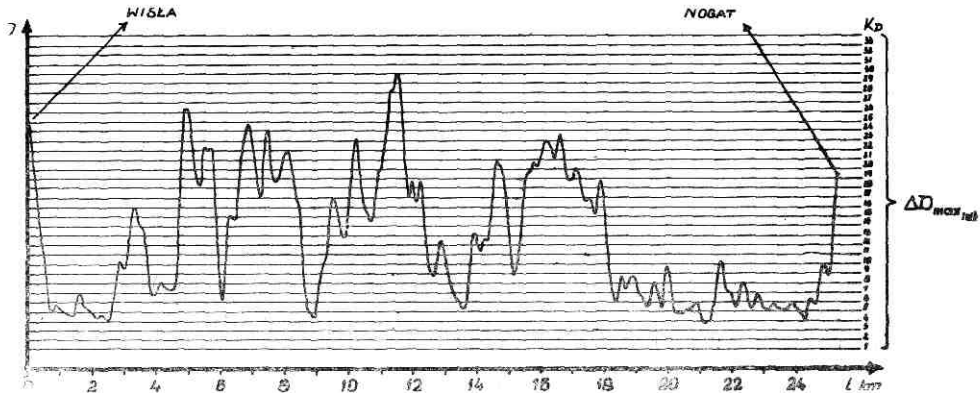


ZASTOSOWANIE METODY MIKROFOTOMETRYCZNEJ W ANALIZIE RYSUNKU OBRAZU SATELITARNEGO JAKO WSKAŹNIKA ZRÓŻNICOWANIA KRAJOBRAZU

Rysunek obrazu satelitarnego tworzą dwie składowe: struktura, czyli zestaw form, rozmiarów i stopni szarości, oraz tekstura, tj. przestrzenne rozmieszczenie i wzajemne powiązania elementów struktury (Smirnow, 1970). Istotną właściwością rysunku obrazu satelitarnego jest to, że odzwierciedla on powiązania i uwarunkowania pomiędzy komponentami krajobrazu oraz morfologię i przestrzenne rozmieszczenie kompleksów krajobrazowych, czyli morfostrukturę, a pośrednio także dynamikę krajobrazu.

Charakterystyka rysunku obrazu satelitarnego może być dokonana poprzez statystyczno-matematyczną analizę powierzchniowego rozkładu gęstości optycznej obrazu, zaś wstępna interpretacja obrazu satelitarnego możliwa jest za pomocą mikrofotometrów samorejestrujących. Podjęto próbę określenia dyferencjacji rysunku obrazu, a tym samym przestrzennej i jakościowej zmienności krajobrazu dla fragmentu Żuław Wiślanych, ograniczonego rzekami Wisłą i Nogatem oraz linią brzegową Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego. Przedmiotem analizy mikrofotometrycznej był diapozytyw wykonany metodą fotograficzną obrazu skanera MSS-5 (500 nm—600 nm) satelity ERTS-1 z 19 maja 1974 roku, w skali około 1 : 1 000 000. Za pomocą mikrofotometru samorejestrującego IFO-451, o szczelinie obejmującej fragment obrazu 0,2 mm², wykonano 17 mikrofotogramów o łącznej długości odniesionej do terenu około 86 km. Kierunek mikrofotometrowania był zgodny z liniami obrazu skanera. Przykładowy mikrofotogram obrazuje rys. 1. Uzyskane mikrofotogramy poddano analizie metodą informacyjnych gradientów, opracowanej przez A. D. Armada (1973) na potrzeby regionalizacji fizyczno-geograficznej.

Wyznaczenie wielkości przyrostu informacji wzdłuż analizowanych profili przeprowadza się według następującej procedury:



Rys. 1. Profil mikrofotometryczny przez Żuławy Wiślane wykonany z diapozytywu obrazu skanera MSS-5 satelity ERTS-1:

$\Delta D_{max(w)}$ — maksymalny zakres gęstości optycznej zarejestrowany na badanym obrazie, K_D — przedziały kwantowania zarejestrowanego zakresu gęstości optycznej

Fig. 1. Profil microphotométrique à travers Żuławy Wiślane réalisé à partir de la diapositive de l'image du skaner MSS-5 du satellite ERTS-1:

$\Delta D_{max(w)}$ — limite maximale de la densité optique (D) enregistrée sur l'image étudiée, K_D — intervalles de quantisation de la limite enregistrée de la densité optique

- określenie zakresu gęstości optycznej na badanym obrazie — $\Delta D_{max(w)}$,
 - skwantowanie badanego parametru — K_D ,
 - wyliczenie możliwej liczby elementarnych zmian gęstości optycznej przy wyznaczonej liczbie przedziałów kwantowania, tzn. liczby możliwych „przejść” gęstości optycznej z określonego przedziału kwantowania do sąsiedniego — $n_D = 2(K_D - 1)$,
 - wyliczenie prawdopodobieństwa elementarnej zmiany gęstości optycznej przy założeniu równego prawdopodobieństwa „przejścia” gęstości optycznej określonego przedziału kwantowania do sąsiedniego
- $$-p_{nD} = \frac{1}{n_D} = \frac{1}{2(K_D - 1)}$$

- wyliczenie wielkości przyrostu informacji odpowiadającej jednej elementarnej zmianie gęstości optycznej — $\Delta I = -p_{nD} \log_{10} p_{nD}$ (w przeprowadzonych badaniach zastosowano logarytmy dziesiętne, uzyskując wielkość przyrostu informacji w ditach; zabieg ten podyktowany był dążnością do odróżnienia przeprowadzonych badań od analiz pojemności informacyjnej zdjęć lotniczych i obrazów satelitarnych wyrażanej w ditach),
- określenie wielkości przyrostu informacji na danym odcinku profilu $\Delta I_{(\Delta L)} = -k p_D \log_{10} p_D$ (k jest liczbą „przejść” gęstości optycznej przez linie (wartości) wyznaczające przedziały kwantowania na odcinku ΔL).

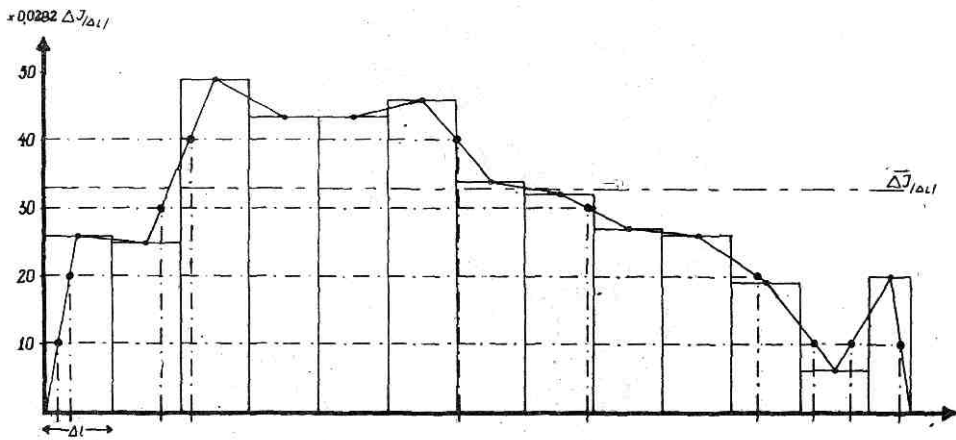
W przeprowadzonych badaniach zarejestrowany zakres gęstości optycznej (ΔD_{max}) został podzielony na 33 przedziały kwantowania. Prawdopodobieństwo elementarnej zmiany gęstości optycznej oraz wielkość

przyrostu informacji przy „przejściu” gęstości optycznej z określonego przedziału kwantowania do sąsiedniego wynoszą:

$$p_D = \frac{1}{2(K_D - 1)} = 0,0156$$

$$\Delta I = -p_D \log_{10} p_D = 0,0282 \text{ ditów}$$

Wielkość przyrostu informacji obliczono dla odcinków mikrofotogramów równych 2,0 cm, co odpowiada w terenie około 2 km (skala pozioma mikrofotogramów została 10 razy powiększona w stosunku do skali analizowanego obrazu). Zmienność przyrostu informacji dla przykładowego mikrofotogramu obrazuje rys. 2. Okazało się, że największe przyrosty



