

JERZY MARCINEK, JERZY CIERNIEWSKI

Akademia Rolnicza
Poznań**ZWIĄZEK MIĘDZY POKRYWĄ GLEBOWĄ
DOLINY RZECZNEJ
A JEJ OBRAZEM NA ZDJĘCIU LOTNICZYM***

Pomimo że zdjęcia lotnicze są stosowane w badaniach kartograficzno-gleboznawczych już ponad czterdzieści lat [1, 2, 4, 17], to jednak do tej pory trwają studia metodyczne nad pełnym i precyzyjnym wykorzystaniem w pracach gleboznawczych tych wszystkich informacji, jakie o glebach zawiera zdjęcie lotnicze [2—21]. W Zespole Naukowo-Dydaktycznym Przyrodniczych Podstaw Melioracji Akademii Rolniczej w Poznaniu od wielu lat prowadzi się studia nad użytkowaniem zdjęć lotniczych do badań gleboznawczych na potrzeby melioracji wodnych [11—14]. W fotointerpretacji gleboznawczej starano się wyzyskać zdjęcie lotnicze zarówno do opracowania podstawowej mapy glebowej, jak i map interpretacyjnych (naturalnych warunków odwodnienia, rolniczego użytkowania terenu, zasolenia gleb, wodoprzepuszczalności gleb, przydatności gleb do melioracji i rolniczego zagospodarowania itp.).

W niniejszym tomie przedstawiono dalsze wyniki badań nad zastosowaniem pełnej gleboznawczej fotointerpretacji panchromatycznych zdjęć lotniczych w badaniach gleb dolin rzecznych. Ze względu na to, że gleby aluwialne, mułowe i torfowe w dolinach rzecznych wykazują dużą zmienność przy niesłychanie bogatym zróżnicowaniu wszystkich elementów środowiska, w kartografii gleboznawczej dolin rzecznych należy zastosować najbardziej precyzyjne metody kartograficzne. W artykule zwrócono ponadto szczególną uwagę na związek, jaki istnieje pomiędzy niektórymi

* Przedstawione badania są częścią większego opracowania: *Badania wpływu piętrzenia na tereny przyziornikowe stopnia wodnego we Włocławku na podstawie interpretacji i stereoskopowej analizy zdjęć lotniczych* (1972). Poza autorami w opracowaniu tym uczestniczyli Andrzej Kędziora i Marek Spychalski.

cechami pokrywy glebowej (wilgotność, próchniczność, mikrorelief, roślinność) a ich odbiciem na zdjęciu lotniczym.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na powierzchni próbnej o obszarze 100 ha, przylegającej bezpośrednio do zbiornika wodnego Włocławek i położonej około 5 km na zachód od Płocka. Pokrywa glebowa w tym miejscu jest mocno zróżnicowana zarówno pod względem typologicznym, jak i topograficznym oraz naturalnych warunków odwodnienia. Przeważają tutaj kompleksy czarnych ziem lekkich, mad właściwych i próchnicznych, gleb mułowych, gleb glejowych oraz wyniesień z glebami brunatnymi kwaśnymi. Ten wycinek terenu został dokładnie przebadany. Najpierw dokonano szczegółowej fotointerpretacji zdjęć lotniczych większego wycinka terenu (rys. 5), a następnie na omawianym wycinku przeprowadzono wnikliwe badania terenowe, analizując wszystkie szczegóły gleb i obrazów stereoskopowych na zdjęciach lotniczych.

Zdjęcia lotnicze

W badaniach posługiwano się zdjęciami lotniczymi wykonanymi 11 XI 1972 roku przez Państwowe Przedsiębiorstwo Fotogrametrii w Warszawie. Zdjęcia wykonano na filmie panchromatycznym kamerą specjalną z ogniskową obiektywu $f=209,63$ mm. Odbitki stykowe o wymiarze 18×18 cm w przybliżonej skali 1 : 10 000 sporządzono na papierze grubym półmatowym.

Interpretacja zdjęć

Przeanalizowano elementy, które mają bezpośredni związek ze zróżnicowaniem pokrywy glebowej: rolnicze użytkowanie terenu, sieć hydrologiczną, geomorfologię, fototon, warunki odwodnienia terenu. W końcowej fazie interpretacji opracowano mapę fotointerpretacyjną, na której wydzielono przewidywane glebowe jednostki kartograficzne. Mapa ta była przedmiotem badań w terenie.

Badania terenowe

W obrębie każdej jednostki kartograficznej w typowym miejscu wykonano doły glebowe, z których gleby szczegółowo opisano według zasad *Soil Survey Manual* [17], pobrano próbki do badań laboratoryjnych oraz zaklasyfikowano gleby do typu, podtypu, rodzaju, gatunku i ewentualnie

odmiany oraz fazy. Kontury poszczególnych jednostek sprawdzano na podstawie sieci wierceń. Profile glebowe kopano do 1,5 m i pogłębiano je świdrem do 3 m. Wiercenia wykonywano do 1,5 m. W ten sposób przeprowadzono korektę konturów fotointerpretacyjnych oraz szukano związków pomiędzy niektórymi cechami gleb a cechami obrazu na zdjęciach lotniczych.

Badania laboratoryjne

W laboratorium oznaczono: skład mechaniczny, pH w wodzie i w 1 n KCl, zawartość materii organicznej, wilgotność w stanie naturalnym, gęstość gleby naturalnej i suchej oraz gęstość stałej fazy gleby. Wyniki pozwoliły na uściślenie badań terenowych oraz uchwycenie niektórych szczegółowych związków pomiędzy właściwościami gleb i cechami elementów na zdjęciach lotniczych.

WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań zestawiono na rys. 1—5 oraz w tabelach 1—3. Omówimy teraz poszczególne glebowe jednostki kartograficzne, zwracając uwagę zwłaszcza na te ich cechy, które mają znaczenie dla gleboznawczej fotointerpretacji.

Gleby brunatne kwaśne

Gleby brunatne kwaśne (Bk2) zajmują najwyższe położenia na tym odcinku doliny, występując na pofalowanych wyniesieniach tarasu nadzalewowego niższego. Użytkowane są jako grunty orne lub porasta je las sosnowy. Wytworzone zostały z utworów rzecznych zwydmionych, z piasków luźnych średnioziarnistych i drobnoziarnistych. Ich poziom wierzchni tworzą często piaski słabo gliniaste i słabo próchniczne. Znacznie wyniesione powierzchnie tych gleb mają głęboki poziom wody gruntowej. Są to gleby nadmiernie bądź skrajnie nadmiernie odwodnione.

Gleby brunatne kwaśne w warunkach omawianej doliny łatwo można wydzielić na zdjęciu lotniczym. Pod stereoskopem są widoczne najwyższe wyniesienia o najjaśniejszym fototonie. Obecność lasu pozwala ponadto wyróżnić spośród nich gleby o składzie mechanicznym piasków luźnych.

