

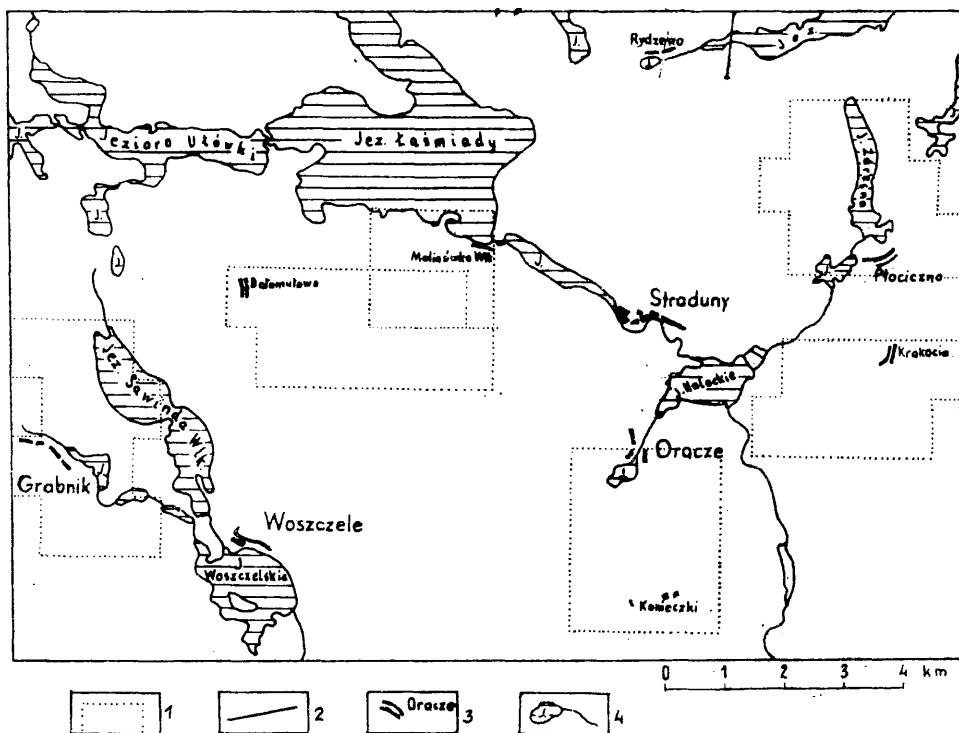
CZYTELNOŚĆ PARAMETRÓW MORFOMETRYCZNYCH RZEŻBY MŁODOGLACJALNEJ NA ZDJĘCIACH LOTNICZYCH

Rzeźbę terenu określają parametry morfometryczne, których znajomość jest niezbędna do rozpoznania jej typów oraz ustalenia genezy poszczególnych form. Parametrami tymi są: pagórkowatość, orientacja dłuższych osi form wypukłych, liczba i rozkład zagłębień bezodpływowych oraz stopień rozczłonkowania terenu, rozumiany jako gęstość rozdolinienia terenu. Zostały one przeanalizowane na podstawie zdjęć lotniczych w skali 1 : 16 000, a uzyskane wyniki stanowiły bazę do porównań z rezultatami opracowanymi na podstawie mapy topograficznej w skali 1 : 25 000 („obrębówka”).

Tak zarysowany problem starano się rozwiązać na przykładzie terenu położonego na północ od Elku, którego rzeźba jest związana z deglacją lądolodu bałtyckiego (B o g a c k i, 1976; G a l o n, R o s z k o, 1967; K o n d r a c k i, 1978). Teren badań obejmował około 150 km² (rys. 1). Północną jego granicę stanowiła linia Stare Juchy — Romejki — Gąski, wschodnią: Romejki — Gąski — Przykópka, południową: Przykópka — Chrzanowo i zachodnią: Chrzanowo — Romejki.

Badania rozpoczęto od przeanalizowania na podstawie mapy topograficznej w skali 1 : 25 000 cech morfometrycznych rzeźby całego opracowywanego terenu. W analizie uwzględniono wymienione cechy poszerzone o hipsometrię, deniwelacje i spadki. Przestrzenne zróżnicowanie cech morfometrycznych posłużyło do opracowania mapy typów rzeźby, którą potem starano się skorelować z jednostkami morfostrukturalnymi wydzielonymi na podstawie zdjęć satelitarnych. Wydzielenie typów rzeźby ujawnia związki, które zachodzą między nimi, i może sugerować określony typ deglacacji.

* Dr Elżbieta Wołk-Musiał, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Pracownia Fotointerpretacji Geograficznej, ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa.



Rys. 1. Mapa sytuacyjna terenu badań:
 1 — obszary testowe, 2 — linia profilu densytometrycznego, 3 — miejscowości, 4 — rzeki i jeziora

Fig. 1. The map of the research area:
 1 — testing sites, 2 — the line of a densitometric profile, 3 — localities, 4 — rivers and lakes

Szczegółowa analiza cech morfometrycznych, na podstawie których wydzielono typy rzeźby, przedstawiona jest w tab. 1.

Największe powierzchnie na opracowywanym terenie (rys. 2) zajmują obszary drobnopagórkowate, nad którymi dominują zespoły wzgórz stanowiące kulminacje terenowe. W południowo-zachodniej części obszaru badań obserwuje się rozległe powierzchnie pochylające się łagodnie w kierunku jezior; powierzchnie te wstępnie zaliczone zostały do stożków. Inne wyraźne makroformy — wzgórza o płaskich wierzchołkach i stromych stokach towarzyszą jeziorom: Ułócki, Sawinda Wielka, Zdręšno bądź usytuowane są zgodnie z kierunkiem doliny nawiązującej do obniżenia z Jeziorem Haleckim. Z kolei wokół północno-wschodniego fragmentu jeziora Łaśmiady, na północy opracowywanego terenu, aż po rzekę Ełk na południu prześledzić można równiny pochylające się z północy na południe. Dostyc licznie na badanym obszarze występują obniżenia (większych lub mniejszych rozmiarów), w których zaznaczają się pojedyncze wzgórza i pagórki. Niektóre z nich mają charakter za-

głębień bezodpływowych. Taki układ typów rzeźby, a ponadto obecność jezior o charakterze wytopiskowym i rynnowym wskazuje na arealny zanik lądolodu na badanym terenie.

Analizę materiału zdjęciowego rozpoczęto od obrazu satelitarnego (scena Suwałki) w skali 1:500 000, biorąc za podstawę odpowiednie fragmenty powiększone do skali 1:200 000. Teren badań interpretowano w trzech kanałach MSS, obejmujących różne przedziały widma elektromagnetycznego: MSS 4 — 500—600 nm, MSS 5 — 600—700 nm, MSS 7 — 800—1100 nm. Wyniki uzyskane z analizy poszczególnych kanałów (rys. 3, 4, 5) uzupełniają się nawzajem. Największe zróżnicowanie jednostek fotostrukturalnych obserwuje się na obrazie zarejestrowanym w paśmie 800—1100 nm, a najmniejsze w paśmie 500—600 nm.

We wszystkich analizowanych pasmach zaznaczają się powierzchnie amorficzne o czarnym fototonie, które odpowiadają zbiornikom wodnym. Następnie wyróżnione zostały powierzchnie bezstrukturalne o ciemnoszarym fototonie, które na obrazach MSS 4 i MSS 5 odpowiadają głównie obszarom leśnym i zajmują stosunkowo dużą powierzchnię, natomiast na obrazie MSS 7 (rys. 5) związane są tylko z pewnymi fragmentami lasu. Pozostałe tereny leśne w tym przedziale spektrum odpowiadają na zdjęciu satelitarnym powierzchniom o strukturze plamistej i ciemnoszarym fototonie. Bardzo ciekawie przedstawia się w tym kanale obszar lasu na południe od jeziora Łaśmiady. Obrazy MSS 4 i MSS 5 pokazują zwartą powierzchnię, natomiast obraz MSS 7 ujawnia rozbicie na tereny o strukturze plamistej i ciemnoszarym fototonie, co odpowiada prawdopodobnie lasom iglastym, oraz na obszary o strukturze gruboplamistej i jasnoszarym fototonie, co wskazuje na obecność drzewostanu liściastego.

Na obrazach MSS 4 i MSS 5 wyróżniono powierzchnie amorficzne o szarym fototonie, które obejmują niewielkie obszary, a nie zaznaczają się w ogóle na obrazie MSS 7. Natomiast obrazy zarejestrowane w pasmach 600—700 nm i 800—1100 nm ujawniają tereny o strukturze plamistej i szarym fototonie, które na obrazie MSS 5 zajmują znaczne obszary w zachodniej części badanego terenu. Wreszcie, jedynie na obrazach MSS 7 zaznaczają się obszary o gruboplamistej strukturze i jasnoszarym fototonie, które zajmują największe powierzchnie w centralnej części badanego terenu.

Interpretacja obrazu satelitarnego we wszystkich trzech pasmach spektrum ujawniła ponadto niewielkie powierzchnie amorficzne o jasnym (prawie białym) fototonie, które wskazują duże zróżnicowanie miejsca występowania zależnie od kanału. Tło dla wymienionych jednostek fotostrukturalnych stanowią obszary o strukturze plamistej i jasnoszarym fototonie, które zajmują największe powierzchnie w centralnej części badanego terenu.