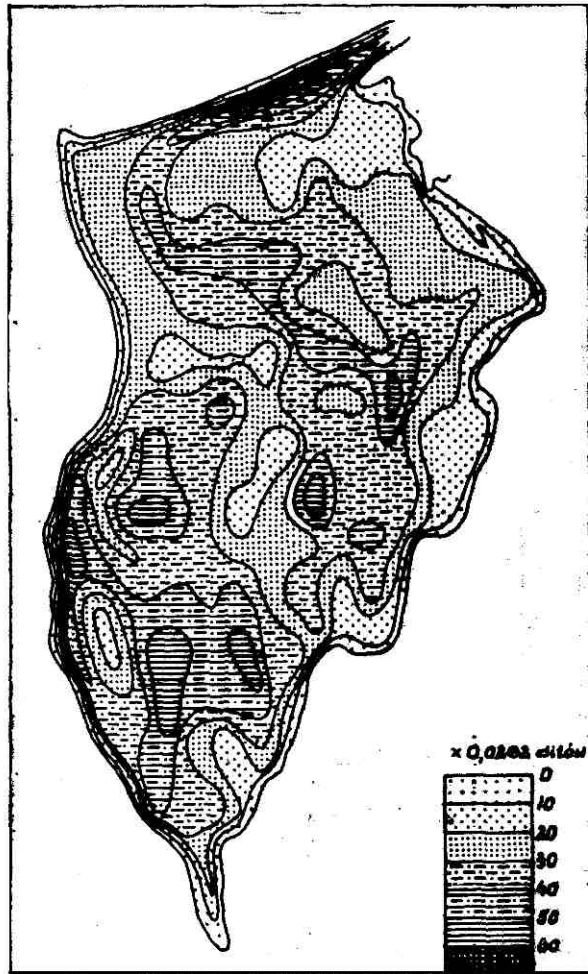
Rys. 2. Histodiagram przyrostów informacji ($\Delta I_{(\Delta L)}$) wyrażonych w ditach dla stałych odcinków profilu (ΔL), odpowiadający mikrofotogramowi przedstawionemu na rys. 1:

$\bar{\Delta I}_{(\Delta L)}$ — średnia wartość przyrostu informacji dla całego badanego obrazu przy przyjętym odcinku analizy

Fig. 2. Histodiagramme des accroissements de l'information ($\Delta I_{(\Delta L)}$) exprimés en dit pour des fragments constants des profils (ΔL) correspondant au microphotogramme présenté sur la figure 1:

$\Delta I_{(\Delta L)}$ — valeur moyenne de l'accroissement de l'information pour toute l'image étudiée, admise pour le segment analysé

informacji zanotowano dla odcinków przekroju przecinających fragmenty terenu ze zróżnicowanym przestrzennie i jakościowo krajobrazem, tzn. dla obszarów, gdzie we wzajemnym sąsiedztwie występowały kompleksy łąk i pastwisk, agrocenozy, odkryte gleby o zmiennych właściwościach oraz wody powierzchniowe. Analiza wielkości przyrostu informacji wzdłuż 17 badanych profili przy stałym odcinku analizy umożliwiła wykonanie kartodiagramu obrazującego powierzchniowy rozkład przyrostu informacji w zakresie badanego elementu, tj. zmienności gęstości optycznej (rys. 3). Zasady wyznaczania położenia izolacji określonej wielkości przyrostu in-