Czarne ziemie właściwe

Czarne ziemie właściwe (D3) występują na łagodnych skłonach u podnóża wyniesień pokrytych glebami brunatnymi kwaśnymi. Użytkowane są głównie jako grunty orne. Niewielkie fragmenty tych gleb, o płytkim

Tabelaryczne opisy profiliw reprezentatywnych

Głębokość	Poziom genetyczny	Barwa gleby	Liczba, wielkość, barwa plam i konkrecji	Skład mechaniczny (według PTG)	Struktura	Wilgotność	Konsystencja	Rozmieszczenie korzeni	Głębokość lustra wody gruntowej			Aktualne klasy odwodnienia
									w czasie badań	przyopuszczalnie najmniejsza	przyopuszczalnie największa	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0—20	Ap	10YR5/2	—	ps dr.	Popłacin — 26 (Bk 2) dr. gruzełk. nietrw.	suchy	luźna	korzenie skrzypu do 120 cm	250	180	350	5
20—50	B	10YR6/4	nielicz. zacieki próchniczne	pl dr.	dr. gruzełk. nietrw.	suchy	luźna					
50—85	C	10YR7/4	—	pl śr.	rozdzielnoziarn.	mało wilg.	luźna					
85—120	CcnFe	7,5YR5/8	licz. plamy i zacieki żelaziste	pl śr.		mało wilg.	b. krucha					
120—200	Cg	7,5YR7/2	licz. plamy oglejenia	pl śr.	rozdzielnoziarn.	wilgotny	luźna					
0—20	Ap	10YR2/2	—	pgl dr.	Popłacin — 309 (D 3) śr. gruzełk. trw.	mokry	luźna	korzenie do 40 cm	115	50	150	3
20—40	A1g	10YR2/2	licz. plamy oglejenia	pgl dr.	śr. gruzełk. trw.	mokry	krucha					
40—55	A1Cg	2,5Y5/2	—	ps pyl. dr.	rozdzielnoziarn.	mokry	luźna					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
55—75	CG	5Y6/1	—	pl śr.	rozdzielno- ziarn.	mokry	luźna					
75—100	IICG	10Y7/1	—	pl śr.	rozdzielno- ziarn.	nasyc. wodą	krucha					
100+	IICG	10Y7/1	—	pl gr.	rozdzielno- ziarn.	nasyc. wodą	luźna					
					Popłacin — 300 (F 1)							
0—15	A1	10YR6/2	—	pgl pyl. dr.	gr. bryłkow. trw.	suchy	b. twarda	korzenie do 35 cm	85	50	150	4
15—25	A1C	10YR5/3	—	ps śr.	dr. gruzełk. trw.	mało wilg.	b. krucha					
25—40	IIC	10YR6/3	licz. zacieki poko- rzeniowe	pl śr.	rozdzielno- ziarn.	wilgotny	luźna					
40—65	IICs	10YR6/3	b. licz. śr. plamy 5YR4/6	pl gr.	rozdzielno- ziarn.	wilgotny	luźna					
65—80	IVCG	10YR7/3	licz. plamy żelaziste	pl gr.	rozdzielno- ziarn.	nasyc. wodą	luźna					
80+	VCG	2,5Y6/2	—	pl gr.	rozdzielno- ziarn.	nasyc. wodą	luźna					
					Popłacin — 295 (Fh 22)							
0—13	A1	10YR3/1	licz. śr. plamy 5Y3/6	pgl śr.	gr. gruzełk. trw.	wilgotny	krucha	korzenie	60	30	100	2
13—40	A1s	10YR3/1	b. licz. średnio miękkie kongrecje 5Y3/4	gl pyl.	gr. gruzełk. trw.	mokry	miękką	do 60 cm				

c.d. tab. 1

Głębokość	Poziom genetyczny	Barwa gleby	Liczba, wilkość, barwa plam i konkrecji	Skład mechaniczny (według PTG)	Struktura	Wilgotność	Konsystencja	Rozmieszczenie korzeni	Głębokość lustra wody gruntowej			Aktualne klasy odwodnienia
									w czasie badań	przypuszczalnie najmniejsza	przypuszczalnie największa	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	11	12	13
40—50	IIA1s	2,5Y5/1	licz. śr. plamy 5YR3/4	pgl gr.	gr. gruzełek. trw.	mokry	miękka	do 20 cm				
50—65	CG	5Y6/1	licz. zacieki 7,5Y5/1	ps śr. +kam.	brak	nasyc. wodą	scementowana	b. obfite				
65—100	IICG	10Y6/1	licz. śr. plamy 7,5YR5/8	pl gr.	rozdzielnoziarn.	nasyc. wodą	luźna					
					Popłacin — 315 (Em 51)							
0—15	M1	5YR3/1	b. licz. miękkie konkrecje żelaziste	mursz t.	dr. gruzełek. trw.	mokry	krucha	korzenie do 15 cm	15	5	60	1
15—30	AoFe	10YR4/2	licz. drobne miękkie konkrecje żelaziste	gl spiasz.	dr. gruzełek. trw.	nasyc. wodą	luźna					
30—40	CsFeg	4,5Y4/1	licz. drobne miękkie konkrecje żelaziste	gl	dr. bryłkowata	nasyc. wodą	miękka					
40—45	IICG	7,5Y6/2	b. licz. plamy oglejenia	pgm	śr. bryłkowata	nasyc. wodą	miękka					
45+	IIICG	7,5Y5/1	—	pl śr.	rozdzielnoziarn.	nasyc. wodą	luźna					

c.d. tab. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0—20	AoFe	2,5Y3/1	b. licz. drobne miękkie konkracje żelaziste	nam. org.	Popłacin — 313 (Ei 6) mazista	nasyc. wodą	luźna	korzenie do 20 cm	10	0	60	2
20—40	A1Fe	7,5Y5/1	warstewki żelaziste plamy oglejenia	nam. ilas.	brak	nasyc. wodą	miękkc plast.					
40—60	CG	5Y5/2	—	gl spiaz.	brak	mokra	twardo plast.					
60+	IICG	5B7/1	—	pl śr.	rozdzielno-ziarn.	nasyc. wodą	luźna					
0—20	M1	7,5YR2/3	—	mursz t.	Popłacin — 217 (Eo 2) śr. gruzelk. trw.	nasyc. wodą	krucha	korzenie do 20 cm	10	0	60	2
20—60	T	7,5YR3/3	—	torf drz. H6	wojłokow. smolista	nasyc. wodą	luźna					
60+	CG	7,5Y5/2	—	pl śr.	rozdzielno-ziarn.	nasyc. wodą	luźna					

zwierciadło wody gruntowej, zajęto pod trwałe użytki zielone. Cechą charakterystyczną profilu glebowego jest duża miąższość warstwy próchnicznej. Poniżej poziomu próchnicznego są one zazwyczaj mocno oglejone. Gleby te, wykazujące średnie warunki odwodnienia, zostały odwodnione przez rowy biegnące w obniżeniach zajętych przez gleby mułowe. Najwyższe partie tych gleb charakteryzują się wyraźnymi cechami zdegradowania. Mają one wówczas słabo wykształcony poziom A1 i zmniejszoną zawartość materii organicznej w tym poziomie. Ze względu na skalę opracowania kartograficznego nie wydzielono tych gleb w osobną jednostkę kartograficzną.