**Charakterystyka morfometryczna typów
Morphometrical characteristics of the**

Typy rzeźby (Types of the surface relief)	Wysokość (Height) [m n.p.m.]	Spadki terenu (Surface slope characteristics)	Deniwelacje na 0,25 km ² (Denivelation per 0,25 square km)
1	2	3	4
Zespoły wzgórz stanowiące kulminacje terenowe	140—147	7°—11° powyżej 11°	20 m—40 m, lokalnie 15 m
Obszary drobnopagórkowate wokół kulminacji	120—152	na płaskim terenie o spadkach > 1°, drobne pagórki mają nachylenia 4°—11° i powyżej 11°	5 m — 15 m, lokalnie 20 m — 30 m
Rozległe wzgórza o płaskich wierzchowinach i stromych stokach	130—138 na N od jez. Sawinda Wlk.	wierzchowiny 0°—3°	5 m — 10 m
	140—158 na S od jez. Płociczno	krawędzie 7°—11°	20 m — 30 m
	140—150 na W od jez. Zdręšno		15 m — 20 m
Stożki pochylone w kierunku jezior	120—150	przewaga spadków 0°—4°	5 m — 20 m (u nasady stożka 20 m, w części dystalnej 5 m)
Równiny pochylające się z północy na południe	125—135	0°—2°, lokalnie 7° (krawędzie)	2 m — 6 m
Dna dolin rzecznych i obniżen bezodpływowych	120—130	0°—1°	0 m — 5 m przy dolinach

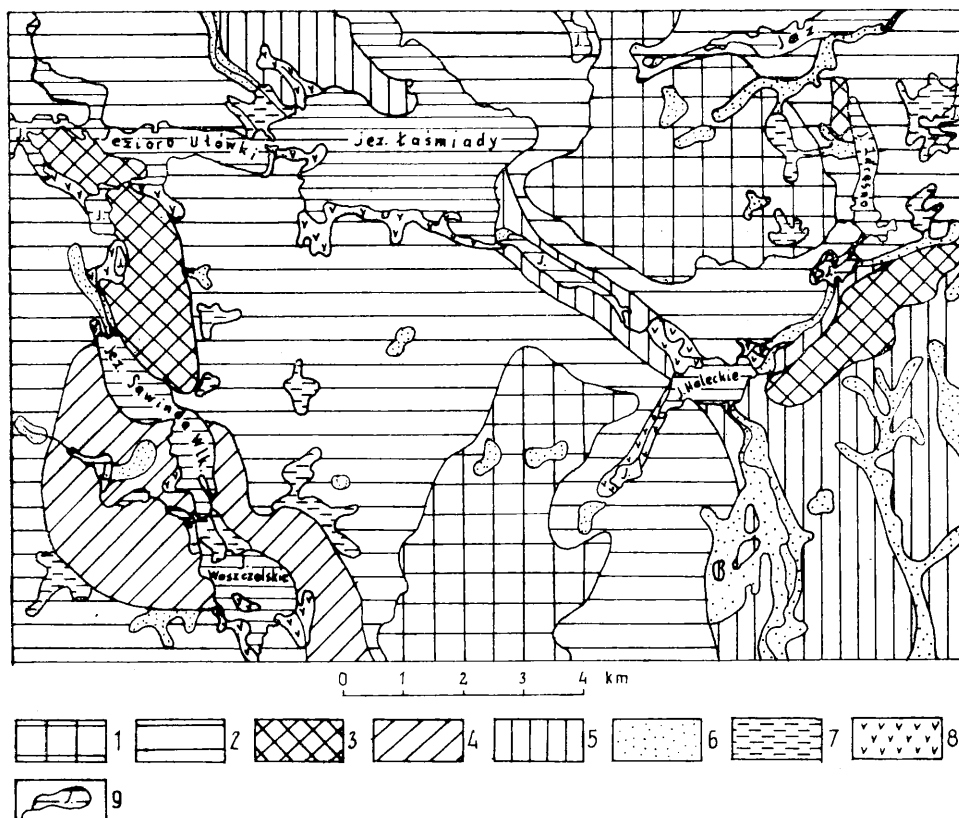
Tabela 1
Table 1

rzeźby obszaru badawczego „Elk”
surface relief of the „Elk” testing area

Pagórkowatość na 1 km ² (Number of hills per 1 square km)	Ułożenie dłuższych osi wypukłych (Orientation of the longer axes of the convex forms)	Zagiębnia bezodpływowe na 1 km ² (Depression without surface run-off per 1 square km)	Stopień rozczłonkowania terenu [km/km ²] (Degree of the territory cutting)
5	6	7	8
10—25	przeważający kierunek SW-NE; długość osi zawarta w granicach 250 m — 1 000 m	0—3	3—5
20—47	roz rozmieszczenie nie ukierunkowane; rozpiętość długości osi 250 m — 500 m	0—5	na bezpośrednim zapleczu S strefy wzniesień powyżej 5; na pozostałym obszarze 3—5
5—15	kierunek NW-SE, długość osi morfologicznych 250 m — 600 m	0—3	1—3
5—10	kierunek NE-SW, długość osi morfologicznych 500 m — 750 m	2—4	1—5
10—20	kierunek N-S, długość osi morfologicznych 150 m — 500 m	0—1	3—5
od 25 u nasady do 10 w części dystalnej	dłuższe osie tworzą łuk o kierunek N-S (dł. 250 m — 500 m); wewnątrz łuku osie morfologiczne ustawione są prostopadle do jeziora dł. 150 m — 200 m	0—8	u nasady 3—5, w części dystalnej 1—3
5—10 (wśród równin sterzące pojedyncze pagórki)	ukierunkowanie raczej z N na S; rozpiętość długości osi 150 m — 300 m	0—20	1—5
—	—	0—4	—

1	2	3	4
Obszary występowania pojedynczych wzgórz, pagórków w obniżeniach i na równinach przyjeziernych	125—145	dla pagórków przewaga spadków powyżej 7°, natomiast równiny: 1°—2°	5 m — 10 m
Równiny wokół jezior	122—125	0°—1°	0 m — 2 m

* Zmniejszenie pola podstawowego do 0,25 km² w analizie deniwelacji podyktawane



Rys. 2. Mapa typów rzeźby:

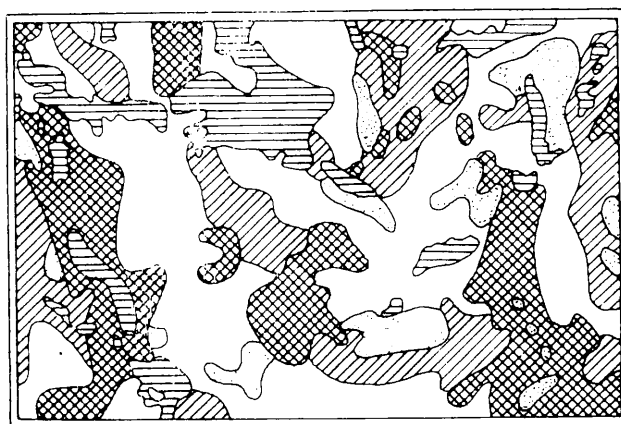
1 — zespoły wzgórz stanowiące kulminacje terenowe, 2 — obszary drobnopagórkowate wokół kulminacji, 3 — rozległe wzgórza o płaskich wierzchołkach i stromych stokach, 4 — stożki pochylone w kierunku jezior, 5 — równiny pochylające się z północy na południe, 6 — dna dolin rzecznych i obniżen bezodpływowych, 7 — obszary występowania pojedynczych wzgórz i pagórków w obniżeniach i na równinach przyjeziernych, 8 — równiny wokół jezior, 9 — rzeki i jeziora

Fig. 2. The map of the relief types:

1 — hills complexes constituting terrain culminations, 2 — small hills areas around the culminations, 3 — vast hills with flat top surfaces and slanting slopes, 4 — cones slanting toward the lakes, 5 — plateau slanting southwards, 6 — bottom of the river valleys and depressions without surface run-off, 7 — areas covered with isolated hills and hummocks in the dépressions and in the lakeland, 8 — plateau around the lakes, 9 — rivers and lakes

5	6	7	8
5—20	ułożenie chaotyczne, średnia długość osi do 300 m	—	—
—	—	0—3	0—3

zostało dużą zmiennością badanej cechy.



0 4 8 km

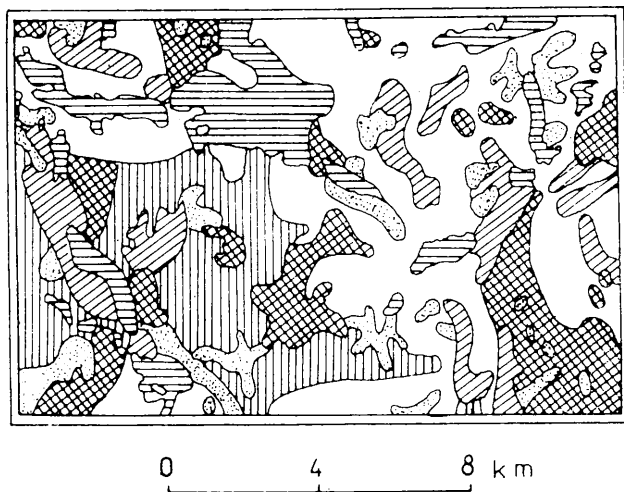


Rys. 3. Jednostki fotostrukturalne (interpretacja MSS 4):

1 — powierzchnie amorficzne o czarnym fototonie, 2 — powierzchnie amorficzne o ciemnoszarym fototonie, 3 — powierzchnie amorficzne o szarym fototonie, 4 — powierzchnie o strukturze plamistej i szarym fototonie, 5 — powierzchnie o strukturze gruboplamistej i szarym fototonie, 6 — powierzchnie amorficzne o jasnym, prawie białym fototonie, 7 — powierzchnie o strukturze plamistej i jasnoszarym fototonie

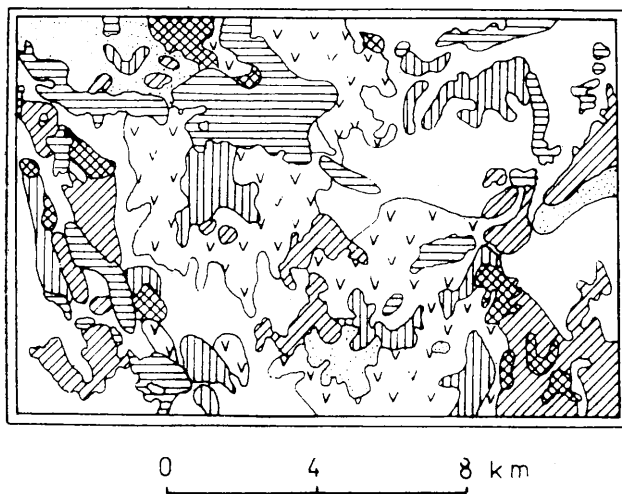
Fig. 3. Photostructural units (MSS 4 interpretation):

1 — amorphous surfaces of dark-grey phototone, 2 — amorphous surfaces of dark-grey phototone, 3 — amorphous surfaces of grey phototone, 4 — surfaces of spotted structure and grey phototone, 5 — surfaces of thick-spotted structure and grey phototone, 6 — amorphous structures of light, almost white phototone, 7 — surfaces of spotted structure and light-grey phototone



Rys. 4. Jednostki fotostrukturalne (interpretacja MSS 5); objaśnienia jak na rys. 3

Fig. 4. Photostructural units (MSS 5 interpretation); explanation as for fig. 3



Rys. 5. Jednostki fotostrukturalne (interpretacja MSS 7); objaśnienia jak na rys. 3

Fig. 5. Photostructural units (MSS 7 interpretation); explanation as for fig. 3

Obraz satelitarny daje całościowe ujęcie zagadnień dotyczących środowiska geograficznego, a zatem ciekawe wydaje się stwierdzenie: czy i w jaki sposób zaznaczają się typy rzeźby na materiałach satelitarnych?

