

Tadeusz Gacki  
/Gdańsk/

PRÓBA ZASTOSOWANIA METODY MIKROPOTOMETRYCZNEJ  
DO FOTOINTERPRETACJI GATUNKÓW GLEB /LITOLOGII/

W pracach kartograficzno-gleboznawczych /klasyfikacja gleb/ niezwykle przydatne są zdjęcia lotnicze. T.Witek i L.Ochalska [8] stwierdzają, że połączenie redakcyjnych prac terenowych /przewidzianych instrukcją gleboznawczą/ z fotointerpretacją glebową jest w warunkach polskich jedynie słuszną drogą do otrzymania mapy glebowo-rolniczej wyższej jakości przy zmniejszonym nakładzie pracy. W procesie interpretacji gleb największe zastosowanie posiada metoda krajobrazowa. Podstawą tej metody jest fakt, iż gleba, jako jeden z komponentów środowiska geograficznego znajduje się w stałym sprzężeniu zwrotnym z pozostałymi komponentami środowiska geograficznego. Analizując więc morfologię kompleksów krajobrazowych będących efektem wzajemnego oddziaływania wszystkich komponentów środowiska geograficznego można wnioskować z określoną dozą prawdopodobieństwa o charakterze gleb. Metodę krajobrazową przy odczytywaniu gleb morenowych i jeziorno-lodowcowych m.in. zastosowali: D.M.Kirijew, Ju.S.Tołczelnikow, N.I.Kubcow [4]. Kompleksowa analiza środowiska geograficznego w procesie odczytywania gleb jest absolutnie konieczna w przypadku pokrycia terenu roślinnością, gdyż fototon zdjęcia lotniczego w takiej sytuacji jest wypadkową wielu czynników. Analiza stopnia szarości zdjęcia panchromatycznego w procesie odczytywania gleb dopuszczalna jest, gdy gleby nie są porośnięte roślinnością /odsłonięcia/, gdyż fototon obrazu w takim przypadku uzależniony jest przede wszystkim od morfologii gleby, a więc od:

- składu mineralnego
- właściwości chemicznych
- składu organicznego
- stosunków wodnych
- struktury
- stopnia zerodowania
- nachylenia i ekspozycji powierzchni

przy założeniu, że warunki wykonywania i obróbki zdjęć są jednakowe.

W polskiej literaturze fotointerpretacyjnej brak jest opracowań dotyczących możliwości rozróżniania gleb odsłoniętych w oparciu o stopień szarości zdjęć panchromatycznych. Z tego typu pracami badawczymi spotkać się można m.in. w literaturze amerykańskiej. J.T. Parry, W.R. Cowan, J.A. Heiginbottom /7/ na marginesie analizy przydatności kolorowych zdjęć lotniczych w rozróżnianiu gleb, zajęli się także analizą zakresu zmienności stopnia szarości dla różnych serii gleb /od piaszczystych po ilaste/ w dziewięciostopniowej skali Munsella. We wnioskach końcowych wspomniani autorzy stwierdzają, że rozróżnienie serii gleb na analizowanym przez nich obszarze w oparciu o tonację szarości jest niemożliwe. Zdaniem autora, wnioski wyciągnięte przez wyżej wspomnianych badaczy są jednak zbyt daleko idące, albowiem dokonali oni analizy tylko 25 odsłoneń dla 7 serii gleb, przy czym dla trzech serii podano wyniki w oparciu o jedno odsłonięcie, a w przypadku gleb bielicowych wytworzonych na piaskach gliniastych lekkich wyciągnięto wnioski w oparciu o analizę jednego odsłonięcia o powierzchni tylko 8 akrów /1/. W tym miejscu godzi się także podkreślić, że do oceny stopnia szarości użyto tylko dziewięciostopniowej skali.

Autor niniejszego artykułu podjął próbę określenia korzyści jakie stwarza analiza rozkładu gęstości optycznej obrazu odsłoneń glebowych dla fotointerpretacji gatunków gleb /litologii/. Do tego celu badań wykorzystane zostały zdjęcia lotnicze w skali 1:5000 w liczbie 46 o pokryciu podłużnym 60 % i poprzecznym 30 % wykonane w dniu 26 X 1968 roku obejmujące obszar o powierzchni około 8,5 km<sup>2</sup> położony na północny-wschód od Kościerzyny, co stanowi zachodnią część poligonu fotointerpretacyjnego "Gdańsk".