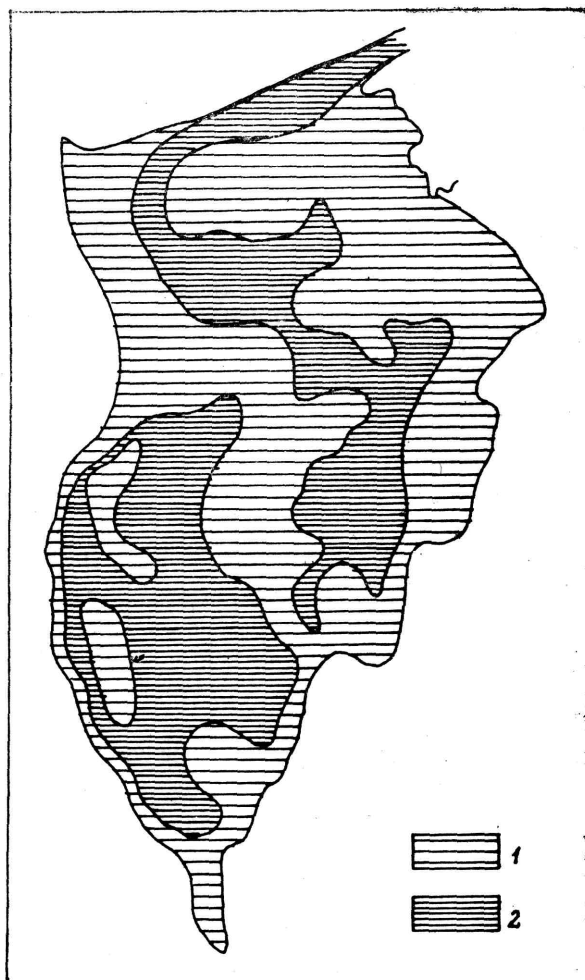
Rys. 3. Powierzchniowy rozkład lokalnych przyrostów informacji

Fig. 3. Répartition superficielle des accroissements locaux de l'information

formacji, które można określić terminem izodity, obrazuje rys. 2. Z przedstawionego porównania uzyskanego kartodiagramu oraz map poszczególnych komponentów środowiska geograficznego wynika, że najmniejsze przyrosty informacji w zakresie gęstości optycznej charakterystyczne są dla obszarów o krajobrazie homogenicznym, tj. dla obszarów z absolutną dominacją gruntów ornych. Maksymalne przyrosty informacji zanotowano dla obszarów o największej dyferencjacji krajobrazu w obrębie badanego terenu, tzn. dla stref występowania niejednorodnych kompleksów litologicznych i gleb oraz przestrzennej i jakościowej zmienności użytkowania terenu. Rys. 4 obrazuje podział analizowanego tere-

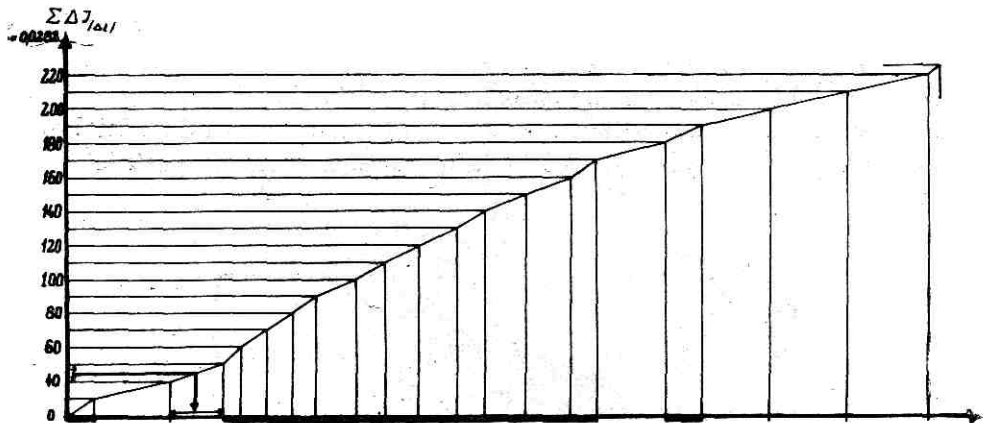
nu na strefy o lokalnych przyrostach informacji większych oraz mniejszych od przeciętnej dla całego obszaru.

W celu dokładniejszego sprawdzenia przedstawionej metody dokonano jej nieznacznej modyfikacji, polegającej na wyznaczeniu odcinków o jednakowym, zadanym przyroście informacji w zakresie gęstości optycznej:



Rys. 4. Podział Żuław Wiślanych:
1 — strefy o lokalnych przyrostach informacji mniejszych od przeciętnej dla badanego obszaru, 2 — strefy o lokalnych przyrostach informacji większych od przeciętnej dla badanego obszaru

Fig. 4. Division de Żuławy Wiślane:
1 — zones aux accroissements locaux de l'information inférieurs de la moyenne pour la région étudiée, 2 — zones aux accroissements locaux de l'information supérieurs de la moyenne pour la région étudiée