Jednym z bardziej wyodrębniających się typów rzeźby badanego obszaru są zespoły wzgórz stanowiące kulminacje terenowe, które najlepiej widoczne są na obrazie MSS 4 i odpowiadają powierzchniom amorficznym o szarym i ciemnoszarym fototonie. Natomiast obszary drobnopagórkowate wokół kulminacji wyraźnie rysują się na obrazie MSS 7 jako obszary o strukturze plamistej (odpowiadające większym nagromadzeniom form wypukłych) i jasnoszarym fototonie. Kolejny typ

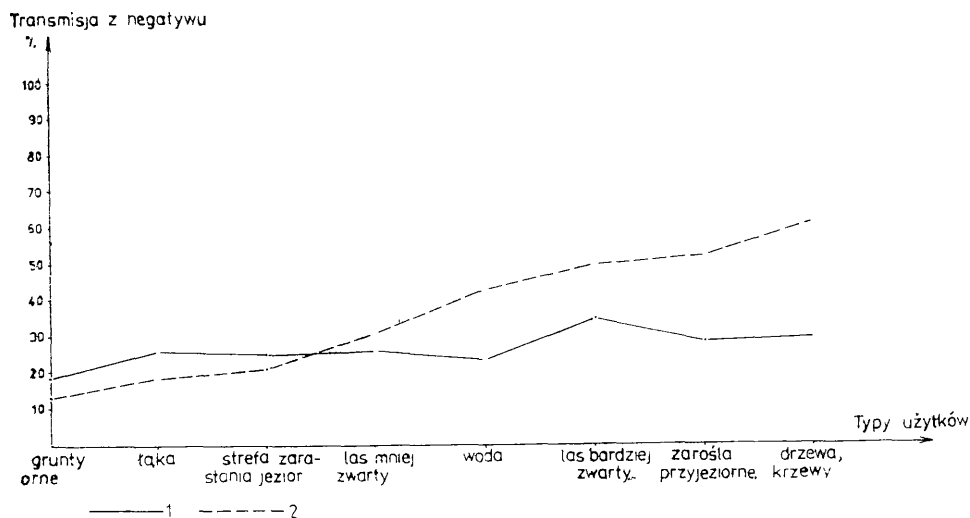
rzeźby: rozległe wzgórza o płaskich wierzchołkach i stromych stokach najlepiej widoczny jest na obrazach MSS 5 i MSS 7, zwłaszcza wał moreny czołowej oraz częściowo plateau kemowe. Na obrazie satelitarnym formy te zaznaczają się strukturą plamistą oraz jasno- bądź ciemnoszarym fototonem, co wiąże się z budową geologiczną omawianych form. Kolejny typ rzeźby: stożki pochylające się w kierunku jezior jest widoczny jedynie na obrazie MSS 7, po wschodniej stronie Jeziora Woszczelskiego. Natomiast na obrazie MSS 5 zaznacza się taras kemowy, do którego ten stożek nawiązuje. Równiny pochylające się z północy na południe, które tworzą obszary sandrowe, są na ogół szarego fototonu we wszystkich kanałach dla obszarów pozbawionych lasów oraz bardzo ciemnego (prawie czarnego) fototonu dla obszarów zalesionych. Ponadto znaczne fragmenty sandru wysoczyznowego charakteryzują się we wszystkich trzech kanałach plamistą strukturą (ciemne plamy odpowiadają rozległym obniżeniom po martwych i zimowych lodach) i jasnoszarym fototonem. Pozostałe typy rzeźby: dna dolin rzecznych i zagłębień bezodpływowych i równiny przyjeziorne są niewidoczne na obrazie satelitarnym ze względu na drobne rozmiary form.

Podstawowym materiałem do opracowania tematu były panchromatyczne zdjęcia lotnicze, tworzące dwa zespoły pokrywające analizowany teren i różniące się zarówno skalą, jak i jakością.

„Wschodni zespół zdjęć” po linię Rydzewo — Konieczki (rys. 1), wykonanych 28. 08. 1970 r. w skali 1 : 16 320, charakteryzował się dobrą kontrastowością. Natomiast „zespół zachodni”, który pokrywał większość terenu badań, wykonany 29. 08. 1970 r. w skali 1 : 16 410, składał się ze zdjęć o tonacji szarej i mało zróżnicowanych fototonach. Tak więc, możliwości interpretacyjne w przypadku tych dwóch zespołów zdjęć są różne. W celu przesłedzenia tego problemu wykonano analizę densytometryczną profilu zlokalizowanego na negatywie zdjęcia bardziej i mniej kontrastowego, który w dalszym toku pracy będzie nazywany negatywem miękkim. Profil ten przecina zachodnią część Jeziora Przytułskiego (rys. 1) i dobrany został w ten sposób, aby swoim zasięgiem objąć możliwie jak najwięcej użytków rolnych.

Badanie densytometryczne pozwala określić gęstość optyczną negatywu mierzoną w procencie transmisji promieni świetlnych przechodzących przez negatyw, a wykazujących stałe natężenie. Gęstość optyczna negatywu zdjęcia lotniczego pozostaje w ścisłym związku z jasnością obiektu i barwoczułością materiału światłoczułego. Za pomocą densytometru można zatem uściślić niezbyt precyzyjnie określoną cechę rozpoznawczą, jaką jest fototon obrazu obiektu odfotografowanego na zdjęciu lotniczym, przypisując mu konkretne wartości liczbowe.

Zróżnicowanie jasności poszczególnych użytków rolnych zależnie od negatywu przedstawione jest na rys. 6. Na jego podstawie można stwierdzić, iż różnica transmisji dla negatywu kontrastowego waha się w prze-



Rys. 6. Uśrednione zróżnicowanie jasności spektralnych poszczególnych użytków rolnych (wg negatywu); średnia transmisja negatywu „miękkiego” (1) i kontrastowego (2)

Fig. 6. Avaraged diversification of the spectral brightness of arable lands (from negative); average transmission of negative: 1 — soft, 2 — contrast

dziale 12%—55%, podczas gdy dla negatywu miękkiego zawiera się w granicach 19%—24,5%. Zatem, znacznie łatwiej jest rozróżnić poszczególne fototony i odczytać liczbę szczegółów na zdjęciu bardziej kontrastowym. Dokładniej to zagadnienie ilustruje tab. 2 przedstawiająca wartości transmisji promieni świetlnych przez te same typy użytków występujących na dwóch różnych negatywach. Wyraźnie zaznacza się tutaj pewna zbieżność, a mianowicie: transmisji 6%—20% dla negatywu kontrastowego odpowiada zawyżenie wartości uzyskanych z negatywu miękkiego 12%—26%; natomiast wartościom 30%—61,5% dla negatywu kontrastowego odpowiadają zaniżone liczby z negatywu miękkiego 26%—32%. Tak więc, różnice w jakości materiału fotograficznego dla dwóch wymienionych zespołów zdjęć są znaczne, co ma zasadniczy wpływ na możliwości interpretacyjne rzeźby młodoglacjalnej.

Analizę parametrów morfometrycznych rzeźby rozpoczęto od określenia pagórkowatości opracowywanego obszaru w stosunku do jednostki powierzchni równej 1 km². Tak mały obszar odniesienia przyjęto ze względu na drobnopagórkowaty charakter rzeźby młodoglacjalnej. Cechę tę badano na panchromatycznych zdjęciach lotniczych w skali 1:16 410 dla dwóch wybranych fragmentów terenu, gdzie analizowana cecha występuje w maksymalnym lub minimalnym natężeniu. Znajdują się one na południe od jeziora Łaśmiady (rys. 7a, b) oraz na wschód od Jeziora Haleckiego (rys. 8a, b). Określenia liczby pagórków dokonano

na tych samych polach podstawowych, zarówno na zdjęciach lotniczych, jak i na mapie topograficznej w skali 1 : 25 000.

Przed przystąpieniem do omówienia uzyskanych wyników na podstawie dwóch wymienionych materiałów badawczych należy przeanalizować pewne fakty.

Mapa topograficzna w skali 1 : 25 000 pozwala na odczytanie rzeźby z dokładnością do 2,5 m i ta dokładność jest na ogół stała dla całego opracowywanego terenu. Inaczej natomiast wygląda to zagadnienie rozpatrywane na podstawie zdjęć lotniczych. Przy kontrastowym zdjęciu lotniczym, a także zróżnicowanym układzie fototonów można odczytać pagórki nawet poniżej 2,5 m wysokości względnej. Jednakże dosyć często, na przykład w przypadku fragmentu terenu na południe od jeziora Łaśmiady (rys. 7a, b), zaznaczały się trudności w odczytaniu form wypukłych. Rzeźba tego obszaru charakteryzuje się występowaniem wielu rozległych obniżen łączących się ze sobą zatorfionymi dolinami. Powoduje to przewagę szarego fototonu na zdjęciu, związaną ze zwiększeniem wilgotności gruntów oraz obecnością łąk i pastwisk. Bardzo często wewnątrz obniżen występują niewielkie pagórki, które są również zajęte przez pastwiska i dają szary fototon na zdjęciu lotniczym. Jeżeli dodatkowo zaznacza się słaba kontrastowość zdjęć lotniczych dla tego regionu, to można nie uzyskać widzenia stereoskopowego dla małych form, podczas gdy na mapie topograficznej są one zaznaczone. Podobna sytuacja występuje na terenach o jasnych fototonach. Istnieją również takie obszary, dla których zróżnicowanie tonów na zdjęciu lotniczym jest duże, co w efekcie pozwala odczytać większą liczbę pagórków niż na mapie topograficznej.