Czarne ziemie właściwe na modelu stereoskopowym występują poniżej najjaśniejszych plam stanowiących gleby brunatne kwaśne. Nie ma na ich powierzchni rowów odwadniających. Odsłoniętej glebie na gruntach ornych odpowiadają najciemniejsze fototony spośród wszystkich powierzchni glebowych. Małe fragmenty tych gleb, pokryte trwałymi użytkami zielonymi, zajmują najniższe położenie.

Mady

Do mad zaliczono wszystkie aluwia występujące na tarasie nadzalewowym niższym oraz na części tarasu zalewowego wyższego. W obrębie tarasu nadzalewowego wyróżniono mady właściwe lekkie płytkie zalegające na glinie (F24). Ustalono, że niższe położenie (na tarasie zalewowym) zajmują mady właściwe bardzo lekkie całkowite (F1), mady średnio próchniczne lekkie płytkie, zalegające na glinie (Fh14), oraz mady średnio próchniczne lekkie średnio głębokie, zalegające na piasku luźnym (Fh22). Mady tarasu nadzalewowego stanowią grunty orne o dobrych warunkach odwodnienia, natomiast mady tarasu zalewowego są trwałymi użytkami zielonymi o średnich lub niedostatecznych warunkach odwodnienia.

Na obrazie stereoskopowym mady odpowiadają charakterystycznym podłużnym aluwialnym wyniesieniom. Tylko mady właściwe mogły być łatwo rozszyfrowane na podstawie szarego fototonu, gdyż powierzchnia mad średnio próchnicznych, pokryta w całości trwałymi użytkami zielonymi, była maskowana przez roślinność. Mady średnio próchniczne tworzą podobne, niewielkie wyniesienia usytuowane jednak niżej w porównaniu z madami właściwymi. Gleby te o niedostatecznych warunkach odwodnienia mają trochę ciemniejszą pokrywę roślinną.

Gleby mułowe

Gleby mułowe występują w obrębie obu tarasów: nadzalewowego i zalewowego. Wytworzyły się w bezodpływowych zagłębieniach oraz w zakłębieniach o słabym przepływie wód powierzchniowych. Stanowią one

Tabela 2

Wyniki analiz laboratoryjnych

Symbol jednostek glebowych	Nr profilu glebowego	Poziomy genetyczny	Głębokość (w cm)	% cząstek szkieletowych Δ 1,0 mm	Suma frakcji według PTG (w %)			Grupa mechaniczna (według PTG)	Substancja organiczna (w %)	Wartości pH		Wilgotność w stanie naturalnym (w %)	Gęstość (g/cm ³)			Współczynnik porowatości (w %)	
					plasek 1,0 - 0,1 mm	pył 0,1 - 0,02 mm	cz. spł. - 0,02 mm			w H ₂ O	w ln KCl		w stanie naturalnym	suchej gleby	stałej fazy gleby	w stanie wilgotnym	suchej gleby
Bk2	26	Ap	0—20	0,0	83	12	5	ps	1,8	5,5	5,4	1,97	1,47	1,44	2,62	42,20	45,04
		(B)	20—50	0,0	89	9	2	pl	0,9	5,1	5,0	4,15	1,66	1,59	2,63	32,94	39,54
		C	50—85	0,0	91	8	1	pl	—	6,2	5,9	3,93	1,70	1,63	2,64	31,85	38,26
		Ccn, fe	85—120	0,0	96	4	0	pl	—	7,1	6,5	7,22	1,80	1,69	2,65	23,65	35,85
		Cgg	120—200	0,0	99	1	0	pl	—	6,3	6,1	3,62	1,73	1,63	2,64	32,36	38,26
D	309	Ap	0—20	0,0	65	23	12	pgl	3,8	7,0	6,3	20,56	1,74	1,44	2,61	15,22	44,83
		Aag	20—40	0,0	62	25	13	pgl	3,1	7,3	6,7	19,01	1,90	1,59	2,61	8,85	39,08
		ACg	40—55	0,0	71	23	6	ps	1,1	7,8	6,7	16,64	1,89	1,63	2,65	11,37	38,49
		Cgg	55—75	0,0	84	13	3	pl	—	7,7	6,6	16,78	1,89	1,65	2,66	11,93	37,97
		IICgg	75—100	0,0	90	7	3	pl	—	7,1	6,7	9,97	1,74	1,58	2,66	24,80	40,60
		IIICgg	100+	0,0	92	5	3	pl	—	7,9	7,0	—	—	—	—	—	—
F1	300	A1	0—15	0,0	72	16	12	pgl	2,9	6,2	5,4	3,89	1,78	1,71	2,62	28,08	34,73
		AC	15—25	0,2	82	11	9	ps	1,8	6,4	5,5	6,63	1,71	1,60	2,65	20,01	39,62
		IIC	25—40	0,3	90	7	3	pl	—	6,4	5,8	—	—	—	—	—	—
		IICox	40—65	0,1	92	3	5	pl	—	6,7	6,2	—	—	—	—	—	—
		IIICgg	65—80	0,0	97	2	1	pl	—	6,7	6,5	—	—	—	—	—	—
		IVCgg	80+	0,0	83	14	3	pl	—	6,7	6,6	—	—	—	—	—	—
Fh22	295	A1	0—13	0,0	47	38	15	pgls	5,6	6,5	6,1	27,52	1,75	1,37	2,49	7,28	44,98
		Aaox	13—40	0,0	44	25	31	gls	4,3	6,8	6,1	29,20	1,87	1,45	2,64	2,77	45,08
		Aaox	40—50	0,9	66	20	14	pgl	2,2	6,8	5,9	16,39	2,09	1,79	2,64	2,86	32,20
		IICgg	50—65	1,5	75	18	7	ps	—	7,3	6,6	9,42	2,12	1,95	2,64	7,77	26,14
		IICgg	65—160	0,0	84	13	3	pl	—	7,5	6,6	—	—	—	—	—	—
Em51	315	M1	0—15	—	—	—	—	—	27,6	6,9	6,3	546,29	1,00	0,15	2,32	13,59	95,53
		AocOng	15—30	0,0	54	26	20	gl	7,3	7,1	6,3	—	—	—	—	—	—
		IICox	30—40	0,0	48	19	33	gl	—	7,2	6,3	—	—	—	—	—	—
		cngg	40—45	0,0	68	13	19	pgm	—	7,4	6,3	—	—	—	—	—	—
		IVCgg	45+	0,0	89	6	5	pl	—	7,5	6,4	—	—	—	—	—	—
Ei6	313	Ocn	0—20	—	—	—	—	—	24,4	—	—	443,01	1,02	0,17	1,81	3,50	91,10
		Aocn	20—40	0,0	24	26	52	ihs	4,0	7,1	6,3	—	—	—	—	—	—
		Cgg	40—60	0,0	53	25	22	gl	—	7,3	6,4	—	—	—	—	—	—
		IICgg	60+	0,0	91	6	3	pl	—	7,5	6,4	—	—	—	—	—	—
EO2	217	M1	0—20	—	—	—	—	—	67,2	5,5	5,0	384,21	1,01	0,21	1,73	7,51	88,20
		T1	20—60	—	—	—	—	—	81,2	5,6	5,5	1017,11	1,04	0,09	1,67	3,07	94,61
		IICgg	60+	0,0	89	7	4	pl	—	5,8	5,8	—	—	—	—	—	—

