

Edward Tomaszewski  
/Poznań/

### ZASTOSOWANIE ZIMOWYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH W INTERPRETACJI GEOMORFOLOGICZNEJ

Coraz częściej zaczyna wtracać do badań geograficznych nowoczesna metoda interpretacji zdjęć lotniczych. Seryjne zdjęcia lotnicze wykonywane są u nas w ciepłej porze roku, najchętniej późnym latem, lub wczesną jesienią, gdy część upraw rolnych została już zebrana z pola. Drugim atutem przemawiającym za wykonywaniem zdjęć w tej porze roku jest to, że słoneczna "polska jesień" powoduje obniżenie się poziomu wód gruntowych, które zwykle dość skutecznie pogłębiają fototon zdjęcia przez pochłanianie promieni słonecznych. Dzięki temu zdjęcia lotnicze wykonywane w jesieni mają dobry kontrast, wyraźną ostrość obrazu i wykorzystaną w znacznym stopniu zdolność rozdzielczą zarówno obiektywu jak i materiałów światłoczułych. Zdjęcia te o charakterze pomiarowym używane są przez geografów jako materiał interpretacyjny mimo, że nie odpowiadają wielu wymaganiom stawianym przez współczesnych interpretatorów. Trudno bowiem w tej chwili liczyć na zdjęcia specjalne: spektrostrefowe czy pełno-barwne, ewentualnie w podczerwieni, gdyż na przeszkodzie stają względy natury technicznej. Z czasem

stan ten ulegnie zapewne poprawie, a tymczasem można szukać środków zaradczych w ramach istniejących możliwości. Taką możliwość daje nam próba eliminacji niekorzystnych wpływów na zdjęcie lotnicze tych elementów, które muszą wystąpić na każdym dotychczasowym zdjęciu czarno-białym. Wiadomo bowiem, że zwyczajne zdjęcie lotnicze rejestruje nam trzy płaszczyzny fotografowanego obszaru:

1/ płaszczyznę pierwszego horyzontu wód gruntowych /płaszczyzna podziemna/,

2/ płaszczyzna morfologii powierzchniowej /płaszczyzna naziemna/,

3/ płaszczyzna roślinności uprawnej czy naturalnej /płaszczyzna nadziemna/.

W rezultacie każde zdjęcie stanowi dla interpretera obszar z nakładającymi się i przenikającymi się fototonami, należącymi do wszystkich trzech wymienionych płaszczyzn /stref/. Pod stereoskopem można wyłonić płaszczyznę naziemną, czyli rzeźbę powierzchniową. Szata leśna jest również stosunkowo prosta do wydzielenia, często nawet kosztem rzeźby terenu, o ile zwartość lasu jest zbyt duża. Natomiast płaszczyzna wód gruntowych /podziemna/ i niska szata roślinna, uprawna /nadziemna/ przenikają się wzajemnie i utrudniają nieraz pracę interpretacyjną opartą na zasadzie fototonu. Zmienność upraw w ciągu lat, zmienność wysokości roślin w ciągu sezonu wegetacyjnego, ogromnie utrudniają poprawną interpretację, nawet jeżeli zależy właśnie na rozpoznaniu tych upraw.

Jeżeli natomiast przeprowadzić interpretację geomorfologiczną, to roślinność zarówno leśna jak i niska, trawiasta /na łąkach/ utrudnia śledzenie szcze-

głów rzeźby. W tym ostatnim wypadku chodzi szczególnie o elementy mikroreliefu, które występują zarówno na terasach rzecznych jak i w dnach dolin. Tam bowiem fototon odpowiadający trawiastej roślinności i fototon wysokiego zazwyczaj w dolinie poziomu wód gruntowych nakładają się, utrudniając poprawną interpretację. Mikrorzeźba, której amplituda wynosi zaledwie kilka decymetrów ginie wtedy w monotonnym, ciemno-szarym fototonie dna dolinnego. Ponieważ najdokładniejsza mapa posiada regulaminową tolerancję wysokości sięgającą 125 cm, więc przy badaniach geomorfologicznych na Niżu trudno zlokalizować na nich wielką ilość szczegółów potrzebnych do rozwiązania np. morfogenezy. Natomiast szczegóły te są na zdjęciach lotniczych, ale miejscami trudno czytelne w obrazie czarno-białym. Dlatego też przy badaniach geomorfologicznych nad doliną rzeki Odry, gdzie znaczną część obszaru zajmują rozległe dna pradolin i dolin, spróbowano zastosować metodę wyeliminowania jednej lub dwóch płaszczyzn rzutujących swój fototon na zdjęcie lotnicze.