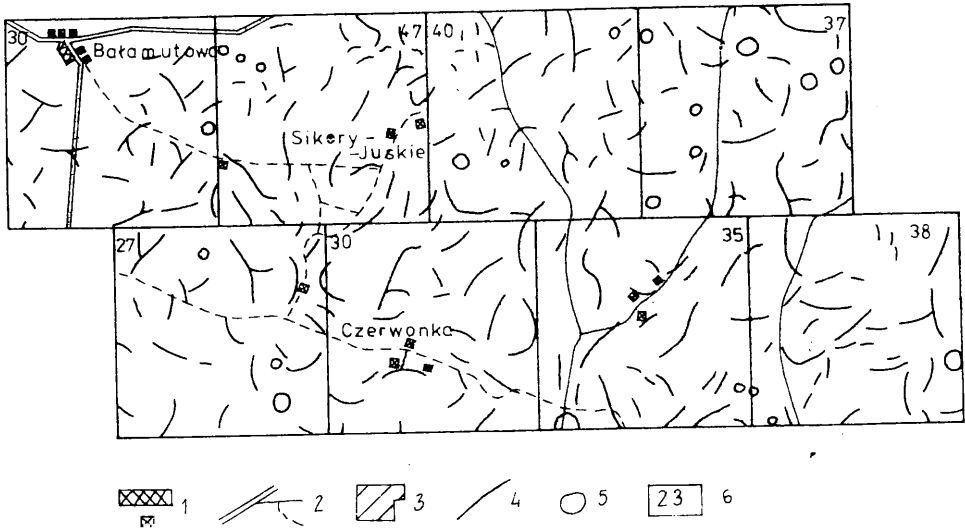
Analiza porównawcza liczby form wypukłych obszaru na południe od jeziora Łaśmiady (zbudowanego głównie z gliny zwałowej) wykazała na ogół zbliżone wartości uzyskane ze zdjęcia lotniczego i mapy topograficznej. Odchylenia w stosunku do podkładu kartograficznego wynoszą od -6 do +7 i spowodowane są opisanymi już czynnikami. Jedyne w dwóch polach podstawowych, gdzie znaczną część powierzchni zajmują lasy maskujące rzeźbę na zdjęciu lotniczym, odchylenia w liczbie pagórków są znaczne. Z okolic wsi Czerwonka na mapie odczytano 30 pagórków, a na panchromatycznym zdjęciu lotniczym tylko 9. Natomiast z dwóch najbardziej wschodnich kwadratów tego szeregu na mapie topograficznej rozpoznano 35—38 form wypukłych, a na zdjęciu tylko 22—30.

Minimalna liczba pagórków na 1 km², wyznaczonych na podstawie mapy topograficznej w skali 1 : 25 000 (rys. 8a), widoczna jest na wschód od Jeziora Haleckiego i kształtuje się w granicach 5—16. Jest to obszar zbudowany z piasków i żwirów wodnolodowcowych. Formy wypukłe na zdjęciach lotniczych, obejmujących te same pola podstawowe co na mapie topograficznej, zaznaczają się dosyć dokładnie w przypadku tere-

Wartości transmisji promieni świetlnych przez negatyw kontrastowy i „miękki” dla użytków rolnych.
Values of the light rays transmission through a contrast and through a soft negative for arable land

Klasyfikacja morfolo- giczna wg profilu (Morphological classification)	Użytkowanie ziemi, fototon, uprawy (Land use, phototone, crops)	Transmisja z nega- tywu kontrasto- wego (Transmission through contrast negative) [%]	Transmisja z nega- tywu „miękkiego” (Transmission through soft negative) [%]
1	2	3	4
Morena denna	pola orne, uprawy zbożowe; rzędy kopek na polach; fototon jasno- szary	14,5	21,5
Morena denna	fragment młodnika; fototon ciemnoszary; struktura gruzelkowa	22,0	
Dno doliny z akumu- lacją	łąka; fototon ciemnoszary; struktura amorficzna	18,5	26,0
Morenowy pagórek martwego lodu	grunty orne; fototon jasnoszary	6,5	12,0
	grunty orne; uprawa o ciemnym fototonie na stoku	8,5	17,0
	droga na stoku; jasny fototon	11,0	18,5
Morenowy pagórek martwego lodu	grunty orne; fototon ciemnoszary	13,0	18,0
Morenowy pagórek martwego lodu na stoku S	drzewa i krzewy; fototon ciemnoszary; struktura gruzelkowa	61,5	30,0
Morena denna	grunty orne; fototon ciemnoszary	19,0	20,0
	grunty orne; fototon nieco jaśniejszy	15,5	
Krawędź przyjeziorna	zarośla przyjeziorne: drzewa, krzewy; fototon ciemnoszary; struk- tura gruzelkowa	53,0	31,5

1	2	3	4
Morena denną	grunty orne; ciemnoszary fototon; struktura amorficzna	13,0	
Krawędź przyjeziorna	zarośla przyjeziorne (drzewa, krzewy); fototon szary; struktura gruzelkowa	49,0	
Strefa zarastania jezior	grązel biały, tatarak, trzcina; fototon jasnoszary	17,5	22,5
Jezioro	woda; fototon czarny; struktura amorficzna	43,0	23,5
Strefa zarastania jezior	grązel biały, tatarak, trzcina; fototon ciemniejszy szary; struktura gruzelkowa	25,0	11,5
Krawędź przyjeziorna	zarośla przyjeziorne (drzewa, krzewy), fototon ciemnoszary; struktura gruzelkowa	52,0	28,0
Pagórek kemowy	grunty orne, zaorane pole — widoczne linie orki; fototon jasnoszary	12,0	13,0
Zagłębienie bezodpływowe	łąka; fototon szary; struktura amorficzna	22,0	
Morena denną	grunty orne; fototon szary	17,0	15,0
Górny fragment suchej doliny	grunty orne; fototon jasnoszary, pojedyncze drzewo; fototon szary	10,5 42,0	28,0
Dno doliny z akumulacją	łąka nieco przesuszona; fototon jasnoszary; pojedyncze drzewo; fototon szary	21,5 44,0	26,0 26,0
Morena denną	grunty orne; fototon jasnoszary; struktura amorficzna	15,0	18,0
Morenowy pagórek martwego lodu	las bardziej zwarty; fototon ciemnoszary; struktura gruzelkowa pojedyncze egzemplarze 70%; las mniej zwarty; fototon szary; struktura gruzelkowa; pojedyncze egzemplarze 50%	50,0 40,0	26,0 30,0
Morena denną	las młodnik; drzewostan średni; fototon szary; struktura gruzelkowa	12,0	22,0
		max. 61,5 min. 6,5 śr. 55,0	max. 35,0 min. 11,5 śr. 23,5



Rys. 7a. Pagórkowatość i ukierunkowanie dłuższych osi form wypukłych dla obszaru na południe od jeziora Łaśmiady (interpretacja mapy topograficznej w skali 1 : 25 000):

1 — zabudowa, 2 — drogi, 3 — lasy utrudniające interpretację zdjęć lotniczych, 4 — dłuższe osie form wypukłych, 5 — formy wypukłe o niewyraźnej dłuższej osi, 6 — liczba pagórków w polu podstawowym

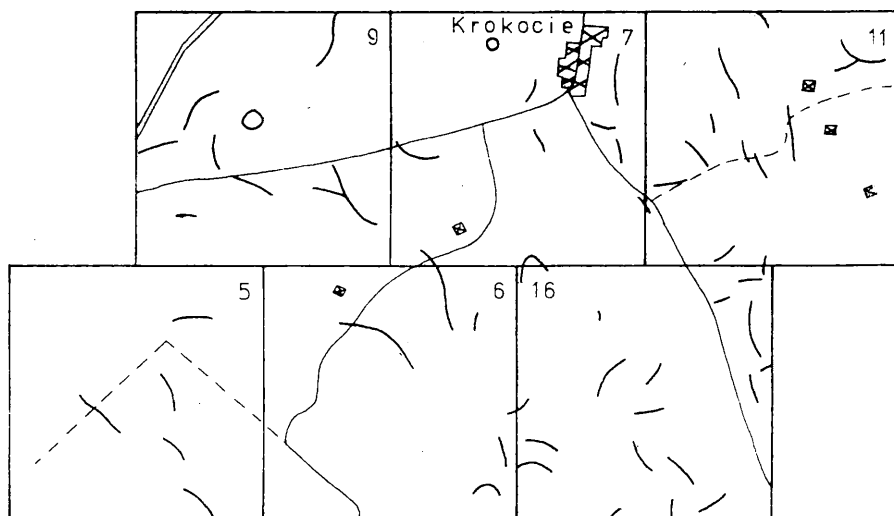
Fig. 7a. Hilly area and orientation of the longer axes of the convex forms for the area south of the Łaśmiady lake (interpretation of a topographical map in the scale of 1 : 25 000):

1 — buildings, 2 — road, 3 — forests making airphoto interpretation difficult 4 — longes axes of the convex forms, 5 — convex forms with unclear longes axis, 6 — number of hills in the basic field



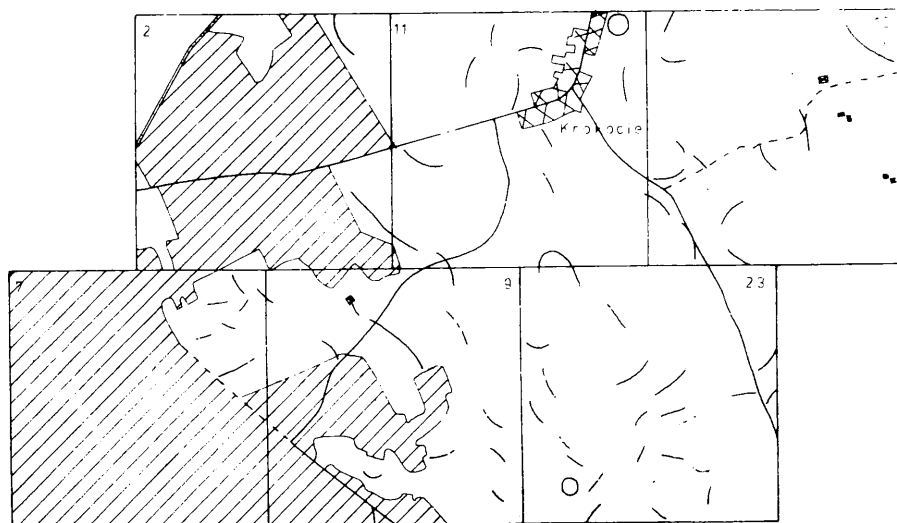
Rys. 7b. Pagórkowatość i ukierunkowanie dłuższych osi form wypukłych dla obszaru na południe od jeziora Łaśmiady (interpretacja panchromatycznego zdjęcia lotniczego w skali 1 : 16 410); objaśnienia jak na rys. 7a