ekstensywne użytki zielone lub też nieużytki z ciągle utrzymującym się lustrem wody powierzchniowej. Wśród gleb mułowych wydzielono: gleby mułowe organiczno-mineralne zalegające na piasku luźnym (Em41); gliny płytkie i średnio głębokie (Em51) oraz rudawcowate (Emr); gleby mułowe ilasto-organiczne płytkie zalegające na ile (Ei6); gleby mułowe organiczne — średnio głębokie zalegające na piasku luźnym (EO2) i średnio głębokie podmokłe zalegające na piasku luźnym (EO2_g). Najwyższe położenie na tarasie nadzalewowym zajmują gleby mułowe ilasto-organiczne o niedostatecznych warunkach odwodnienia. Niżej usytuowane są gleby mułowe organiczno-mineralne oraz gleby mułowe organiczne o niedostatecznych i złych warunkach odwodnienia. Najniżej leżą gleby mułowe organiczne fazy podmokłej o bardzo złych warunkach odwodnienia.

Tabela 3

Uściślony podział gleb według zawartości substancji organicznej oraz zawartości w części mineralnej frakcji ilowej

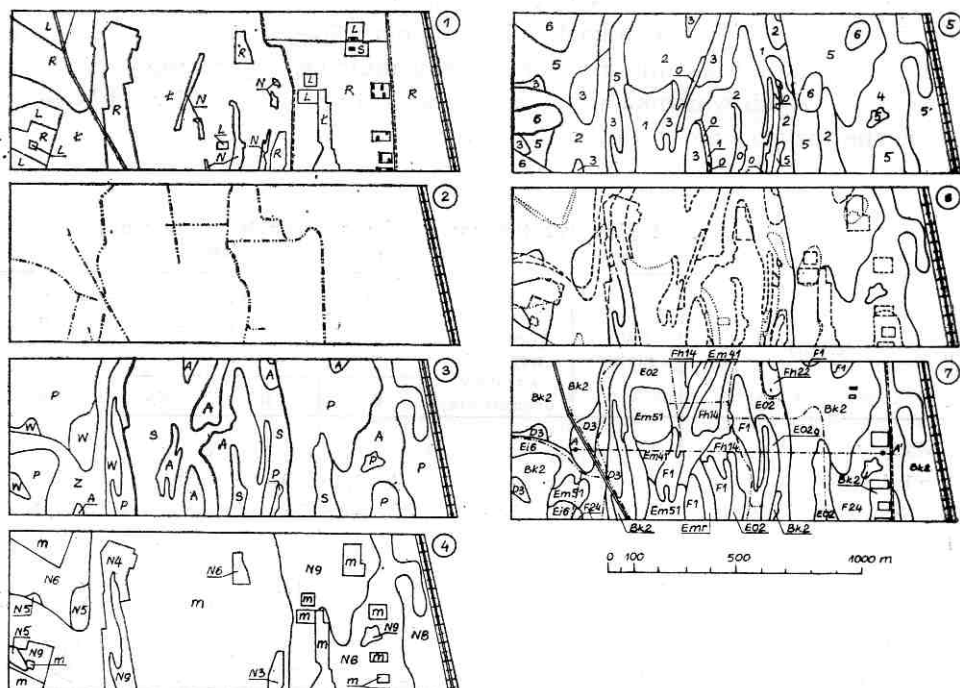
Gleby	Symbol gleby	Miaższość pozłomu próchnicznego lub warstwy organicznej	Zawartość substancji organicznej (w %) s. m. przy zawartości frakcji ilowej w masie mineralnej			
			0%	12%	35%	100%
Mady						
właściwe	F	różna	0—2,5	0—3,0	0—4,0	0—5,0
średnio próchniczne	Fh	różna	2,5—5,0	3,0—6,0	3,0—7,0	5,0—10,0
Gleby mułowe						
organiczno-mineralne	Em	różna	15—23	18—26	21—33	30—45
ilasto-organiczne	Ei	< 30	23—35	26—43	33—53	45—70
organiczne	Eo	> 30	> 35	> 43	> 53	> 70

Gleby mułowe usytuowane są na obrazie streoskopowym najniżej. Całkowicie przykrywa je trwała roślinność łąkowa. Gleby mułowe organiczno-mineralne nie mają rowów odwadniających. Fazę rudawcowatą tych gleb lokalizowano już na stokach wyniesień aluwialnych. Powierzchnie gleb mułowych ilasto-organicznych oraz organicznych odwadniane są rowami biegnącymi w centrum obniżeń. Faza podmokła gleb mułowych organicznych jest łatwa do rozpoznania na zdjęciach lotniczych ze względu na obecność wód powierzchniowych utrwalonych na nich w postaci bardzo ciemnych fototonów.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