Powodem wybrania tych zdjęć do rozwiązania postawionego wyżej problemu było to, że wykonane były one w okresie jesiennym i zarejestrowane zostały na nich odsłonięte kompleksy gleb, tzn. obszary nie pokryte roślinnością. Nie bez znaczenia dla podjętych badań była dość dobra znajomość środowiska geograficznego tego obszaru, jak również jego przeszłość geomorfologiczna /6/.

Pierwszym etapem analizy zdjęć była rejestracja kompleksów zoranej gleby. Przy wyznaczaniu tych kompleksów nie natrafiono na większe kłopoty, albowiem charakteryzują się one specyficzną pasiastą strukturą obrazu spowodowaną orką. Następnie, dla każdego zarejestrowanego odsłonięcia, w oparciu o mapę glebowo-rolniczą w skali 1:5000 oraz własne obserwacje terenowe, zidentyfikowano gatunek gleb /litologię/. W wypadku, gdy w obrębie pojedynczego odsłonięcia występowała wyraźna granica glebowa, każdy gatunek gleby traktowany był jako osobne odsłonięcie. Okazało się,

ze dominująca większość odsłoneń obejmowała następujące gatunki gleb /typy litologiczne/: pgl.ps:gl, pgl./:/gl, pgl./:/gl. Nieznaczna część odsłoneń obejmowała gleby wytworzone z ps./:/gl. Ze względu na ich niewielką ilość w dalszej analizie zostały pominięte.

Następnym etapem pracy był pomiar zmian gęstości optycznej na diapozytywach wzdłuż linii profilowej przebiegającej przez odsłonięcie /kierunek profilu losowy/, przy pomocy mikrofotometru samorejestrującego IFO-451. Długość mikrofotogramów wahała się w granicach 2,7 - 19,1 cm przy pięciokrotnym powiększeniu w stosunku do skali zdjęcia.

Już we wstępnym etapie mikrofotometrowania zaobserwowano, że gleby obszarów eluwialnych /wierzchołki pagórków i wzgórz o nachyleniu mniejszym niż 30°/ cechują się na zdjęciach nieco mniejszą gęstością optyczną oraz mniejszą zmiennością fototonu. Postawiono więc hipotezę, że analiza rozkładu gęstości optycznej eluwialnych fragmentów odsłoneń może dać lepsze rezultaty przy fotointerpretacji gatunków gleb niż całych odsłoneń. Tak więc, do statystycznej analizy wzięto mikrofotogramy odpowiadające całym odsłonięciom oraz osobno fragmenty mikrofotogramów odpowiadające eluwialnym fragmentom odsłoneń. Każdy mikrofotogram poddany został analizie statystycznej. Profile te traktowano jako obraz zmiennej ciągłej. Dla każdego z analizowanych mikrofotogramów traktowanych jako próby wykonano krzywą rozkładu statystycznego. Forma tych krzywych wskazywała na to, że rozkład gęstości optycznej wzdłuż linii profilowych wybranych losowo jest rozkładem normalnym lub zbliżonym do normalnego.

Dla każdej próby /mikrofotogramu/ obliczono średnią gęstość optyczną  $\bar{D}_i$ , wariancję  $\sigma_{D_i}^2$  oraz odchylenia standardowe.

Do obliczenia tych charakterystyk wykorzystano następujące wzory:

$$\bar{D}_i = D_{0_i} + c \frac{\sum ft}{\sum f}$$

$$\sigma_{D_i}^2 = s^2 - \frac{c^2}{12}$$

$$s = c \sqrt{\frac{\sum ft^2}{\sum f} - \left(\frac{\sum ft}{\sum f}\right)^2}$$

gdzie:

- $\bar{D}_{oi}$  - wartość środka środkowego przedziału szeregu rozdzielczego danej próby,  
 c - długość przedziału /w obliczeniach przyjęto przedział równy 0.01/  
 f - liczebność obserwacji w poszczególnych przedziałach  
 t - numery przedziałów odczytywanych względem środkowego przedziału.