Fig. 7b. Hilly area and orientation of the longer axes of the convex forms south of the Łaśmiady lake (interpretation of a panchromatic airphoto in the scale of 1 : 16 410); explanation as for fig. 7a



Rys. 8a. Pagórkowatość i ukierunkowanie dłuższych osi form wypukłych dla obszaru na wschód od Jeziora Haleckiego (interpretacja mapy topograficznej w skali 1 : 25 000); objaśnienia jak na rys. 7a

Fig. 8a. Hilly areas and orientation of the longer axes of the convex forms for the area east of the Haleckie Lake (interpretation of a topographical map in the scale of 1 : 25 000); explanation as for fig. 7a



Rys. 8b. Pagórkowatość i ukierunkowanie dłuższych osi form wypukłych dla obszaru na wschód od Jeziora Haleckiego (interpretacja panchromatycznego zdjęcia lotniczego w skali 1 : 16 410); objaśnienia jak na rys. 7a

Fig. 8b. Hilly area and orientation of the longer axes of the convex forms for the areas east of the Haleckie Lake (interpretation of a panchromatic airphoto in the scale of 1 : 16 410); explanation as for fig. 7a

nów nie pokrytych lasem (rys. 8b). Materiał lotniczy z tego obszaru charakteryzuje się dobrą kontrastowością, która pozwala na odczytanie nawet bardzo drobnych pagórków, nie zaznaczających się na mapie z powodu zbyt dużego cięcia poziomicowego (2,5 m). Ogólnie, w przypadku terenów bezleśnych liczba form wypukłych jest nieco większa, niż to można było odczytać z mapy topograficznej, i kształtuje się w granicach 9—23. Jest to spowodowane — obok zróżnicowania fototonów — również sposobem użytkowania ziemi. Wszystkie formy wypukłe, nawet niewielkie pagórki w dnach rozległych obniżień (zwłaszcza w polu podstawowym na południowy wschód od wsi Krokocie) są wzięte pod uprawę. Dają one jasny fototon na zdjęciu lotniczym w porównaniu z ciemniejszym tonem obniżień. Zwiększa to czytelność form wypukłych, nawet tych, które mają poniżej 2,5 m wysokości względnej. Na terenach zalesionych rozpoznawanie pagórków ze zdjęć lotniczych jest oczywiście mniej skuteczne, zwłaszcza w przypadku pola podstawowego bezpośrednio na wschód od Jeziora Haleckiego. Na podstawie mapy topograficznej rozpoznano 9 pagórków, natomiast ze zdjęcia lotniczego tylko 2 formy wypukłe.

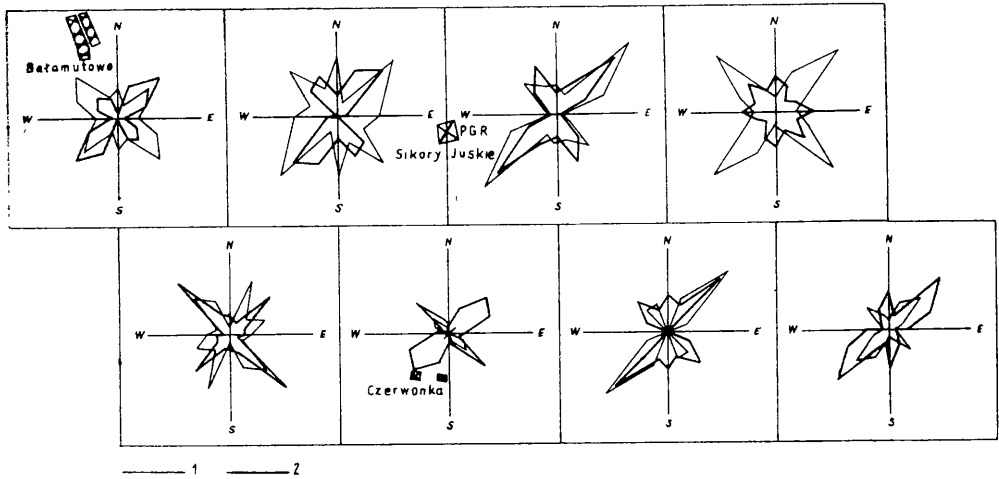
Reasumując, należy stwierdzić, iż analiza porównawcza liczby form wypukłych ze zdjęć lotniczych i mapy topograficznej wykazała na ogół zbliżone wartości zarówno dla terenów z maksymalnym, jak i minimalnym natężeniem tej cechy. Wydaje się, iż zdecydowanie różna budowa geologiczna (gлина, piasek) dwóch rozpatrywanych obszarów nie ma zasadniczego wpływu na liczbę form wypukłych odczytanych ze zdjęcia lotniczego. Bardziej istotne znaczenie ma sposób użytkowania ziemi, który na zdjęciach mniej kontrastowych maskuje formy wypukłe, natomiast na zdjęciach dobrej jakości pomaga w ich odczytaniu. Jedynie dla obszarów pokrytych lasami rozpoznawanie pagórków na zdjęciach lotniczych jest niedostateczne.

Z pagórkowatością wiąże się bezpośrednio zagadnienie ukierunkowania dłuższych osi form wypukłych. Zostało ono przeanalizowane w odniesieniu do tych samych terenów, na których rozpatrywano pagórkowatość; rezultaty prezentują diagramy: rys. 9 — dla obszarów o maksymalnej liczbie pagórków na 1 km² oraz rys. 10 — dla obszarów o minimalnej liczbie form wypukłych na 1 km².

Zagadnienie odczytywania ze zdjęć lotniczych kierunku osi morfologicznej pagórka jest bezpośrednio związane z możliwością odczytania samej formy. Na mapie topograficznej formy wypukłe są wyraźnie widoczne i określenie kierunku ich dłuższych osi nie następuje trudności. Natomiast samo odczytanie pagórka ze zdjęcia lotniczego stwarza niekiedy pewne problemy, a dodatkowo określenie osi morfologicznej, przy słabym efekcie stereoskopowym, powoduje najczęściej zmiany jej kierunku. Zależy to w dużej mierze od jakości zdjęcia lotniczego.

Odmienne zagadnienie to przedstawia się w przypadku obszarów z maksymalną i minimalną liczbą form wypukłych na 1 km².

Dla terenu testowego na południe od jeziora Łaśmiady (rys. 9) największą zgodność kierunków odczytanych ze zdjęcia i mapy topograficznej przedstawia pole podstawowe położone na północny wschód od wsi



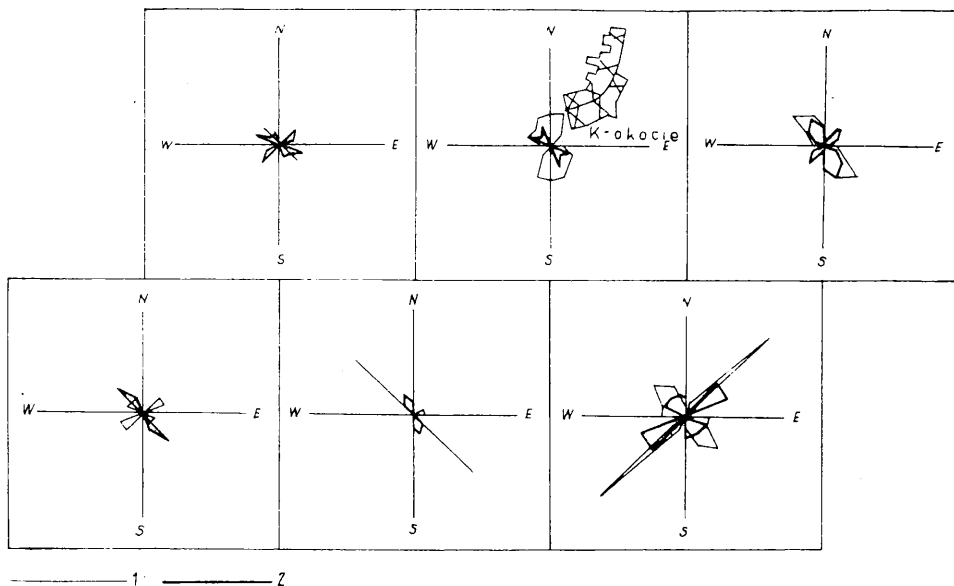
Rys. 9. Diagram ukierunkowania dłuższych osi form wypukłych (dla obszaru o maksymalnej liczbie pagórków na 1 km² — na S od jeziora Łaśmiady): 1 — interpretacja zdjęcia lotniczego, 2 — interpretacja mapy topograficznej

Fig. 9. A diagram of the orientation of the longer axes of the convex forms (for an area with the largest number of hills per 1 square km — south of the Łaśmiady Lake):

1 — interpretation of the airphoto, 2 — interpretation of the topographical map

Czerwonka. Reprezentowane są tutaj głównie dwa kierunki: NW-SW i NW-SE. Natomiast pozostałe pola podstawowe tego szeregu wykazują rozbieżność danych ze zdjęcia lotniczego i mapy topograficznej. Pola podstawowe południowego szeregu mają nieco większą zgodność kierunków, z wyjątkiem obszaru ze wsią Czerwonka, gdzie większość pola podstawowego zajmuje las. Najczęściej reprezentowany jest tu — podobnie jak w górnym szeregu — kierunek NE-SW oraz NW-SE.

Rozpatrując możliwości odczytania kierunków dłuższych osi form wypukłych z obszarów z minimalną liczbą pagórków na 1 km² (rys. 10), należy podkreślić większą na ogół zgodność danych uzyskanych z mapy topograficznej i zdjęcia lotniczego. Materiały zdjęciowe tych terenów są dobrej jakości (kontrastowe), a stosunkowo rzadkie rozłożenia pagórków dają większą szansę dokładniejszego odczytania ich kierunku. Zakłócenia występują w tych przypadkach, kiedy ze zdjęcia lotniczego odczytano większą liczbę form wypukłych, lub gdy mamy do czynienia z obszarami, które pokryte są lasem.