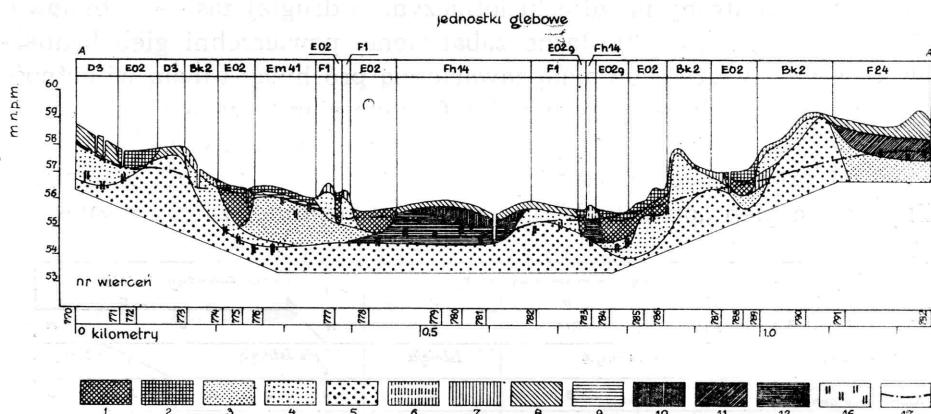
Rys. 3 przedstawia graficzny schemat rozumowania podczas wydzielenia na zdjęciu lotniczym omówionych już jednostek glebowych (tabela 2). Spośród trzech zwykle podawanych metod pełnej gleboznawczej fotointer-

pretacji zdjęć lotniczych, tj. metody analizy wzorów opisanej przez Frosta [6], metody analizy elementów Buringha [2, 4] oraz metody analizy fizjograficznej wspomnianej przez Buringha [4], a opracowanej przez Goosena [8] i Vinka [20], w niniejszych badaniach posłużono się metodą drugą (analizy elementów), gdyż pozwoliła ona w sposób najbardziej prawidłowy określić poszczególne elementy terenu, mające bezpośredni związek z gle-



Rys. 1. Etapy procesu fotointerpretacji na powierzchni próbnej: 1 — typy użytkowania rolniczego: L — lasy, R — pola orne, Ł — łąki i pastwiska przemienne użytkowane, S — sady, N — nieużytki; 2 — sieć rowów odwadniających; 3 — jednostki geomorfologiczne: P — wyniesione pofalowane płaszczyny tarasu nadzalewowego niższego, W — płaskie podnóża wyniesień w obrębie tarasu nadzalewowego niższego, Z — bezodpływowe zakleśnięcia sedimentacyjne w obrębie tarasu nadzalewowego niższego, A — wyniesione powierzchnie utworów aluwialnych w obrębie tarasów nadzalewowego niższego oraz zalewowego wyższego, S — starorzecza na tarasie zalewowym wyższym; 4 — fototon powierzchni gleby na zdjęciu lotniczym — symbole według czarno-białej skali Munsella Standard Soil Color Charts (S.S.C.C.): m — maskowanie powierzchni gleby przez roślinność; 5 — warunki odwodnienia gleb: 0 — bardzo złe (gleby stale podtopione), 1 — złe (gleby stale podmokłe), 2 — niedostateczne (gleby okresowo podmokłe), 3 — średnie (gleby okresowo za wilgotne), 4 — dobre (gleby właściwie uwilgotnione), 5 — nadmierne (gleby okresowo za suche), 6 — skrajnie nadmierne (gleby stale za suche); 6 — wielokrotność pokrycia granic poszczególnych elementów: . . . granice nie pokrywające się, --- granice dwukrotnie pokrywające się, _____ granice trzykrotnie i wielokrotnie pokrywające się; 7 — szczegółowa mapa gleb (symbole jednostek glebowych wyjaśnione w tekście) .-.-. przebieg przekroju glebowego

bami i warunkami glebowymi doliny. Niejednokrotnie rezygnowano jednak z drobiazgowej analizy wszystkich elementów i interpretowano bezpośrednio fakturę zdjęcia, a więc obrazy charakterystyczne. Wówczas wydzielono jednostki bez ściślejszego ich definiowania. Mapa 6 na rys. 1 wykazuje wielokrotność pokrywania się granic poszczególnych elementów, zaś mapa 7 jest szczegółową mapą gleb, a więc stanowi produkt mapy fotointerpretacyjnej i ścisłych badań terenowych. Rys. 2 ilustruje przekrój glebowy AA', który uwidacznia różnice i podobieństwa występowania w terenie odpowiednich jednostek glebowych oraz wewnętrzną budowę utworów glebowych. Widzimy tutaj bardzo dużą zbieżność pomiędzy jednostkami wydzielonymi na mapie gleb a glebami faktycznie istniejącymi w terenie i ich budową.

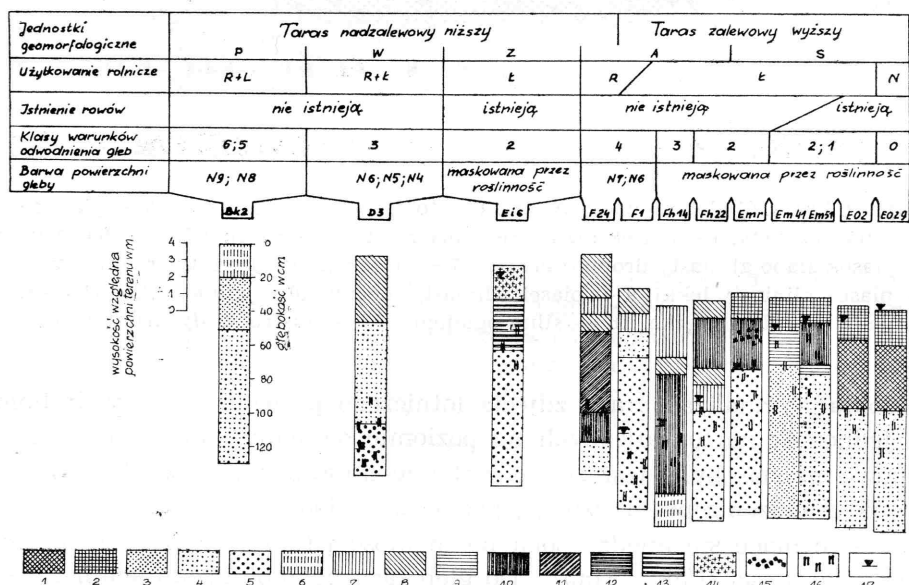


Rys. 2. Przekrój gleboznawczy A—A': 1 — torf, 2 — mursz torfowy, 3 — piasek luźny drobnoziarnisty, 4 — piasek luźny średnioziarnisty, 5 — piasek luźny gruboziarnisty, 6 — piasek słabo gliniasty drobnoziarnisty, 7 — piasek słabo gliniasty średnioziarnisty, 8 — piasek gliniasty lekki, 9 — piasek gliniasty mocny, 10 — glina lekka, 11 — glina średnia, 12 — glina ciężka, 16 — silne oglejenie, 17 — lustro wody gruntowej

Dokładna analiza obrazu zdjęcia lotniczego pozwoliła na wyodrębnienie jednostek kartograficznych na poziomie odmiany. Niektóre odmiany glebowe można było jeszcze podzielić według pewnych cech ważnych z punktu widzenia praktycznego, jak na przykład gleby tej samej odmiany, ale różniące się między sobą podmokłością (EO2 i EO2_g) lub nasileniem żelazistości (Emr i Em51). Do gleb fazy podmokłej (do symbolu dodana litera „g”) zaliczono gleby tej samej jednostki, ale wykazujące wyraźne cechy podmokłości (średnie zwierciadło wody gruntowej płytsze o około ± 40 cm). Do fazy rudawcowej (do symbolu dodana litera „r”) włączono gleby, które w obrębie profilu kontrolowanego (0 cm — 90 cm) mają warstwę miąższości większą niż 15 cm, zbudowaną z twardych kongrecji rudawcowych o średnicy 0,5 mm — 20 mm.

