

STANISŁAW OSTAFICZUK
ANDRZEJ PSZCZÓŁKOWSKI

55:681.3.04:[528.77:629.785](438)

Ogólna ocena geologicznej czytelności komputerowo przetworzonego obrazu Landsat-2 z obszaru Polski południowej

Wstęp

W oddziale Astrogeologicznym Państwowej Służby Geologicznej USA we Flagstaff, Arizona, został opracowany system komputerowego przetwarzania obrazów satelitarnych Landsat dla potrzeb geologicznych (Condit i Chavez 1977), zbliżony do systemu zwiększania geologicznej użyteczności obrazów satelitarnych opracowanego i stosowanego w Jot Propulsion Laboratory w Pasadenie, Kalifornia (Goetz et al. 1975). Inne systemy przetwarzania obrazów satelitarnych na ogół nie uwzględniają specyficznych wymagań interpretacji geologicznej.

We Flagstaff opracowuje się obrazy o zoptymalizowanej treści i jakości przeznaczone dla bezpośredniego wykorzystania ich przez geologa w procesie interpretacji wizualnej. Zagadnienie automatyzacji geologicznego interpretowania obrazów satelitarnych nie zostało do tej pory rozwiązane pomyślnie, w przeciwieństwie do niektórych innych dziedzin takich jak, np. rolnictwo, leśnictwo czy zagospodarowanie przestrzenne terenów.

Obrazy satelitarne przetwarzane komputerowo we Flagstaff są przedstawiane w skali 1 : 250 000 w wielu wersjach. W niniejszym opracowaniu poddano ocenie następujące wersje:

- a) obraz czarno-biały w pasmach 4, 5, 6, 7 MSS,
- b) obraz w barwach pseudonaturalnych (sztucznie odtworzone barwy naturalne),
- c) obraz w barwach nierzeczywistych o dobranym zestawie barw (w omawianym przypadku zamiast przewagi barwy czerwonej, występującej na obrazach standardowych, stosuje się zestaw barw ciemnozielono-niebiesko-różowo-fioletowych).
- d) obraz w wersji SINE stretch (pasma 4, 6, 7) w barwach nierzeczywistych,

e) obraz uzyskany przy zastosowaniu High Pass Filtering — HPF (pasmo 6), na którym zostały zwiększone kontrasty dużych form obrazu.

Użytkownicy obrazów przetwarzanych komputerowo mogą w pewnym stopniu wpływać na dobór parametrów przetwarzania stosownie do warunków geograficznych i pory roku wykonania obrazu. Szczególnie cenna jest możliwość dobierania kontrastów w określonych przedziałach jasności, możliwość korekty lub wzmocnienia barw, a nawet usuwanie z treści obrazu wszystkich elementów, poza zróżnicowaniem jasności stoków w zależności od ich ekspozycji względem słońca.

Swoistą cechą interpretacji geologicznej obrazów satelitarnych, podobnie jak i zdjęć lotniczych jest złożony charakter relacji między budową geologiczną, a jej odwzorowaniem w treści obrazu. Tylko w niektórych przypadkach jest możliwe bezpośrednie odczytanie pewnych struktur geologicznych. W takich właśnie przypadkach jest możliwe uproszczenie procesu interpretacji poprzez stosowanie odpowiednich kompozycji barwnych, zwiększanie kontrastów lub rozciąganie widma barw dla wybranych przedziałów. Takie próby opracowania map tematycznych były już podejmowane dla dobrze odsłoniętych obszarów na terenie USA, Półwyspu Arabskiego i innych, między innymi w celu wykrycia anomalii barwnych odpowiadających strefom mineralizacji (Short et al. 1976).