Rys. 10. Diagram ukierunkowania dłuższych osi form wypukłych (dla obszaru o minimalnej liczbie pagórków na 1 km² — na W od Jeziora Haleckiego; objaśnienia jak na rys. 9

Fig. 10. A diagram of the orientation of the longer axes of the convex forms (for an area with the smallest number of hills per 1 square km — west of the Haleckie Lake); explanation as for fig. 9

Podsumowując, należy stwierdzić, iż dokładniej i szybciej można odczytać kierunki dłuższych osi pagórków z mapy topograficznej, zwłaszcza tych terenów, które mają pokrycie zdjęciami lotniczymi o słabej kontrastowości.

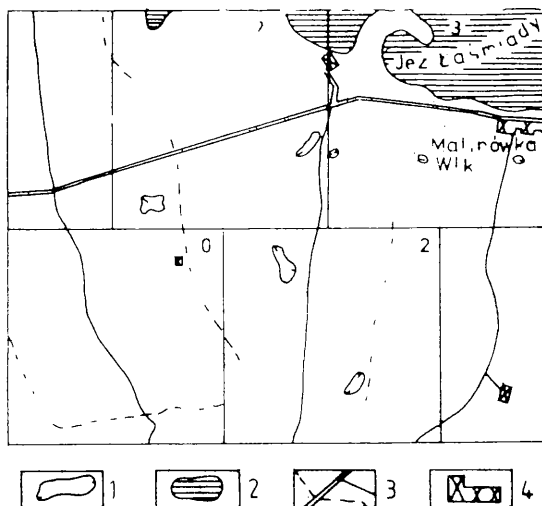
Analizę porównawczą możliwości odczytania zagłębień bezodpływowych w polu podstawowym 1 km² z mapy topograficznej w skali 1:25 000 i z panchromatycznego zdjęcia lotniczego w skali 1:16 410 przeprowadzono również dla tych terenów, gdzie omawiana cecha występuje w maksymalnym bądź minimalnym natężeniu. Jeden z fragmentów testowanego obszaru znajduje się na południe od jeziora Łaśmiady (rys. 11a, b) i charakteryzuje się minimalną liczbą zagłębień na 1 km². Fragment drugi, położony na południe od jeziora Wityny, obejmuje maksymalną liczbę zagłębień na 1 km² (rys. 12a, b).

Uwagi wstępne, jakimi poprzedzono interpretację pagórkowatości, są aktualne także w odniesieniu do zagłębień bezodpływowych. Na mapie topograficznej uwzględnione zostały te zagłębienia, których głębokość wynosi co najmniej 2,5 m. Na zdjęciu lotniczym natomiast możliwość odczytania zagłębień zależy również od jakości materiału lotniczego i nie jest stała dla całego badanego terenu. Na niektórych fragmentach ob-

szaru można rozpoznać dzięki sprzyjającemu układowi fototonów znacznie większą liczbę zagłębień bezodpływowych niż na mapie topograficznej (zagłębienia te są płytsze od 2,5 m). Jednak występują również takie obszary, gdzie słabo widoczne są nawet obniżenia poniżej 2,5 m głębokości.

Analizując możliwości rozpoznawania zagłębień bezodpływowych na panchromatycznych zdjęciach lotniczych w skali 1:16 410 i na mapie topograficznej (1:25 000) dla obszaru na południe od jeziora Łaśmiady

(rys. 11a, b), stwierdza się podwyższenie wartości liczby zagłębień uzyskanej z materiału lotniczego. Ze zdjęcia można było odczytać 5—8 zagłębień na 1 km², podczas gdy na mapie topograficznej (dla tego samego fragmentu) zaznacza się 1—3 zagłębienia na 1 km². Te podwyższone wartości ze zdjęcia związane są ze stosunkowo dobrą kontrastowością materiału lotniczego. Zagłębienia bezodpływowe zawierają większą ilość wilgoci i zaznaczają się na zdjęciach ciemnym fototonem. Jeżeli występują one dodatkowo na jasnym tle (co związane jest głównie z różnym użytkowaniem ziemi, a pośrednio i z rodzajem podłoża), to wtedy można stosunkowo łatwo odczytać nawet te zagłębienia, które mają mniej niż 2,5 m głębokości.



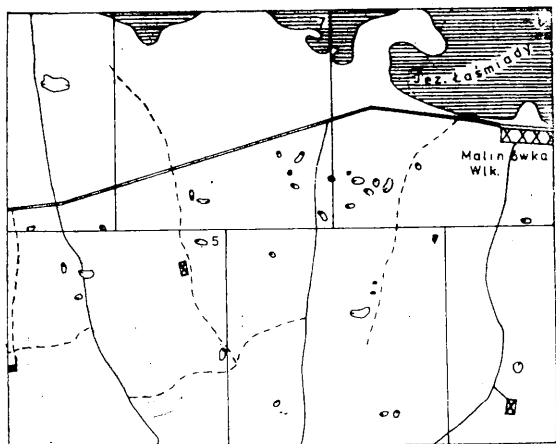
Rys. 11a. Minimalna liczba zagłębień bezodpływowych na 1 km² (interpretacja mapy topograficznej w skali 1:25 000):

1 — zagłębienia bezodpływowe, 2 — jeziora, 3 — drogi, 4 — zabudowania

Fig. 11a. The smallest number of depressions without surface run-off per 1 square km (interpretation of a topographical map in the scale of 1:25 000):

1 — depressions without surface runoff, 2 — lakes, 3 — roads, 4 — buildings

Nieco inaczej kształtuje się omawiane zagadnienie w przypadku obszarów, gdzie analizowana cecha występuje w maksymalnym natężeniu (rys. 12a, b). Zdjęcia lotnicze tego terenu charakteryzują się słabą kontrastowością, co powoduje zmniejszenie liczby odczytywanych zagłębień bezodpływowych w polu podstawowym 1 km². Jedynie tam, gdzie zaznacza się wyraźnie plamisty fototon (na południe od PGR Wityny), rozpoznano nieco więcej zagłębień (9) w stosunku do mapy topograficznej



Rys. 11b. Minimalna liczba zagłębień bezodpływowych na 1 km² (interpretacja panchromatycznego zdjęcia lotniczego w skali 1 : 16 410); objaśnienia jak na rys. 11a

Fig. 11b. The smallest number of depressions without surface run-off per 1 square km (interpretation of a panchromatic airphoto in the scale of 1 : 16 410); explanations as for fig. 11a

odczytania wszystkich zagłębień poniżej 2,5 m głębokości są mocno utrudnione. Na podstawie mapy topograficznej odczytano 6—19 zagłębień bezodpływowych na 1 km², natomiast z panchromatycznego zdjęcia lotniczego 2—12 zagłębień na 1 km².

Reasumując, można stwierdzić, iż liczba odczytanych zagłębień zależy głównie od jakości zdjęć lotniczych oraz od pokrycia terenu lasami.

Możliwość odczytania ze zdjęć lotniczych gęstości rozcięcia dolinami opracowywanego terenu zostanie przedstawiona na podstawie dwóch obszarów badawczych: okolic jeziora Zdręšno i terenu na zachód od jeziora Sawinda Wielka. Długość dolin została przeanalizowana dla tych samych pól podstawowych, dla których badana była z mapy topograficznej w skali 1 : 25 000.

Zdjęcia lotnicze wymienionych obszarów badawczych cechuje różna jakość: zdjęcia okolic jeziora Zdręšno są kontrastowe, natomiast czytelność zdjęć z okolic jeziora Sawinda Wielka bardzo obniża zła jakość materiałów lotniczych.

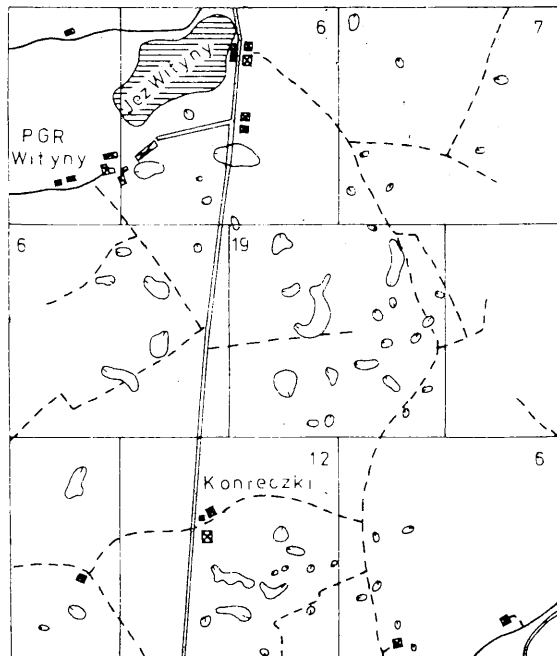
Dla terenu badawczego „Zdręšno” (rys. 13a, b) zaznacza się duża zgodność odczytów analizowanej cechy morfometrycznej z panchromatycznego zdjęcia lotniczego i mapy topograficznej. Jedynie pole podstawowe środkowego szeregu na wschód od jeziora Zdręšno wykazuje podwyższenie odczytanej wartości długości sieci dolinnej ze zdjęcia lotni-

nej (6). Należy jednak zaznaczyć, że nie wszystkie ciemne plamy, jakie tu występują, oznaczają zagłębienia. Niekiedy zaznaczają się one na stokach form wypukłych i związane są prawdopodobnie z inną roślinnością, a foton ich jest nieco jaśniejszy od tego, który jest typowy dla wilgotnych zagłębień bezodpływowych.

Na ogół jednak, wskutek słabej kontrastowości zdjęć lotniczych tego terenu i pokrycia niektórych większych zagłębień bezodpływowych roślinnością krzewiastą, możliwości

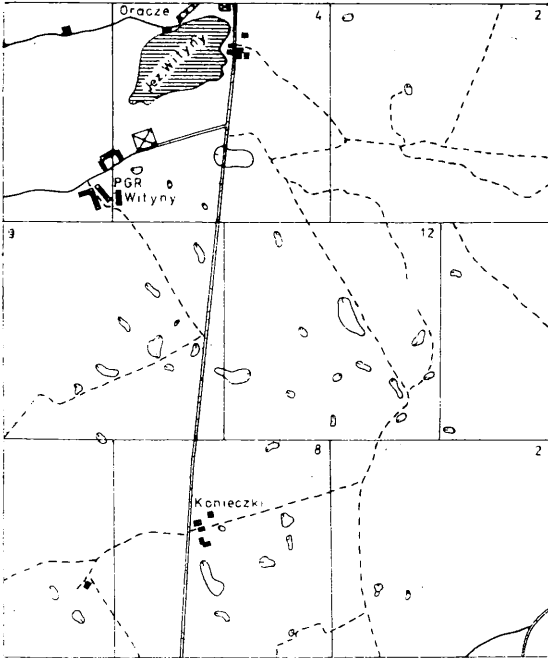
czego. Różnica wynosi tutaj 1,3 km/km² i może być spowodowana wyraźnym zróżnicowaniem rzeźby tego obszaru, czego wyrazem są liczne formy wypukłe, między którymi zaznaczają się suche dolinki. Powoduje to dużą zmienność fototonów, co ułatwia obserwację pod stereoskopem przebiegu dolin i ocenę ich długości.