Rys. 5. Wykres zależności między stałym gradientem przyrostu informacji ($\Delta I = 10 \times 0,0282$ ditów) a odległością dla mikrofotogramu przedstawionego na rys. 1

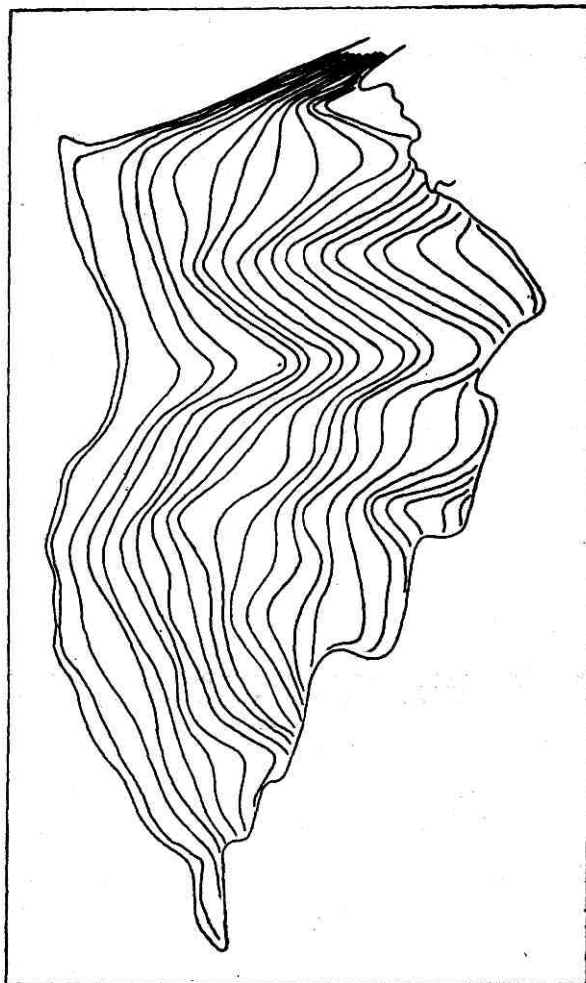
Fig. 5. Diagramme de la dépendance entre le gradient constant de l'accroissement de l'information ($\Delta I = 10 \times 0,0282$ dit) et la distance pour le microphotogramme présenté sur la figure 1

$$\Delta I_{(\Delta L)} = -k p_D \log_{10} p_D = \text{const.}$$

Długość odcinków o jednakowym przyroście informacji ($\Delta I = 10 \times 0,0282$ ditów) dla przykładowego mikrofotogramu (rys. 1) obrazuje rys. 5, zaś na rys. 6 zaznaczono izolinie jednakowych przyrostów informacji na badanym obszarze. Gdyby na analizowanym terenie nie obserwowana była lokalna zmienność rysunku obrazu satelitarnego, to wszystkie izolinie byłyby równoległe do linii odniesienia (brzeg Wisły i Zatoki Gdańskiej) i jednakowo oddalone od siebie. Fragmenty przekrojów, dla których zadany przyrost informacji rejestrowany był na dłuższych odcinkach, odnoszą się do terenów wykazujących małe zróżnicowanie morfostruktury krajobrazu; i odwrotnie — fragmenty profili, dla których zadany przyrost informacji osiągnąć był na niewielkiej odległości, są związane z terenami o zwiększonej dyferencjacji krajobrazu. Minimalne odcinki, dla których uzyskano zadany przyrost informacji, stwierdzono w strefie kontaktowej wód Zatoki Gdańskiej, plaży, wałów wydmych pozbawionych roślinności i porośniętych borem, roślinności przybrzeżnej Zalewu Wiślanego oraz wód tego zbiornika wodnego.

Przedstawione wyniki wskazują, że zaproponowane metody mogą być pomocne w określaniu lokalnej zmienności rysunku obrazu satelitarnego, a tym samym w określaniu przestrzennej dyferencjacji krajobrazu. Ciekawym problemem byłoby określenie zmian rysunku obrazu w ujęciu chronologicznym. Niedostatkami przedstawionych metod jest przejście od rozpoznania liniowego do powierzchniowego ujęcia zjawis-

ka. Problem ten może być rozwiązany przez analizę powierzchniowego rozkładu gęstości optycznej. Metody rozpoznawania i typizacji krajobrazu w sposób zautomatyzowany są aktualnie przedmiotem zainteresowań autora.