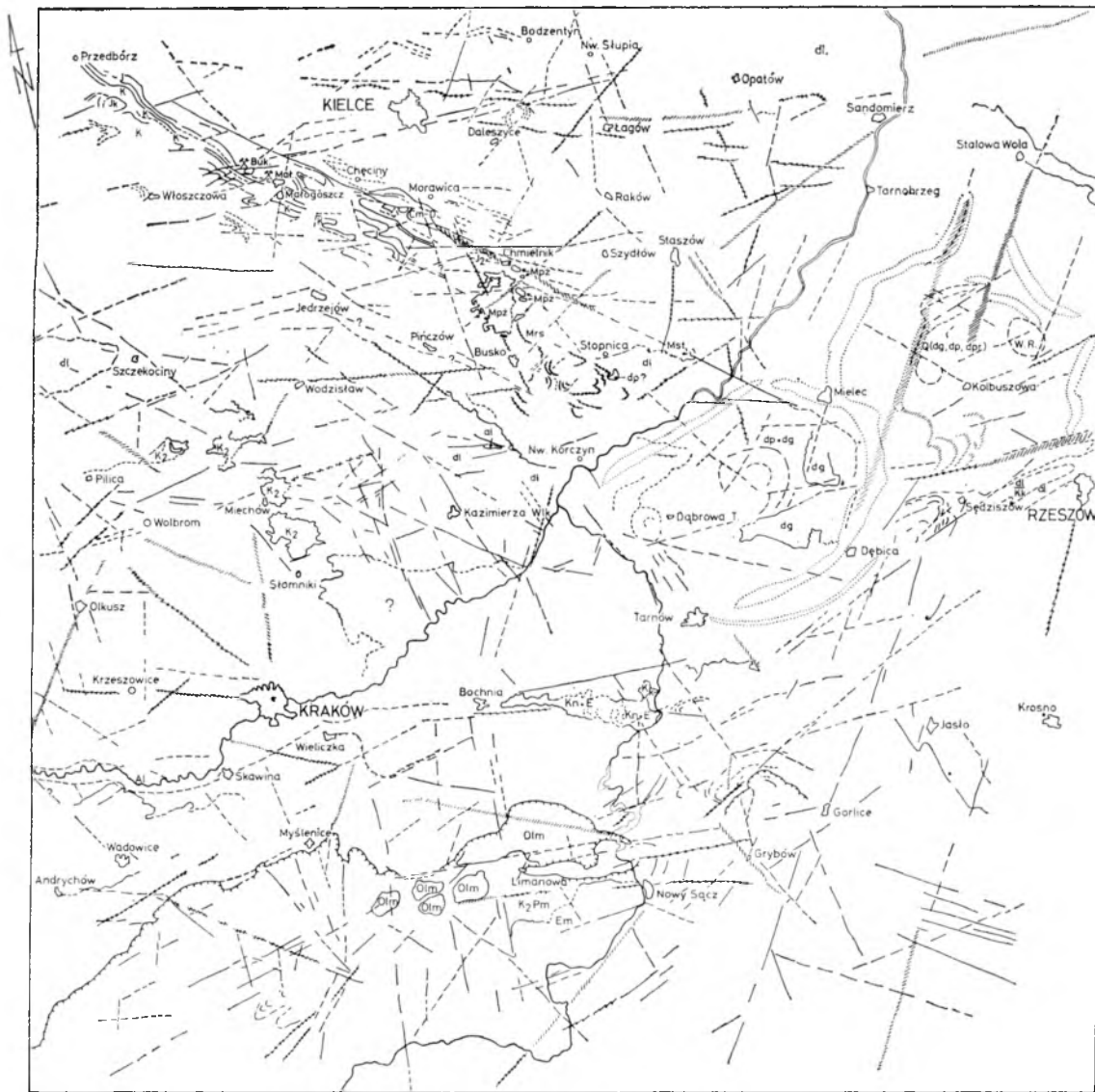
Charakterystyka obrazu satelitarnego Landsat-2 z obszaru południowej Polski z dnia 26 czerwca 1975 r.

Obraz ten został wybrany, ponieważ obejmuje teren o stosunkowo dużym zróżnicowaniu budowy geologicznej, a także ze względu na niewielkie zachmurzenie i dobrą jakość techniczną we wszystkich pasmach MSS. Ujemną cechą wybranego obrazu z punktu widzenia interpretacji geologicznej jest bujna roślinność na całym zobrazowanym terenie (zdjęcie zostało bowiem wykonane w końcu czerwca, kiedy wegetacja roślinna jest szczególnie intensywna).

Obszar Polski południowej przedstawiony na omawianym obrazie obejmuje Góry Świętokrzyskie wraz z ich południowym obrzeżeniem mezozoicznym, południowo-wschodnią część Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej wraz z sąsiednim obszarem Niecki Nidziańskiej, zachodnią część zapadliska przedkarpackiego oraz środkową część polsk. ch Karpat fliszowych.