Otrzymana przy pomocy przedstawionych wyżej wzorów charakterystyka  $\bar{D}_1$  określa średnią wartość gęstości optycznej dla danej linii profilowej, zaś  $\sigma_{Di}^2$  i  $\sigma_{Di}$  są miarami rozproszenia obserwacji względem średniej i wskazują na kontrast obrazu w obrębie badanego odsłonięcia.

Średnią wartość gęstości optycznej obrazu badanych gatunków gleb oraz średnie odchylenie standardowe obliczono przy pomocy wzorów:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^m n_i \bar{D}_i}{\sum_{i=1}^m n_i}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m n_i \sigma_{Di}^2}{m}}$$

gdzie:

- m - liczebność prób /mikrofotogramów/  
 $n_i = \sum f$  - liczba obserwacji w poszczególnych próbach.

Dla sprawdzenia jednorodności charakterystyk w obrębie poszczególnych grup /gatunków gleb/ wykorzystano znane w statystyce wzory:

kryterium jednorodności

$$F = \frac{/N - m/ Q_1}{/m - 1/ Q_2}$$

gdzie:

N - suma obserwacji ze wszystkich prób danej grupy

$$Q_1 = \sum_{i=1}^m n_i / \bar{D}_i - \bar{D} / ^2$$

$$Q_2 = \sum_{i=1}^m n_i \sigma_{Di}^2$$

oraz

kryterium Bartleta

$$G = \frac{\sigma_{D_i \max}^2}{\sum_{i=1}^m \sigma_{D_i}^2}$$

W przypadku stwierdzenia statystycznej niejednorodności wartości  $\bar{D}_i$  przy 5 % poziomie istotności obliczono wskaźnik systematycznej zmienności  $d_0$  charakterystyki  $\bar{D}_i$  ze wzoru:

$$d_0 = \sqrt{\frac{m-1}{N} / S_1^2 - S_2^2 /}$$

gdzie:

$$S_1^2 = \frac{1}{m-1} Q_1, \quad S_2^2 = \frac{1}{N-m} Q_2$$

Zakres zmian wielkości gęstości optycznej  $\Delta D_p$  obrazu badanego zjawiska przy 5 % poziomie istotności wynosi:

$$\Delta D_p = 4 \sigma_{D_i \max}$$

zaś prawdopodobny zakres zmienności gęstości optycznej obrazu analizowanych gatunków gleb wyliczono ze wzoru:

$$\Delta D_g = \bar{D}_{i \max} - \bar{D}_{i \min.} + 4 \sigma_{D_i \max}$$

Ostatecznie więc prawdopodobną minimalną i maksymalną wartość gęstości optycznej obrazu badanych gatunków gleb obliczono ze wzorów:

$$D_{\min.} = \bar{D}_{i \min.} - 2 \sigma_{D_i \max.}$$

$$D_{\max.} = \bar{D}_{i \max} + 2 \sigma_{D_i \max}$$

Metodę obliczeń w/w charakterystyk podano w przykładowej tabelicy 1.

Tabela 1

Analiza rozkładu gęstości optycznej obrasu odłożenie gleb  
wytworzonych na pgl. ps i gl se zdjęć lotniowych poligenu  
fotointerpretacyjnego "Gdańsk" w skali 1:5000 wykonanych  
w dniu 26 X 1968 roku

$i$	$n_i$	$\bar{D}_i$	$n_i \bar{D}_i$	$\sigma^2 D_i$	$\sigma D_i$	$n_i \sigma^2 D_i$	$\bar{D}_i - \bar{D}$	$(\bar{D}_i - \bar{D})^2$	$n_i (\bar{D}_i - \bar{D})^2$	$n_i / \bar{D}_i - \bar{D} / \bar{D}^2$
1	175	0,346	60,540	0,003099	0,0557	0,542325	+ 0,015	0,000225	0,039375	
2	191	0,306	58,446	0,001783	0,0422	0,340493	- 0,025	0,000625	0,119375	
3	180	0,325	58,500	0,003260	0,0571	0,586800	- 0,006	0,000036	0,006480	
4	120	0,377	45,240	0,001316	0,0363	0,157920	+ 0,046	0,002116	0,253920	
5	172	0,422	72,584	0,002657	0,0515	0,457004	+ 0,091	0,008281	1,424332	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	166	0,354	58,764	0,004362	0,0660	0,724092	+ 0,023	0,000529	0,087814	
$n = 15$	1763	$\bar{D} = 0,331$	583,642	0,027187		$\sigma^2 = 3,790675$				$\sigma = 5,182377$
				$\bar{D}^2 = 0,0018124$						
				$\bar{D} = 0,0426$						