Duża zbieżność jednostek wydzielonych na mapie glebowej (rys. 1) i jednostek przedstawionych na przekroju (rys. 2) świadczy o tym, że pokrywa glebowa omawianej doliny tworzy wyraźny przestrzenny model stereoskopowy. Istnieje tutaj duże zróżnicowanie doliny pod względem morfogenetycznym i reliefu, a zarazem i oddziaływania na profil glebowy wód gruntowych oraz ukształtowania odpowiednich zbiorowisk roślinnych. W wyniku tak odmiennych warunków środowiska powstaje odpowiednia pokrywa glebowa.

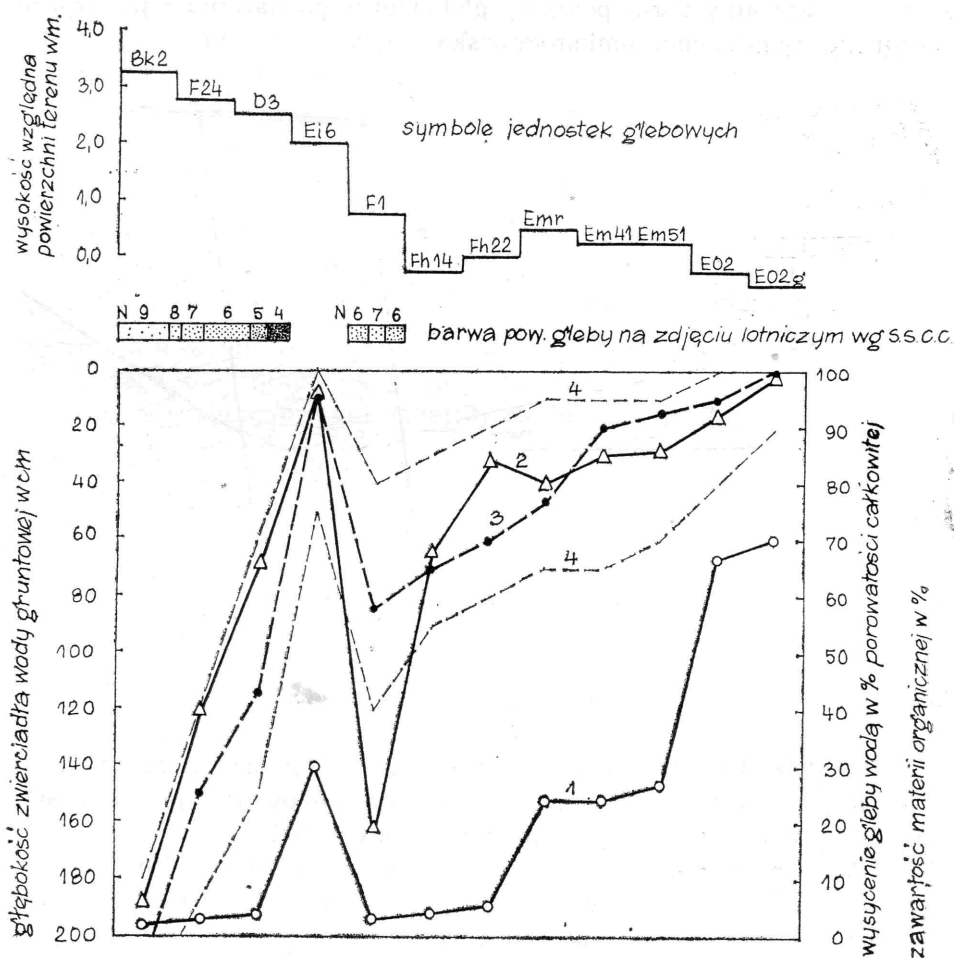
W zróżnicowaniu pokrywy glebowej, a więc i modelu stereoskopowego, dużą rolę odgrywa relief i względne różnice zalegania zwierciadła wody gruntowej. Te dwa czynniki uzupełnione zróżnicowaniem właściwości skał macierzystych dają najjaskrawszy efekt na zdjęciu lotniczym. Zarówno struktura powierzchni terenu i mikrorelief, jak i jej barwa mają swoje odbicie z jednej strony na zdjęciu lotniczym, z drugiej zaś — w budowie profilu glebowego (rys. 3). Jasne zabarwienie powierzchni gleb brunatnych kwaśnych wiąże się z małą zawartością próchnicy i małą wilgotnością (dobrymi warunkami odwodnienia). Ciemne plamy czarnych ziem właściwych wynikają z dużej wilgotności wierzchnich warstw gleby i dużej zawartości próchnicy w poziomie A1 (rys. 3 i 4). W obrębie omawianej doliny barwa gleb „otwartych” bez pokrywy roślinnej zależy bezpośred-



Rys. 3. Związki jednostek glebowych z niektórymi elementami odwzorowanymi na zdjęciu lotniczym: 1 — torf, 2 — mursz torfowy, 3 — piasek luźny drobnoziarnisty, 4 — piasek luźny średnioziarnisty, 5 — piasek luźny gruboziarnisty, 6 — piasek słabo gliniasty drobnoziarnisty, 7 — piasek słabo gliniasty średnioziarnisty, 8 — piasek gliniasty lekki, 9 — piasek gliniasty mocny, 10 — glina lekka, 11 — glina średnia, 12 — glina ciężka, 13 — il, 14 — namuł organiczny, 15 — twarde konkracje żelaziste, 16 — silne oglejenie, 17 — lustro wody gruntowej