Po konsultacjach z Kierownikiem Instytutu Geograficznego UAM prof.dr A.Zierhofferem i ówczesnym Dowódcą Lotnictwa Operacyjnego gen.bryg,pil.Janem Raczkowskim, uzgodniono, że pożądaný efekt powinno przynieść wykonanie specjalnych zdjęć lotniczych w momencie pokrycia całego terenu delikatnym opadem śnieżnym. Grubość pokrywy śnieżnej nie powinna przekraczać 5 cm tak, aby kontury załamów terenu nie zostały zamazane lub złagodzone. Warunki postawione przed wykonawcami były trudne. Zdjęcia winny być wykonane w skali 1:25 000, aby uzyskać szybką porównywalność z istniejącymi mapami topograficznymi, co wymagało lotu na

dość znacznej wysokości. Nie zawsze jest to osiągalne z powodu wiosennych zamgleń atmosfery. Słońce powinno świecić pod możliwie małym kątem i do tego prostopadle do osi formy dolinnej. Plan lotów opracowany przez ppłk. Panasiuka przewidywał kilka szeregów zdjęć w rozległych miejscach doliny tak, aby zapewnić również pokrycie przyległej wysoczyzny w strefie przykrawę - dziowej. W wyniku realizacji pomysłowego planu, wykonano 169 zdjęć w pokryciu stereoskopowym, w zamierzonej skali i przy spełnieniu wszystkich teoretycznych założeń, po ostatnim wiosennym opadzie śnieżnym w 1962 r.

Analiza stereoskopowa ujawniła między innymi nieoczekiwaną zaletę zimowego zdjęcia lotniczego, jaką jest:

- 1/ inwersja fototonu w obniżeniach terenu oraz inne, przewidywane już zalety:
- 2/ eliminacja płaszczyzny podziemnej /wód gruntowych/,
- 3/ eliminacja płaszczyzny nadziemnej /roślinności/,
- 4/ możliwość syntetycznego ujęcia rzeźby krajobrazu.

ad 1/ Analizując krótko poszczególne zalety zdjęcia lotniczego wykonanego w specyficznych warunkach zimowych trzeba podkreślić, że najbardziej zaskakujące było odkrycie inwersji fototonu. Polega ona na prostej zasadzie aerodynamicznej, obejmującej również opad śnieżny. Założona poprzednio grubość pokrywy śnieżnej /2-5 cm/ miała spowodować rozjaśnienie monotonnego, szarego fototonu dna dolinnego, porośniętego z reguły trawami. Śdźbła trawy, wystające przez pokrywę

śnieżną stanowiłyby drobne fragmenty ciemne na jasnym tle, co ułatwiłoby czytelność zdjęcia. Tak się też stało w rzeczywistości. Natomiast wszelkie obniżenia w dnie dolinnym zostały "zawiane" śniegiem tak wysoko, że źdźbła traw zostały całkowicie przysypane i nie wystawały ponad śnieg. Dało to fototon zupełnie biały w odróżnieniu od lekko szarego fototonu reszty dna doliny. Morfologicznie, dolina stała się w momencie wykonania zdjęcia zupełnie płaską, wyrównaną aerodynamicznie powierzchnią, na której biały fototon zna - czył linie występowania dawnych cieków wodnych, których istnienia nikł nie przewidywał, a żadna mapa nie rejestrowała /z wyjątkiem map z XVIII i XIX wieku !/.