$$g = \frac{0,004362}{0,027187} = 0,1604 > g_T$$

$$F = \frac{1748}{14} \cdot \frac{5,182377}{3,790675} = 170,73 > F_T$$

$$\begin{array}{l} Di_{\min} - 0,227 \\ Di_{\max} - 0,422 \end{array} \quad \bar{D} = 0,331 \quad d_o^2 = \frac{14}{1763} \left( \frac{5,182377}{14} - \frac{3,790673}{1748} \right) = 0,002922$$

$$\begin{array}{l} \delta Di_{\min} - 0,0214 \\ \delta Di_{\max} - 0,0660 \end{array} \quad \bar{\delta} = 0,0426 \quad d_o = 0,05406$$

$$\begin{array}{ll} \Delta D_p = 0,264 & D_{\min} = 0,095 \\ \Delta D_g = 0,459 & D_{\max} = 0,554 \end{array}$$

Wyniki analiz statystycznych dla pierwszej grupy obserwacji /rozkład gęstości optycznej obrazu całych odsłoneń glebowych/ oraz dla drugiej grupy obserwacji /rozkład gęstości optycznej obrazu eluwialnych fragmentów odsłoneń glebowych/ przedstawione zostały w tabelicy 2 i tabelicy 3 oraz na rysunkach 1 i 2.

Tablica 2

Wyniki analiz statystycznych rozkładu gęstości optycznej obrazu odsłoneń glebowych

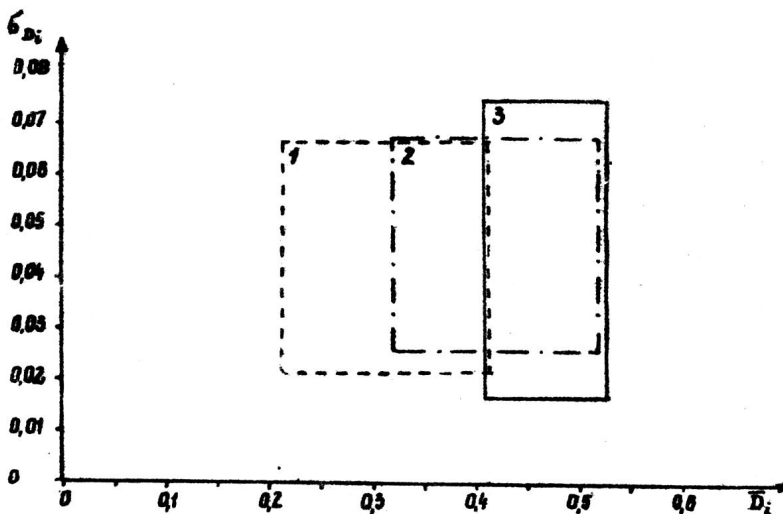
Gatunek gleby	m	$\sum_{i=1}^m n_i$	$\sum_{i=1}^m n_i \bar{D}_i$	$\bar{D}_{i \min}$	$\bar{D}_{i \max}$	$\bar{D}$	$\sum_{i=1}^m \sigma_{D_i}^2$	$\bar{\sigma}^2$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{D_{i \min}}$	$\sigma_{D_{i \max}}$	$Q_2$	$Q_1$	G	F	$d_o$
pgl.ps:gl	15	1763	583,642	0,227	0,422	0,331	0,02719	0,001812	0,0426	0,0214	0,0660	3,79067	5,182377	0,1604 > Gr	170,7 > Fr	0,05406
pgl./:/gl	15	1372	604,406	0,340	0,518	0,441	0,02706	0,001804	0,0425	0,0258	0,0662	2,73851	4,106391	0,1618 > Gr	145,3 > Fr	0,05451
pgm./:/gl	6	531	249,232	0,412	0,529	0,469	0,01125	0,001870	0,0433	0,0161	0,0744	1,01769	0,806056	0,4906 > Gr	83,2 > Fr	0,03873