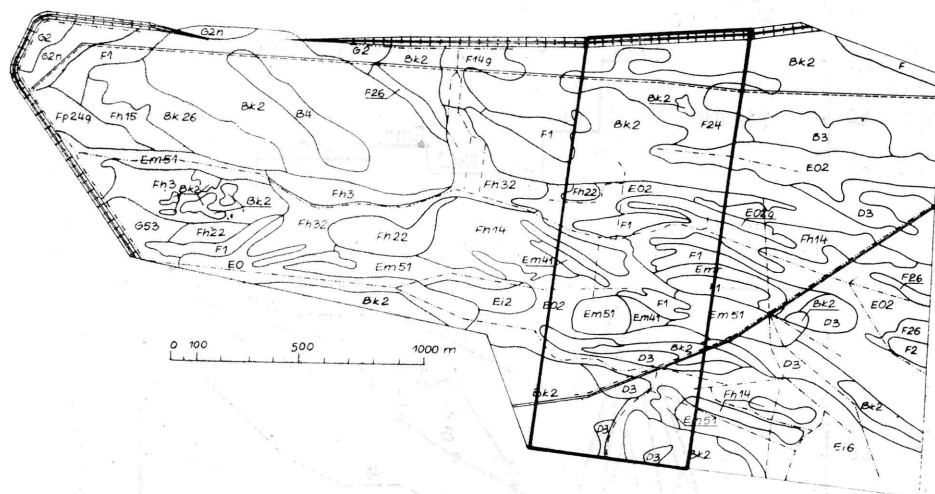
nio od zawartości próchnicy i wilgotności (rys. 4). Ta ostatnia właściwość wiąże się z naturalnymi warunkami odwodnienia terenu, tj. warunkami spływu powierzchniowego, wodoprzepuszczalności gleb i podłoża oraz wewnętrznego odpływu wody z gleby.

Wnikliwa analiza wyników fotointerpretacji zdjęć lotniczych na tle pokrywy glebowej zbadanej w terenie prowadzi do wniosku, że tak skomplikowana pokrywa glebowa, jaka występuje w badanej dolinie Wisły, może być dokładnie opracowana jedynie pod warunkiem zastosowania nowoczesnych metod — fotointerpretacji gleboznawczej zdjęć lotniczych i badań terenowych. Nawet szczegółowe terenowe badania klasyczne przy zagęszczeniu obserwacji większym niż 2 na 1 cm² mapy opracowywanej



Rys. 4. Związek niektórych właściwości gleb z pewnymi cechami obrazu na zdjęciu lotniczym: 1 — zawartość substancji organicznej, 2 — wysycenie gleby wodą w % porowatości całkowitej, 3 — głębokość zwierciadła wody gruntowej, 4 — granice wałń zwierciadła wody gruntowej

nie dadzą obrazu naturalnego gleb doliny. Wyniki fotointerpretacji gleboznawczej zdjęć lotniczych muszą być jednak skrupulatnie sprawdzone w terenie. Dopiero właściwe zsynchronizowanie zakresu fotointerpretacji i badań terenowych na powierzchni próbnej (rys. 1—3) określi zakresy obu tych prac na pozostałym terenie badanym (rys. 5). Zinterpretowane zdjęcia lotnicze większego terenu w obrębie tego samego regionu morfo-genetycznego (rys. 5) na podstawie wyników badań na powierzchni próbnej (rys. 1, 2) pozwalają na znaczne zredukowanie badań terenowych. Każdy jednak wydzielony płat gleb powinien być sprawdzony, opisany i porównany z płatem, jaki został szczegółowo przebadany na powierzchni próbnej. Ta metoda umożliwi nie tylko dokładne opracowanie mapy glebowej i poznanie właściwości wydzielonych gleb, lecz przede wszystkim daje naturalny obraz pokrywy glebowej w powiązaniu z jej fizyczno-geograficznymi elementami środowiska.



Rys. 5. Pólszczegółowa mapa gleb wycinka doliny Wisły

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionych wyników badań nad związkami, jakie istnieją pomiędzy właściwościami pokrywy glebowej a jej obrazem na zdjęciu lotniczym, nasuwają się następujące wnioski:

1. W warunkach doliny rzecznej geomorfologia doliny decyduje o typologicznym zróżnicowaniu pokrywy glebowej: określa jej genezę, budowę litologiczną oraz naturalne warunki odwodnienia. To z kolei decyduje o naturalnym uformowaniu się zbiorowisk roślinnych i w efekcie o ukształtowaniu się mocno zróżnicowanej pokrywy glebowej.

2. Fotointerpretacja gleboznawcza zdjęć lotniczych doliny rzecznej opiera się głównie na analizie reliefu, warunków wodnych i naturalnych

warunków odwodnienia. Warunki te mają swoje odbicie w zróżnicowaniu fototonów na zdjęciach lotniczych, rolniczym użytkowaniu terenu i systemach odwodnienia.

3. Badania kartograficzno-gleboznawcze w dolinie rzecznej powinny być przeprowadzone w dwóch etapach:

a) najpierw należy szczegółowo opracować teren powierzchni próbnej, a więc teren reprezentatywny, na którym zanalizowane byłyby teoretyczne zasady kartografii całej doliny;

b) w drugim etapie teren pozostały powinien być przebadany mniej szczegółowo na podstawie doświadczeń nabytych podczas opracowania powierzchni próbnej; niezależnie od zakresu fotointerpretacji zdjęć lotniczych ta metoda spełnia wszystkie wymogi naukowej kartografii gleboznawczej.

4. Stosując metodę interpretacji zdjęć lotniczych w badaniach gleboznawczych, uzyskujemy:

a) mapy dokładniejsze, o naturalnych konturach wydzielonych jednostek glebowych,

b) większe powiązanie wydzielonych jednostek glebowych z fizyczno-geograficznymi elementami terenu,

c) możliwość bezpośredniego opracowania map interpretacyjnych (rolniczego użytkowania terenu, naturalnych warunków odwodnienia, wodoprzepuszczalności gleb itp.),

d) trafniejsze badania punktowe profili i wierceń glebowych,

e) znaczne zmniejszenie nakładu pracy w badaniach terenowych (im mniejsza skala mapy tym mniejszy nakład prac polowych).

LITERATURA

- [1] *Poczwiennaja sjomka*, 1959, Akademija Nauk SSSR, Moskwa.
- [2] *Manual of photogrammetry*, 1965, Am. Soc. of Photogrammetry, Washington.
- [3] AVERY T. E., 1970: *Interpretation of photographs*, Burgess Publ. Co., Minneapolis.
- [4] BURINGH P., 1960: *The applications of aerial photographs in soil survey*, [w:] *Manual of Photographic Interpretation*, Washington.
- [5] CIOŁKOSZ A., 1968: *Zastosowanie zdjęć lotniczych w pracach związanych z wykorzystaniem map rolniczego użytkowania ziemi*, [w:] *Fotointerpretacja w geografii. Materiały z III Ogólnopolskiej Konferencji Fotointerpretacji — Lublin 1967*, z. 3, Warszawa.
- [6] FROST R. E., 1960: *Photointerpretation of soils*, [w:] *Manual of Photographic Interpretation*, Washington.
- [7] GAWIEMAN A. W., 1955: *Aerofotosjomka w poczwiennom kartirowanii*, „Poczwoiwiedienije”, № 3.
- [8] GOOSEN D., 1965: *Aerial photointerpretation in soil survey*, „Soil Bulletin”, nr 6, FAO, [Roma].
- [9] KĘSIK A., MOŚCIBRODA J., 1969: *Problemy wykorzystania interpretacji zdjęć lotniczych w gleboznawstwie z uwzględnieniem aktualnych zagadnień kartografii gleb w Polsce*, [w:] *Materiały z seminarium regionalizacji przyrodniczo-gleboznawczej kraju, regionalizacji rolnictwa i oceny środowiska geograficznego dla potrzeb rolnictwa — Poznań 1968*, Warszawa.