Odmienne przedstawia się omawiane zjawisko w przypadku terenu położonego na zachód od jeziora Sawinda Wielka (rys. 14a, b). Analiza wykonana została na zdjęciach o słabej kontrastowości, co ujemnie odbiło się na uzyskanych wynikach. Jedynie w trzech polach podstawowych odczyty ze zdjęć lotnicznych i mapy topograficznej były zbliżone do siebie, a w jednym (pole podstawowe na północny zachód od jeziora Sawinda Wielka) zaznaczyło się nawet podwyższenie wartości pomiaru długości dolin na materiałach lotnicznych. Omawiane pole podstawowe, mimo iż rozpatrywane było na zdjęciach o słabej kontrastowości, charakteryzuje się stosunkowo dużą zmiennością fototonów (w porównaniu z innymi zdjęciami tego zespołu), co korzystnie wpływa na uzyskanie lepszego efektu stereoskopowego i na dokładniejsze odczytanie długości dolin. Pozostałe pola podstawowe wykazują natomiast wyraźne zaniżenie wartości odczytu ze zdjęcia lotniczego w stosunku do mapy topograficznej, co jest spowodowane przede wszystkim obecnością lasów, które praktycznie uniemożliwiają interpretację rzeźby. Podobnie, obszar zawarty w polu podstawowym na południe od jeziora Szenczek ma zaniżone wartości odczytu badanego parametru ze zdjęcia lotniczego, mimo iż teren ten jest pozbawiony pokrywy roślinnej. Jest to obszar użytkowany rolniczo, gdzie wąskie pasma pól, dające fototony o małym zróżnicowaniu (zdjęcia o obniżonej kontrastowości), przylegają do misy jeziornej.



Rys. 12a. Maksymalna liczba zagłębień bezodpływowych na 1 km² (interpretacja mapy topograficznej w skali 1:25 000); objaśnienia jak na rys. 11a

Fig. 12a. The largest number of depressions without surface run-off per 1 square km (interpretation of a topographical map in the scale of 1:25 000); explanation as for fig. 11a



Rys. 12b. Maksymalna liczba zagłębień bezodpiwowych na 1 km² (interpretacja panchromatycznego zdjęcia lotniczego w skali 1 : 16 410); objaśnienia jak na rys. 11a

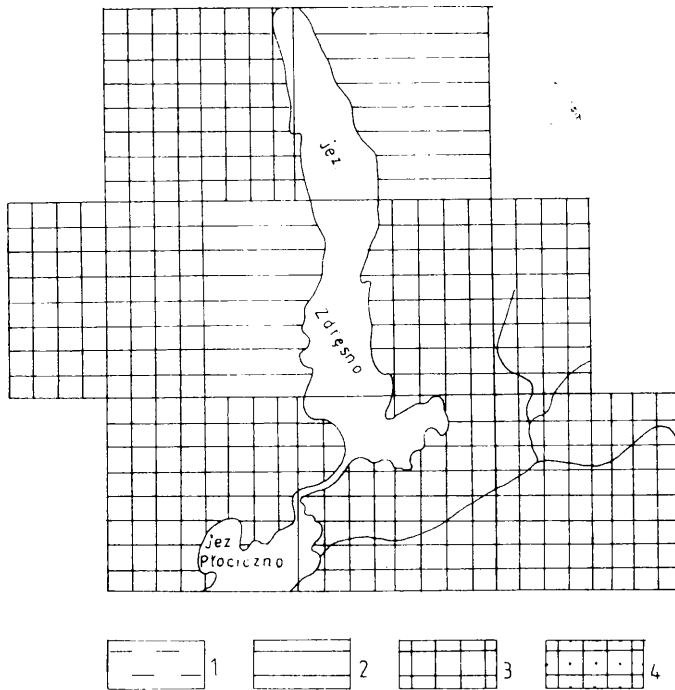
Fig. 12b. The largest number of depressions without surface run-off per 1 square km (interpretation of a panchromatic airphoto in the scale of 1 : 16 410); explanation as for fig. 11a

Podsumowując analizę parametrów morfometrycznych rzeźby przeprowadzoną na zdjęciach lotniczych i mapie topograficznej dla terenu badawczego „Ełk”, należy zaznaczyć, iż duży wpływ na zgodność wyników ma tutaj różna jakość zdjęć. Na materiałach kontrastowych cechy morfometryczne są na ogół lepiej widoczne, a wyniki interpretacji są zbliżone z danymi uzyskanymi z mapy topograficznej. W analizie zdjęć mało kontrastowych zaznaczyło się większe zróżnicowanie danych uzyskanych ze zdjęcia i mapy topograficznej. Wystąpiło to wyraźnie podczas opracowania takich cech, jak gęstość rozcięcia dolinami oraz ukiepunkowanie dłuższych osi form wypukłych. W tych przypadkach dokładniejsze wyniki uzyskano interpretując mapę topograficzną.

Należy zastanowić się także nad różną skalą materiałów służących do analizy. Zdjęcie lotnicze ma skalę około 1 : 16 000, natomiast mapa topograficzna 1 : 25 000. Tak więc już z samego zróżnicowania skal wynika różna liczba szczegółów na tych materiałach. Mapa jest w mniej-

Prawdopodobnie te regularne, geometryczne kształty oraz jednokierunkowy układ pól maskuje system suchych dolin.

Można zatem stwierdzić, że kontrastowe panchromatyczne zdjęcia lotnicze w skali 1 : 16 410 pozwalają w zadowalającym stopniu na odczytanie badanej cechy, jaką jest rozcięcie terenu dolinami. Niekiedy jednak pojedyncze suche doliny wyraźnie zaznaczają się na materiałach lotniczych, co powoduje podwyższenie wartości odczytu w odniesieniu do mapy topograficznej. Natomiast na zdjęciach mniej kontrastowych czytelność rozcięcia terenu dolinami jest znacznie niższa, zwłaszcza dla obszarów z pokrywą leśną, oraz tam, gdzie specyficzny układ pól maskuje analizowane formy.



Rys. 13a. Gęstość rozcięcia dolinami terenu badawczego „Zdręšno” (analiza mapy topograficznej w skali 1 : 25 000):
 1 — poniżej 1 km/km², 2 — 1–3 km/km², 3 — 3–5 km/km², 4 — powyżej 5 km/km²

Fig. 13a. Density of the valley cuttings in the Zdręšno testing area (based on the analysis of a topographical map in the scale of 1 : 25 000):
 1 — below 1 km per square km, 2 — 1–3 km per square km, 3 — 3–5 km per square km, 4 — above 5 km per square km

szej skali, a zatem przeprowadzono tu pewną generalizację rzeźby wg *Instrukcji* (1970). Podaje ona na przykład, że w przypadku występowania w terenie nagromadzenia kotlinek lub pagórków należy pokazać na mapie najważniejsze (skrajne oraz większe), natomiast inne pominąć. Generalizacji trzeba dokonać jednak w taki sposób, aby ogólny charakter zgrupowania został zachowany. Charakterystyczne, bardzo drobne pagórki można nieco powiększyć.

Na zdjęciu lotniczym rzeźba jest odwzorowana na ogół z taką dokładnością, jaka jest w terenie. Możliwości jej interpretacji zależą głównie od jakości zdjęcia, która warunkuje między innym bardziej lub mniej wyraźny efekt stereoskopowy.

Rys. 13b. Gęstość rozcięcia dolinami terenu badawczego „Zdręšno” (analiza panchromatycznego zdjęcia lotniczego w skali 1:16 320); objaśnienia jak na rys. 13a

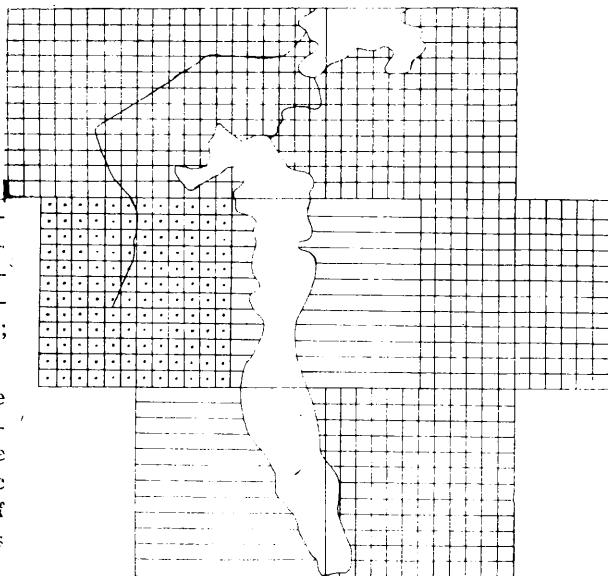
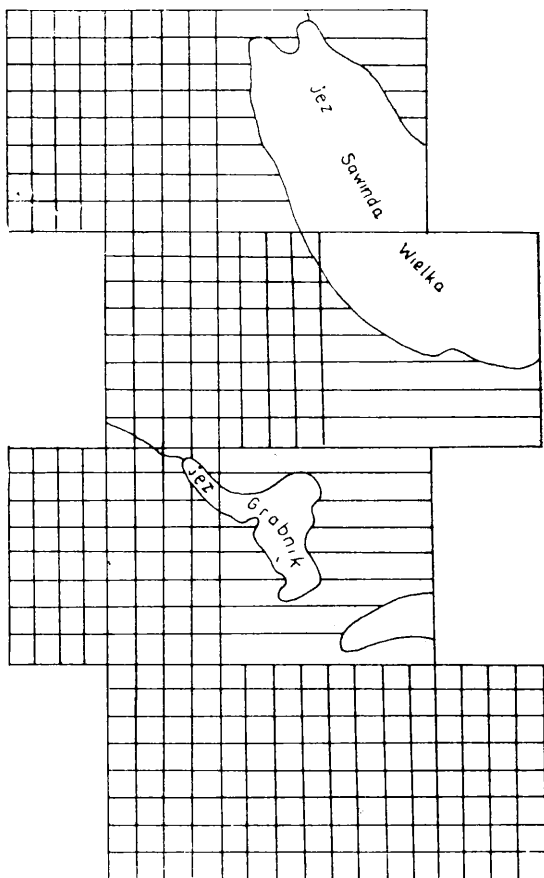


