribution of clay minerals in soils and clays. *Rocz. Glebozn.*, 19: (suplement), 291–298.
- STOCH L., 1974: Minerale ilaste. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- STOCH L., GAWĘŁ A., WILGAT M., 1983: Określenie składu mineralnego frakcji ilastej gleb metodą dyfraktometrii rentgenowskiej. *PTG*, 7/4: 3–22.
- STRZEMSKI M., GAWĘDA Z., 1954: Inwentaryzacja tytanu w glebach przedczwartorzędu woj. kieleckiego. *Rocz. Nauk. Roln.*, 70, A-1: 25–31.
- STUCKI J., GOODMAN B. A., SCHWERTMANN U., 1988: Iron in soils and minerals. *Reidel Publ.*
- UZIĄK S., 1964: Mineralogical composition of clay fraction of soils formed from silt deposits of different origin. *Rocz. Glebozn.*, XIV: (suplement) 367–373.
- UZIĄK S., 1987: Clay minerals of selected loess soils. *Rocz. Glebozn.*, 38, 3: 59–77.
- WYRWICKI R., 1988: Analiza derywatograficzna skał ilastych. Wyd. UW, 5–224.

H. Jaworska, H. Dąbkowska-Naskręt

LESSIVE SOILS FORMED FROM SILT DEPOSITS  
FROM POJEZIERZE CHEŁMIŃSKO-DOBZYŃSKIE  
AND WYSOCZYŻNA KALISKA REGION. PART III.  
CHEMICAL AND MINERALOGICAL COMPOSITION

Department of Soil Science, University of Technology and Agriculture, Bydgoszcz

SUMMARY

Chemical and mineralogical composition of soils developed from silt deposits from Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie and Wysoczyzna Kaliska region were investigated to confirm eventually their multiple lithologies. Based on the chemical composition of soils as well as chemical and mineralogical composition of clay fraction it was stated that analyzed soils are uniform within soil profiles. Differentiation of chemical composition and differences among soil horizons in mineralogy is caused by secondary weathering of soil material and pedogenic processes.

Praca wpłynęła do redakcji w październiku 1998 r.

*Dr inż. Hanna Jaworska*

*Katedra Gleboznawstwa, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy  
85-029 Bydgoszcz, Bernardyńska 6*