- [10] KOWALSKA A., OCHALSKA L., WITEK T., 1963: *Zastosowanie aerofotografii w kartografii gleboznawczej*, [w:] *Rocznik gleboznawczy*, t. 13, Warszawa.
- [11] MARCINEK J., 1965: *Niektóre aspekty badań gleboznawczych terenów przeznaczonych do melioracji*, [w:] *Rocznik gleboznawczy*, t. 15, Warszawa.
- [12] MARCINEK J., 1965: *Gleboznawcza fotointerpretacja zdjęć lotniczych dla celów kartograficzno-gleboznawczych*, [w:] *Rocznik Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu*, t. 30, Poznań.
- [13] MARCINEK J., 1966: *Soil Survey and Land Classification. Irrigation Improvements in the Amarah Area*, Bagdad.
- [14] MARCINEK J., CIERNIEWSKI J., SPYCHALSKI M., 1974: *The interpretation of aerial photographs in soil survey*, [w:] *Rocznik gleboznawczy*, t. 25, Warszawa.
- [15] OBRĄCZKA R., 1970: *Prowadzenie ekspertyz przedmelioracyjnych w erodowanych zlewniach przy użyciu zdjęć lotniczych i fotomap*, [w:] *Fotointerpretacja w geografii*, z. 8, Warszawa.
- [16] SIMAKOWA M. S., SZERSZUKOWA G. A., 1971: *Deszifrowanie poczwiennej pokrowa po aerofotosjombkam w podzonię diurniewo-podzolistych poczw Ewropiejskiej cząści SSSR*, Krupnomassztabnoje kartirowanie poczw, Moskwa.
- [17] *Soil Survey Manual*, 1951, US Dep. of Agriculture, Washington.
- [18] *Aerial surveys and integrated studies*, 1968, Proceedings of the Toulouse Conference, UNESCO, Roma.
- [19] VEENENBOS J. S., 1955/56: *Aerial photo-interpretation and analysis for soil survey and land classification purposes*, „Photogrammetria”, t. 12, nr 4.
- [20] VINK A. P. A., 1963: *Planning of soil surveys in land development*, H. Veenman and Zonen, Wageningen.
- [21] WITEK T., OCHALSKA L., 1968: *Przydatność zdjęć lotniczych w sporządzaniu wielkoskalowych map glebowych i glebowo-rolniczych*, [w:] *Fotointerpretacja w geografii. Materiały z III Ogólnopolskiej Konferencji Fotointerpretacji — Lublin 1967*, z. 3, Warszawa.

JERZY MARCINEK, JERZY CIERNIEWSKI

THE RELATION BETWEEN A RIVER VALLEY SOIL COVER AND ITS IMAGE ON AERIAL PHOTOGRAPH

Summary

The relations between different cartographic soil units and their image on aerial photographs have been presented in this paper. This study was done on the sample area located on the left bank the Vistula Valley in the Włocławek — Płock section. The results of the interpretation analysis carried on 100 hectares adjacent to the dam of the Włocławek artificial lake. The photographs on panchromatic film made by help of a camera of $f = 209,63$ mm were used in this investigations. Contact prints 18×18 cm giving a scale of approximately 1:10 000 were made on heavy semimat paper. On the sample area following cartographic soil units were distinguished: acid brown forest soils, typical meadow black earth, alluvial soils, and alluvial silted muck soils. From detailed analysis of the aerial photographs it was possible to determine of soil units at the soil type level. The soil phases concerning the content of bog iron horizons and depth of ground water level were separated too.

In the conditions of the Vistula River Plain, relief is the main soil-forming factor deciding about soil types differentiations of soil cover (soilscape). Making out of the soil map even in detailed scale, it is possible due to elements connected with the depth of ground water table and the soil drainage conditions which are shown in the geomorphological forms, colour of soil surface, the present land use and the drainage systems.

Applying photointerpretation in soil survey it is possible to prepare maps of greater accuracy showing up more important relations between the soil cartographic units distinguished and the physico-geographical elements of the land area studied.

JERZY MARCINEK, JERZY CIERNIEWSKI

LA RELATION ENTRE LA COUCHE DE SOL DE LA VALLÉE DE RIVIÈRE ET SON IMAGE SUR LA VUE AÉRIENNE

Résumé

Sur l'exemple du fragment des travaux pédologiques et cartographiques exécutés par la méthode de photointerprétation des vues aériennes dans la partie gauche de la Vallée de Vistule, dans le district Włocławek — Płock, on a présenté les relations entre les unités de sol particulières et leur image sur les vues aériennes. On a présenté les résultats de l'analyse interprétative effectuée sur le terrain de 100 ha de la superficie d'essai, touchant directement au réservoir de la chute à Włocławek. Dans les recherches on a utilisé les photos faites sur le film panchromatique, en employant une caméra à la distance focale de l'objectif $f = 209,63$ mm. Les photogrammes de la dimension 18×18 cm, à l'échelle aproximative de 1:10 ont été exécutés sur le papier gros demi-mat. Sur la superficie d'essai on a distingué: sols brunifiés acides, terres noires propres, sols alluviaux et sols de boue. L'analyse détaillée de la photo aérienne a permis d'y discerner les unités de sol au niveau de la variété de sol. Certaines unités ont reçu un rang encore plus bas, en distinguant entre elles les phases se rapportant aux traits de sol essentiels du point de vue de l'exploitation des sols.

Dans les conditions de la vallée de rivière le relief est le facteur de pédogenèse décidant en principe de la différenciation typologique de la couche de sol. Le déchiffrage des sols est possible surtout grâce aux éléments liés aux conditions aquatiques et aux conditions de drainage des sols, ayant leur reproduction dans les formes géomorphologiques, la couleur du sol, dans les types d'exploitations agricoles et dans les systèmes de drainage du terrain. En utilisant la méthode de la photointerprétation dans les recherches pédologiques on peut obtenir les cartes plus détaillées, présentant une liaison plus étroite des unités de sol définies avec les éléments physico-géographiques du terrain. La méthode permet d'élaborer directement les cartes d'interprétation, la disposition des points de recherche au terrain, et avant tout a son influence sur la diminution de travail pour l'examen du terrain.