Rys. 6. Rozkład izolinii jednakowych przyrostów informacji (szczegółowe objaśnienie rysunku w tekście)

Fig. 6. Répartition des isolignes ayant le même accroissement de l'information

LITERATURA

- Armand A. D., 1973: *Metod informacyjnych gradientów w geograficznym rajonowaniu*, Izw. AN SSSR, Seria geografическая, no 3, Moskwa.
Smirnow L. J., 1970: *Teoretyczne podstawy fotointerpretacji*, PWN, Warszawa.

TADEUSZ GACKI

**METHODS OF ANALYZING THE OUTLINE OF A SATELLITE PICTURE
AS AN INDICATOR FOR DIFFERENTIATION OF LANDSCAPE**

S u m m a r y

The outline of a satellite picture reflects the connection between, and conditioning of, components of the landscape, its morphology, the method of functioning and the spatial distribution of landscape complexes, in other words, the morphostructure of the landscape.

The initial characteristic of the satellite's picture outline may be attained by a statistical-mathematical analysis of microphotograms. The test for determining the differentiation in the picture outline, with the same spacial and qualitative changes of landscape, was undertaken for a fragment of the Wisła Lowlands. The investigation was carried out into the diapositive of the scanner picture MSS-5 (600—700 nm) of the satellite ERTS-I. With the help of the self-registering microphotometer, a great number of microphotograms were made, the statistical-mathematical analysis of which is subsequently given. Its aim was to define the spacial variability of relative optical density, expressed by the localized increase of information enumerated in decimal digits.

In the investigations carried out, a double method was employed to display the size of the local increase of information. In the first case the amount of increase of information for constant sections of space was calculated, while in the second case the length of sections with an equal, required increase of information was defined. The interpolation of results of the profile analysis permitted the display of surface changes in optical density, expressed by a local differentiation in the increase of information. From the analysis carried out, it results that the quantitative definition of the localized variation of the satellite picture's outline is possible, even in the same definition of spatial differentiation of the landscape.

Translated by Peter L. McGuire

TADEUSZ GACKI

**MÉTHODES DE L'ANALYSE SUR LE DESSIN DE L'IMAGE SPATIALE
INDICATEUR DE LA DIFFÉRENCIATION DU PAYSAGE**

R é s u m é

Le dessin de l'image spatiale reflète les rapports et le conditionnement entre les composants du paysage. Il présente également la géomorphologie, le fonctionnement et la disposition des complexes de paysage, c'est-à-dire la morphostructure du paysage.

La caractéristique d'entrouverture du dessin de l'image spatiale se fait à l'aide de l'analyse mathématique et statistique des microphotogrammes. Pour déterminer la différenciation du dessin de l'image et ainsi la variabilité spatiale et quantitative du paysage, ont été faites les recherches d'essai pour un fragment de Żuławy Wiślane (Bas-fond de la Vistule). Elles ont été effectuées sur la diapositive de l'image du scanner MSS-5 (600—700 nm) du satellite ERTS-1. À l'aide du microphotomètre enregistreur ont été faits de nombreux microphotogrammes, soumis ensuite à l'analyse mathématique et statistique. Cette analyse a eu pour but de déterminer la variabilité spatiale de la densité optique relative, exprimée par l'accroissement de l'information.

L'accroissement local de l'information a été illustré de deux manières: 1) par les mesures de l'accroissement de l'information pour des segments à une distance constante; 2) par des mesures de la longueur des segments ayant le même accroissement exigé de l'information, en matière de la variabilité de la densité optique. L'interprétation des résultats de l'analyse des profils a permis d'illustrer la variabilité superficielle de la densité optique, exprimée par la différenciation locale de l'accroissement de l'information. Il en résulte qu'il est possible de déterminer quantitativement la variabilité locale du dessin de l'image spatiale, et ainsi la différenciation du paysage.

Traduit par Teresa Korba-Fiedorowicz