W momencie wykonania zdjęcia /9 marca/ stan wód w rzekach był nieco wyższy od średniego i dlatego drobne rozlewiska i zatopienie niskich poziomów terasowych stworzyły po zamrożeniu niezmiernie plastyczny obraz meandrów, sezonowo w ogóle pozbawionych wody. Meandry te, miejscami podcieniowane śniegiem mogą służyć jako dowód rozwoju formy dolinnej, gdyż mimo stosunkowo małej podziałki można wydzielić wszystkie elementy rozwoju i etapy przesuwania się poszczególnych zakoli w ich hydrograficznym rozwoju. Dalszym niezamierzonym efektem, wynikającym z inwersji fototonu jest możliwość obserwacji z dziedziny hydrografii, a mianowicie wpływu cieków wodnych na trwałość pokrywy lodowej na jeziorach. Szary fototon lodu przechodzi w coraz ciemniejszy odcień, aż do czarnej powierzchni wolnej wody. Ciekawe są również obserwacje dróg przepływu cieplejszej wody rzecznej w zamkniętych basenach jeziornych pomiędzy wpływem a wypływem z jeziora. System spękań lodu na jeziorach zależ-

ny jest zarówno od poziomu wody jak i od panujących wiatrów /ochronny płaszcz śniegu/ co również jest wyraźnie zarejestrowane na zimowych zdjęciach lotniczych.

ad 2/ Eliminacja podziemnej płaszczyzny odniesienia, odbijającej lub pochłaniającej promienie świetlne, była jednocześnie świadomą rezygnacją z możliwości interpretacji litologii i pierwszego horyzontu wód gruntowych. Żaden więc dodatkowy fototon nie zakłócał obrazu pozostałych dwóch płaszczyzn: rzeźby terenu i roślinności /płaszczyzny naziemnej i nadziemnej/.

ad 3/ Kolejna eliminacja płaszczyzny nadziemnej, roślinnej, musi być rozpatrywana w trzech aspektach:

- a/ roślinności łąkowej,
- b/ roślinności uprawnej, polowej,
- c/ roślinności drzewiastej.

a/ Częściowe przykrycie śniegiem roślinności łąkowej, pozwoliło na uzyskanie wspomnianego już poprzednio efektu inwersji fototonu i na podkreślenie wyraźnym cieniem /kontrast/ najdrobniejszych nierówności dna dolinnego, nierówności zupełnie niezauważalnych w badaniach terenowych. Wysokość względna owej widocznej mikrorzeźby schodzi do rzędu kilku centymetrów.

b/ Roślinność uprawna, a więc występująca przeważnie na obrzeżeniach dolin i na przyległych wysoczyznach morenowych była w momencie wykonywania zdjęcia albo w postaci ozimin, a więc upodobniała się nieco do roślinności łąkowej, albo nie było jej wcale na polach przygotowanych do uprawy wiosennej. Nadzwyczaj wyraźnie zaznaczył się natomiast system zagonów uprawnych, miedz, a w niektórych wypadkach typ orki /"na skład" lub "na rozgon"/. Typowa mozaika pól

widoczna na każdym zdjęciu wykonanym w okresie wegetacyjnym została zamieniona na smugowo liniowy obraz typów uprawy rolnej. Tak więc pod stereoskopem widać "czystą" morfologię terenu w jej najbardziej plastycznym wykształceniu, która latem częściowo ginie pod zasłoną szaty roślinnej.

c/ Roślinność drzewiastą można podzielić na dwie grupy w zależności od występowania:

- 1/ na roślinność zwartą /lasy/,
- 2/ na roślinność rozproszoną /drzewa przydrożne itp./.

Nie wyklucza to oczywiście innego podziału na drzewa liściaste i iglaste. W tym miejscu trzeba podkreślić, że i tutaj śnieg wywołał zaskakujący efekt. Zwarłe obszary leśne, złożone z drzew iglastych rozjaśniły swój fototon dzięki podświetleniu śniegiem dna lasu i rozbicia fototonu w zależności od wysokości drzew i rzucanego cienia. Dzięki temu można było obserwować i rysować nierówności podłoża obszarów leśnych, które na żadnej mapie nie są rejestrowane z przyczyn technicznych. Natomiast obszary lasów liściastych, rzucających liście na zimę, nie stanowiły dla obserwacji stereoskopowej żadnej przeszkody. Liściaste drzewa rosnące w rozproszeniu wzdłuż dróg i cieków wodnych mogły być rozpoznane jedynie po cieniu rzucanym. Nie stanowiły jednak ważnego elementu interpretacyjnego i dlatego w morfologii nie odgrywały większej roli.