Tablica 3

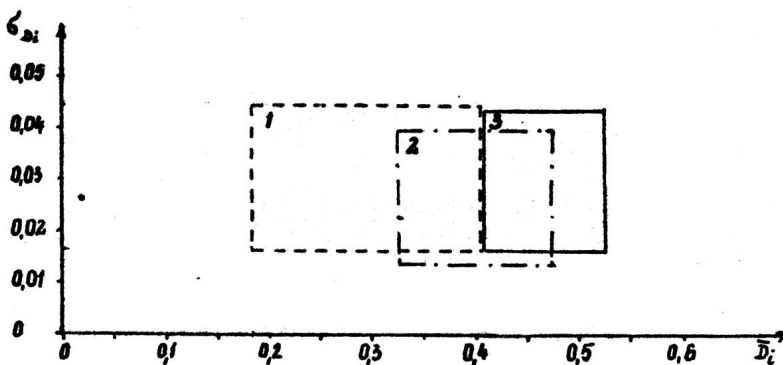
Wyniki analiz statystycznych rozkładu gęstości optycznej obrazu eluwialnych fragmentów odsłoneń glebowych

Gatunek gleby	m	$\sum_{i=1}^m n_i$	$\sum_{i=1}^m n_i \bar{D}_i$	$\bar{D}_{i \min}$	$\bar{D}_{i \max}$	$\bar{D}$	$\sum_{i=1}^m \sigma_{D_i}^2$	$\bar{\sigma}^2$	$\bar{\sigma}$	$\sigma_{D_{i \min}}$	$\sigma_{D_{i \max}}$	$Q_2$	$Q_1$	G	F	$d_o$
pgl.ps:gl	17	740	228,368	0,183	0,405	0,309	0,01479	0,000870	0,0295	0,0169	0,0447	0,67852	3,52410	0,1351 > Gr	243,7 > Fr	0,06886
pgl./:/gl	12	700	284,635	0,329	0,476	0,407	0,00965	0,000804	0,0284	0,0139	0,0394	0,62983	1,55967	0,1616 > Gr	154,0 > Fr	0,04710
pgm./:/gl	6	450	209,962	0,410	0,529	0,466	0,00713	0,00119	0,0345	0,0169	0,0436	0,53236	0,66435	0,2665 > Gr	110,8 > Fr	0,03825





Rys. 1 Zakres zmienności empirycznych charakterystyk  $\bar{D}_i$  i  $\sigma_{D_i}$  obrazu odsłoneń glebowych; 1 - pgl.ps:gl, 2 - pgl./:/gl, 3 - pgm./:/gl.



Rys. 2 Zakres zmienności empirycznych charakterystyk  $\bar{D}_i$  i  $\sigma_{D_i}$  obrazu eluwialnych fragmentów odsłoneń; 1,2,3, jw.

Wyniki te są potwierdzeniem postawionej na początku artykułu hipotezy o odmienności rozkładu gęstości optycznej obrazów trzech badanych gatunków gleb jak też odmienności rozkładu gęstości optycznej pierwszej grupy obserwacji /całe odsłonięcia glebowe/ w stosunku do drugiej grupy obserwacji /eluwialne fragmenty odsłonięć glebowych/. Z empirycznych wyników analiz statystycznych można wyciągnąć następujące wnioski:

- zarówno w pierwszej grupie obserwacji jak też i w drugiej największe średnie wartości gęstości optycznej zanotowano dla gleb wytworzonych na pgm./:/gl /0,469; 0,466/, najniższe zaś dla gleb wytworzonych na pgl.ps:gl /0,331; 0,309/,
- z empirycznymi średnimi wartościami gęstości optycznej korelują ekstremalne wartości  $\bar{D}_i$ . Zarówno dla pierwszej grupy obserwacji jak dla drugiej, najniższe  $\bar{D}_i \min$  zanotowano dla gleb wytworzonych na pgl.ps:gl /0,227; 0,183/, najwyższe zaś  $\bar{D}_i \min$  dla gleb wytworzonych na pgm./:/gl /0,412; 0,410/ i podobnie jak powyżej, najniższe  $\bar{D}_i \max$  dla gleb wytworzonych na pgl.ps:gl /0,422; 0,405/, najwyższe  $\bar{D}_i \max$  dla gleb wytworzonych na pgm./:/gl /0,529; 0,529/,
- empiryczne średnie wartości gęstości optycznej z drugiej grupy obserwacji są niższe w stosunku do analogicznych gatunków gleb z pierwszej grupy obserwacji
- największy zakres zmienności średnich wartości gęstości optycznej zarówno w pierwszej grupie obserwacji jak i w drugiej, charakterystyczny jest dla gleb wytworzonych na pgl.ps:gl, najniższy zaś dla gleb wytworzonych na pgm./:/gl,
- z wielkością zakresu zmienności średnich wartości gęstości optycznej w pierwszej grupie obserwacji nie koreluje zakres zmienności statystyki  $\sigma_{D_i}$ . Największy przedział zmienności  $\sigma_{D_i}$  zanotowany został dla gleb wytworzonych na pgm./:/gl,
- dla wszystkich gatunków gleb z drugiej grupy obserwacji zakres zmienności statystyki  $\sigma_{D_i} / \sigma_{D_i \max} - \sigma_{D_i \min} /$  jest znacznie mniejszy w stosunku do analogicznych gatunków gleb z pierwszej grupy obserwacji,
- największą systematyczną zmiennością  $/d_o/$  statystyki  $D_i$  zarówno w pierwszej jak i drugiej grupie obserwacji cechują się gleby wytworzone na pgl.ps:gl, najniższą zaś gleby wytworzone na pgm./:/gl.

Ostateczne wyniki analizy statystycznej przedstawione są w tablicy 4 i tablicy 5 oraz na rysunku 3.

Tablica 4

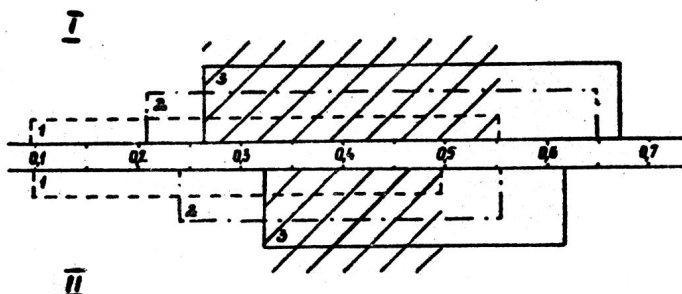
Prawdopodobny zakres zmienności gęstości optycznej  
oraz kontrast obrazu trzech gatunków gleb /litologii/

Gatunek gleby /litologia/	$\Delta D_p$	$\Delta D_g$	$D_{min}$	$D_{max}$	$K_g$
pgl.ps:gl	0,264	0,459	0,095	0,554	0,81
pgl./:/gl	0,265	0,442	0,208	0,650	0,69
pgm./:/gl	0,296	0,413	0,264	0,674	0,61

Tablica 5

Prawdopodobny zakres zmienności gęstości optycznej  
obrazu eluwialnych fragmentów odsłoneń trzech  
gatunków gleb /litologii/

Gatunek gleby /litologia/	$\Delta D_p$	$\Delta D_g$	$D_{min}$	$D_{max}$	$K_g$
pgl.ps:gl	0,179	0,399	0,096	0,495	0,80
pgl./:/gl	0,158	0,306	0,240	0,556	0,55
pgm./:/gl	0,174	0,293	0,323	0,616	0,48



Rys. 3 Prawdopodobny zakres zmienności oraz przedział wzajemnego  
pokrycia gęstości optycznej obrazu trzech gatunków gleb

- 1 - gleby utworzone na pgl.ps:gl
- 2 - gleby utworzone na pgl./:/gl
- 3 - gleby utworzone na pgm./:/gl

w przypadku całych odsłoneń glebowych /I/, oraz w przy-  
padku eluwialnych fragmentów odsłoneń /II/.

Z analizy wyników przedstawionych w tablicy 4 i 5 oraz na rysunku 3 wynikają następujące wnioski:

- zarówno dla pierwszej charakteryzowanej grupy jak i dla drugiej prawdopodobna wartość  $D_{\min}$  najniższa jest dla gleb wytworzonych na pgl.ps:gl /0,095; 0,096/, najwyższa zaś  $D_{\min}$  spośród badanych gatunków gleb charakterystyczna jest dla gleb wytworzonych na pgm./:gl /0,264; 0,293/ i podobnie najniższa  $D_{\max}$  odnosi się do gleb wytworzonych na pgl.ps:gl /0,554; 0,495/, najwyższa zaś  $D_{\max}$  do gleb wytworzonych na pgm./:gl /0,677; 0,616/
- największy zakres gęstości optycznej jak i wskaźnik kontrastu wyliczony ze wzoru

$$K_g = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max}}$$

zarówno w jednej jak i w drugiej analizowanej grupie charakterystyczny jest dla gleb wytworzonych na pgl.ps:gl /0,399; 0,459 i 0,81; 0,80/, najniższy zaś dla gleb wytworzonych na pgm./:gl /0,293; 0,413 i 0,61; 0,48/