Fig. 13b. Density of the valley cuttings in the Zdręšno testing area (based on the analysis of a panchromatic airphoto in the scale of 1:16 320); explanations as for fig. 13a

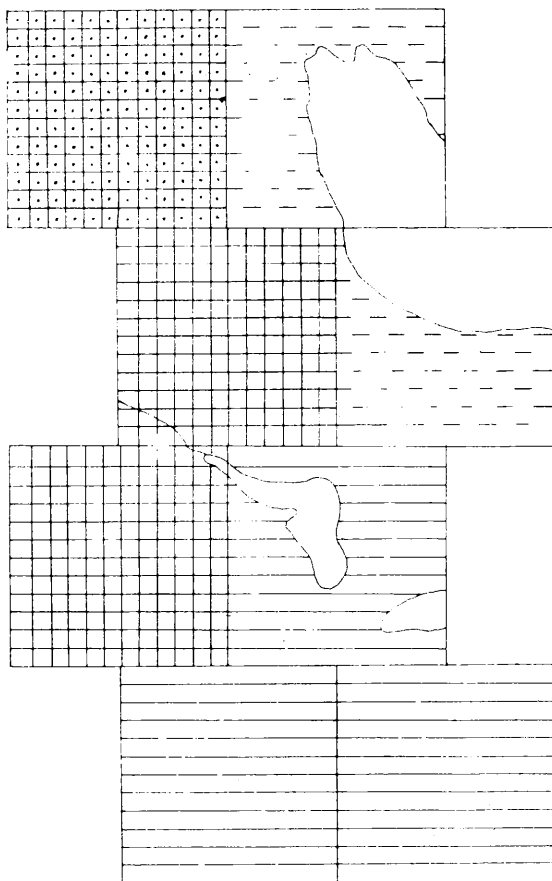


Rys. 14a. Gęstość rozcięcia dolinami terenu badawczego na południe od jeziora Sawinda Wielka (analiza mapy topograficznej w skali 1:25 000); objaśnienia jak na rys. 13a

Fig. 14a. Density of the valley cuttings in the testing area south of the Sawinda Wielka Lake (based on the analysis of a topographical map in the scale of 1:25 000); explanation as for fig. 14a

Rys. 14b. Gęstość rozcięcia dolinami terenu badawczego na południe od jeziora Sawinda Wielka (analiza panchromatycznego zdjęcia lotniczego w skali 1:16 410); objaśnienia jak na rys. 13a

Fig. 14b. Density of the vallex cuttings in the testing area south of the Sawinda Wielka Lake (based on the analysis of a panchromatic airphoto in the scale of 1:16 410); explanation as for fig. 13a



LITERATURA

- Bogacki M., 1976: *Współczesne sandry na przedpolu Skeidararjökull (Islandia) i plejstocenijskie sandry w Polsce Północno-Wschodniej*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Galon R., Roszko L., 1967: *Zasięgi zlodowaceń skandynawskich i ich stadiów recesyjnych na obszarze Polski*, PWN, Warszawa.
- Kondracki J., 1978: *Geografia fizyczna Polski*, PWN, Warszawa.
- Instrukcja do sporządzania szczegółowej mapy topograficznej w skalach 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000*, Ministerstwo Obrony Narodowej, 1980, Warszawa.

**LEGIBILITY OF AIR PHOTOS OF THE LATE GLACIAL RELIEF
MORPHOMETRICAL PARAMETERS**

Summary

The paper deals with the selected morphometrical parameters of the late glacial territory located north of Elk whose relief was affected by the Baltic ice inland. In the panchromatic airphotos in the scale of 1:10 000 the following parameters were analyzed: hummocky surface character, orientation of the longer axes of the convex forms, number and sprawl of the depression without surface run-off and the extent of the territory dismembering. The results of the analysis were confronted with the results of the elaboration of the parameters determined on the base of a topographical map in the scale of 1:10 000. A topographical map was also used to discriminate the types of the land relief which in turn were correlated to a satellite image in the scale of 1:500 000, enlarged to the scale of 1:200 000. The testing territory was interpreted in the three MSS channels of a satellite image: 500—600 nm, 600—700 nm and 800—1100 nm. It was found out that the photostructural units discriminated in the satellite image agree in the main with the determined types of the relief. Merely the bottom of the river valleys and the depressions without surface run-off as well as the lake adjacent plains are not detectable in the satellite image because of the small size of the forms.

The analysis of the morphometrical parameters of the relief was started with the determination of the hilly areas of the territory under examination. The determination was effected in the basal field 1 square km large, both in the map and in the air photos. Such small reference area was adopted due to the small hilly character of the late glacial relief. The analysis of the hilly area, determined on the base of a topographical map and air photos showed that the values obtained were in agreement.

The orientation of the longer axes of the convex forms was analyzed for the same territories for which hilly character was studied, i.e. the territory south of the Łaśmiady Lake and east of the Haleckie Lake. It was found out that the orientation of the longer axes of the hills can be read easier and quicker in a topographical map, in particular of those territories which were covered with the photos of weak contrastivity.

A comparative analysis of the possibilities to detect depressions without surface run-off in a basal field 1 square km large in a panchromatic air photo and in a topographical map was effected for the territory south of the Łaśmiady Lake and south of the Wityny Lake. Only the depressions at least 2,5 m deep are masked in the topographical map. The possibility to detect depressions in air photos depends on the quality of the air material and is not fixed for the whole territory under examination. For some fragments, thanks to the advantageous arrangement of the phototones, one may detect more depressions without surface run-off than in a topographical map. There are also such areas where poorly detectable are the depressions more than 2.5 m deep. The density of the valley cuttings appearing in the examined territory was studied in the two researching areas: in the Zdręśno Lake surroundings, and west of the Sawinda Wielka Lake. It was found out that the contrasting panchromatic air photos allowed to detect satisfactorily the features under scrutiny. Isolated dry valleys are clearly distinguishable in the air photo material what makes that air photos afford more information than topographical maps. On the other hand in the less

contrasting photos the valley cuttings appearing in the examined area are less legible, in particular in the territories covered with forests or where the analysed forms are masked with a specific field lay-out.

ELZBIETA WOLK-MUSIAL

LA LISIBILITÉ DES PARAMÈTRES MORPHOMÉTRIQUES DU RELIEF NÉO-GLACIAL SUR LES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES

Résumé

Dans le présent travail nous avons exposé des paramètres morphométriques choisis du terrain néo-glacial situé au nord de Elk dont le relief est lié à déglaciation du glacier continental baltique. Sur des photographies aériennes panchromatiques à l'échelle de 1:10 000 nous avons analysé les paramètres suivants: la montuosité, l'orientation des axes assez longs de formes convexes, le nombre et l'extension des cuvettes sans écoulement ainsi que le degré de dissection du terrain. Nous avons comparé les résultats de cette analyse avec ceux de l'élaboration de ces mêmes paramètres à partir d'une carte topographique à l'échelle de 1:25 000. La carte topographique a également servi à distinguer les types de relief de ce terrain que l'on a ensuite comparés avec son image cosmique à l'échelle de 1:500 000 agrandie à l'échelle de 1:200 000. Nous avons interprété le terrain objet de notre étude dans trois canaux MSS de l'image cosmique: 500—600 nm, 600—700 nm et 800—1100 nm. Nous avons constaté que les unités photostructurales distinguées sur l'image cosmique concordent en général avec les types de relief distingués. Seules les fonds des vallées des rivières et les cuvettes sans écoulement ainsi que les plaines des bords des lacs sont invisibles sur l'image cosmique étant donné les dimensions menues des formes.

Nous avons commencé l'analyse des paramètres morphométriques du relief par l'estimation de la montuosité du terrain étudié. Nous avons effectué cette estimation dans un champ fondamental d'une superficie de 1 km² et ce, tant sur la carte que sur les photographies aériennes. Nous avons adopté un terrain de report aussi petit en raison du caractère de menue montuosité du relief néoglaciel. L'analyse de la montuosité déterminée à partir de la carte topographique et des photographies aériennes a laissé apparaître une convergence des valeurs obtenues.

L'orientation des axes assez longs des formes convexes a été analysée pour les mêmes terrains où l'on a considéré la montuosité, c'est-à-dire sur un terrain situé au sud du lac Łaśmiady et à l'est du lac Halecki. Nous avons constaté que l'on peut relever plus rapidement et avec plus d'exactitude l'orientation des axes assez longs des côteaux à partir de la carte topographique surtout pour les terrains qui possèdent une couverture de photographies au faible contraste.

Nous avons effectué l'analyse comparative des possibilités de lecture des cuvettes sans écoulement dans un champ fondamental de 1 km² à partir d'une photographie panchromatique aérienne et d'une carte topographique pour un terrain situé au sud du lac Łaśmiady et au sud du lac Wityny. Sur la carte topographique seules sont indiquées les cuvettes dont la profondeur est au moins de 2,5 m. Par contre la possibilité de lecture des cuvettes sur photographie aérienne dépend également de la qualité du matériau aérien et elle n'est pas constante pour tout le terrain étudié. Grâce à une disposition favorable des photons, on peut

reconnaître, pour certains fragments, plus de cuvettes sans écoulement que sur la carte topographique. Il y a aussi des parties de terrain où les cuvettes plus profondes que 2,5 m même sont à peine visibles.

La densité du découpage en vallées du terrain étudié a été analysée sur deux aires étudiées, dans les environs du lac Zdręno et à l'ouest du lac Sawinda Wielka. Nous avons constaté que les photographies panchromatiques aériennes contrastives permettent de lire à un degré satisfaisant le trait étudié. Les vallées sèches isolées apparaissent nettement sur les photographies aériennes, ce qui entraîne un accroissement du degré d'informativité des photographies aériennes par rapport à la carte topographique. En revanche sur les photographies moins contrastées la possibilité de lecture du découpage du terrain par des vallées est bien moindre, surtout pour les terrains avec couverture forestière ainsi que là où la disposition spécifique des champs masque les formes analysées.

Traduit par Michał Michalak