W ten sposób prawie całkowita eliminacja płaszczyzny nadziemnej /roślinnej/ umożliwiła ciągłą obserwację rzeźby terenu na idealnie czytelnym modelu przestrzennym. Obszary Niżu Polskiego, zasypane utworami akumulacji lodowcowej nie mają na ogół zbyt dużych

wysokości względnych na niewielkich odcinkach. Dlatego też ta pozorna monotonia morfologiczna okazała się ciekawym przykładem zróżnicowania rzeźby dzięki właściwości przewyższenia stereoskopowego przy niezmiernie - nionej skali poziomej. Ułatwiło to niezmiernie interpretację geomorfologiczną i pozwoliło wydzielić formy, których obecność nie tylko nie była zaznaczona na żadnej mapie, ale nawet nie została zauważona w czasie badań terenowych, prowadzonych klasyczną metodą.

ad 4/ Ostatnią wreszcie zaletą wynikającą z doboru skali zdjęcia i z jednopłaszczyznowego obrazu "naziemnego" jest możliwość szybkiego dokonywania syn - tezy morfologicznej pod stereoskopem, ponieważ wspomniana czytelność zdjęć, podkreślona kontrastowym cieniem bardzo ułatwia ich interpretację.

Do wad obciążających zimowe zdjęcia lotnicze należy to, co obserwowane z innego punktu widzenia i dla innych celów stanowiło ich zaletę. Zimowe zdjęcia niewątpliwie obniżają możliwość interpretacji na szer - szą skalę /wyłączone są bowiem dwie płaszczyzny odniesienia/, dając przywileje jedynie geomorfologii i niektórym działom hydrografii. Do wad należy również zaliczyć trudności w doborze odpowiedniej pory zimy, a nawet takiego dnia zimowego, który spełniałby wszystkie założone warunki: śniegowe, oświetleniowe i nawigacyjne /loty nietypowe/. To oczywiście rzutuje na zagadnienia ekonomiczne, które nie zawsze jednak mogą być brane pod uwagę, gdy chodzi o nową próbę zastosowania metody interpretacji zdjęć lotniczych dla potrzeb geografii. I dlatego też w tym miejscu pragnę złożyć podziękowanie zarówno Panu Prof.dr A.Zierhoferowi za zachętę do podjęcia tej próby i zastosowa -



nia jej w pracy, jak i Panom: Gen.Dyw.Pil.Janowi Racz-  
kowskiemu i Ppłk. Panasiukowi za życzliwe umożliwie-  
nie zrealizowania trudnego i pionierskiego zadania.  
Dziękuję również Załogom samolotów i Pracownikom La -  
boratorium Wojsk Lotniczych, których bezimienny trud  
przyczynił się do unowocześnienia metod badawczych  
nie tylko geografii.

Edward Tomaszewski

APPLICATION OF WINTER AERIAL PHOTOS  
IN GEOMORFOLOGICAL INTERPRETATION

It is very difficult to obtain aerial photos made on special photographic materials and therefore the author tries to replace them by panchromatic photos made in strictly defined conditions.

A panchromatic photo registers three levels of the photographed area, namely:

- 1.level of the first horizon of ground waters /the underground one/,
- 2.level of the superficial morphology/the surface one/,
- 3.vegetation level /the above - ground one/.

Interlacement of these three levels makes photoin - terpretation very difficult. Therefore the author pos - tulates elimination of at least one of these levels. He supports his theoretical considerations with his own practical researches.

The valley of the Odra river where small forms of microrelief - not registered by any topographical map - appear, has been photographed in 1 : 2500 scale in con - ditions of 5 centimetre snow cover and at the low posi - tion of the sun.

Elimination of two levels that is the underground and above - ground ones has been the result.

The second level - only the surface one - which is an object of geomorphologist's interest, has survived.

The author draws attention on the fact of a photo - tone inversion in decreases of the territory which ma - kes interpretation of little water trickles easier.