- przedziały zmienności gęstości optycznej jak też wskaźniki kontrastu obrazu eluwialnego fragmentów odsłoneń trzech badanych gatunków gleb są mniejsze od przedziału zmienności gęstości optycznej obrazu całych odsłoneń analogicznych gatunków gleb
- przedział wzajemnego pokrycia się zakresów gęstości optycznej trzech badanych gatunków gleb jest znacznie mniejszy w drugiej grupie /eluwialne fragmenty odsłoneń glebowych//0,172/ w stosunku do pierwszej grupy /całe odsłoneń glebowe/, gdzie osiąga on wielkość 0,290.

Przedstawione w niniejszej pracy badania pozwalają na wyciągnięcie zasadniczych wniosków:

1. Analiza rozkładu gęstości optycznej obrazu odsłoneń glebowych /obszarów nie pokrytych zbiorowiskami roślinnymi/ przy pomocy metody mikrofotometrycznej w dużym stopniu ułatwia fotointerpretację gatunku gleb /litologii/. Należy jednakże podkreślić, że ze względu na wzajemne, częściowe pokrycie się zakresów gęstości optycznej obrazu poszczególnych gatunków gleb konieczne jest posługiwanie się metodą krajobrazową przy stawianiu ostatecznej hipotezy przed fotointerpretacją polową.

2. W procesie fotointerpretacji gatunków gleb przy pomocy metody mikrofotometrycznej do analizy rozkładu gęstości optycznej należy wybierać eluwialne fragmenty odsłoneń glebowych ze względu na mniejszy przedział

wzajemnego pokrycia się zakresów gęstości optycznej obrazu poszczególnych gatunków gleb /litologii/.

3. Należy przypuszczać, że przy określonym, stałym kierunku mikrofotometriowania w stosunku do struktury obrazu odsłonięć wynikającej ze śladów orki, przedział wzajemnego pokrycia się zakresów gęstości optycznej dla poszczególnych gatunków gleb byłby mniejszy.

4. Przypuszcza się, że w przypadku bardziej różniących się niż badane gatunki gleb, przedział wzajemnego pokrycia się gęstości optycznej byłby znacznie mniejszy, a być może zakresy zmienności gęstości optycznej odpowiadające tym gatunkom gleb w ogóle by się nie pokrywały. Dla sprawdzenia tej hipotezy jak i wyżej postawionej konieczności są dalsze badania.

#### LITERATURA

1. Chilczuk M., Ciołkosz A., Zastosowanie zdjęć lotniczych w geografii, Warszawa 1966.
2. Furmańczyk K., Zarys fotointerpretacji z elementami fotogrametrii, Gdańsk 1972.
3. Gospodinow G.W., Odczytywanie zdjęć lotniczych, Warszawa 1964.
4. Kirijew D.M., Tołczelnikow Ju.S., Rubcow N.I., Odczytywanie na zdjęciach lotniczych gleb morenowych i jeziorno-lodowcowych równin środkowej tajgi północno-zachodniej części ZSRR, Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej, 1972, nr 2.
5. Parry J.T., Cowan W.R., Haiginbottom J.A., Zastosowanie kolorowych zdjęć lotniczych w badaniach glebowych, Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej, 1972, nr 2.
6. Sergiejewicz G.A., Janutz D.A., Statisticheskie metody isledowanija abiektow, Leningrad 1973.
7. Sylwestrzak J., Z zagadnień Czwartorzędu Kościerzyny, Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 1973, z. 4.
8. Witek T., Ochalska L., Przydatność zdjęć lotniczych w sporządzaniu wielkoskalowych map glebowych i glebowo-rolniczych, Fotointerpretacja w geografii, 1972, nr 6.
9. Mapa glebowo-rolnicza w skali 1:5000, pow. Kościerzyna, WBUriG w Gdańsku.