W procesie interpretacji obrazu satelitarnego zostały wykorzystane następujące materiały porównawcze: mapy geologiczne w skali 1 : 300 000 (przeglądowe — zakryte i odkryte, arkusze Kielce, Kraków i Nowy Sącz),

OGÓLNA INTERPRETACJA GEOLOGICZNA OBRAZU SATELITARNEGO Z OBSZARU POŁUDNIOWEJ POLSKI (1: 250 000)



- różne generacje struktur prostoliniowych
- struktury prostoliniowe o mniejszej czytelności (o niewyraźnych konturach)
- fragmenty dużych struktur kolistych
- małe struktury koliste
- fragmenty czoła nasunięć jednostek karpackich
- m - jednostka magurska
- granice litologiczne

- al - aluwia
- dg - gliny
- dl - lessy
- dp, dpr - piaski

LITOWRY

- Q - czwartorzęd
- M - miocenu
- Ol - oligocenu
- E - eocenu
- P - paleocenu
- K - kredy
- J - jury
- Cm-D - starszego paleozoiku

W.R. - Wola Raniżowska

Rys. 1

1 : 200 000 (arkusze — Mapa Geologiczna Karpat Polskich), 1 : 100 000 (arkusze Kielce i Opatów), a także 1 : 500 000 (Mapy geologiczne Polski — bez utworów czwartorzędowych i bez utworów kenozoicznych), Mapa Geologiczna — Strukturalna podłoża miocenu przedgórze Karpat północnych w skali 1 : 200 000, oraz niektóre prace opublikowane i niepublikowane (Bednarek 1974, Zapaśnik 1977, Hakenberg 1978, Pożaryski 1971, Stupnicka 1972, Przewodnik XLVIII Zjazdu PTGeol. 1976).

Wyniki interpretacji

Góry Świętokrzyskie. Czytelność utworów paleozoicznych (kambr-de-won) jest słaba. Uskok łysogórski oraz główny rozłam świętokrzyski są natomiast widoczne, jednak mają nieco inny przebieg niż zaznaczony na mapach geologicznych. Na linii Bukowa—Kielce — okolice Nowej Słupi jest widoczna struktura liniowa, nie zaznaczona na mapach geologicznych. Na południowym obrzeżeniu mezozoicznym są czytelne utwory jury górnej (oksford — kimeryd) oraz granica osadów jury i kredy środkowej. Widoczne są też niektóre granice litologiczne w obrębie utworów kredy górnej. Fałdy osadów jury i kredy są na omawianym obrazie satelitarnym wyraźnie widoczne (rys. 1).

Na obszarze Gór Świętokrzyskich widoczne są struktury liniowe, z których wyróżniają się: struktura zlokalizowana między Przedborzem i okolicami Mielca (azymut 130°) — odpowiadająca strefie rozłamowej Poznań—Rzeszów (porównaj Pożaryski 1971, Kutek i Głazek 1976), struktura Jędrzejów—Chmielnik (azymut 90°), Wodzisław—Busko (100°), a także na północ od Chmielnika (bardzo wyraźna struktura liniowa w obrębie osadów miocenu). Analiza geologiczna i ocena znaczenia tych struktur liniowych, w większości przypadków odpowiadających dyslokacjom w obrębie utworów podłoża, przekracza ramy artykułu. Można jedynie dodać, że struktura rozłamowa Poznań—Rzeszów pokrywa się ze strefą wychodni jury i kredy południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich i jest prawdopodobnie młodą dyslokacją o założeniach starszych.

Nizina Sandomierska. Na tym obszarze widoczne są na obrazie satelitarnym dwie duże struktury koliste. Jedna z nich obejmuje płaskowyż kolbuszowski, natomiast druga — płaskowyż tarnowski. Ich zarysy odpowiadają w części dodatnim formom morfologicznym utworów miocennskich pod osadami czwartorzędu. Wspomniane struktury są ograniczone liniami rzek, zapewne predysponowanymi dyslokacjami lub strefami uskokuowymi i (lub) spękaniem. W obrębie tych struktur widoczne są mniejsze (3—10 km średnicy) struktury koliste. Jedna z nich na płaskowyżu kolbuszowskim jest zlokalizowana w miejscu występowania struk-

tury gazonośnej w miocenie (Wola Raniszowska). Ewentualna korelacja tych struktur — wyinterpretowanej na obrazie satelitarnym i skartowanej na mapie 1 : 200 000 wymaga bliższego zbadania. Wydaje się jednak prawdopodobne, że struktury koliste widoczne na obrazie satelitarnym są związane z geologicznymi strukturami podłoża, znajdującymi się pod osadami czwartorzędu.

Struktury prostoliniowe na tym obszarze, zobrazowane wyraźnie w fototonach, lub jako słabiej widoczne strefy, mają kierunki 40° , 70° , 90° i 130° oraz 160° — linia obrzeżająca od zachodu płaskowyż tarnowski. Najwyraźniejsze są struktury o kierunku 40° . Wykazują one łączność z uskokami karpackimi, które kontynuują się od wyżyn Słowacji Środkowej (por. Geologiczna Mapa Czechosłowacji w skali 1 : 500 000, 1967).

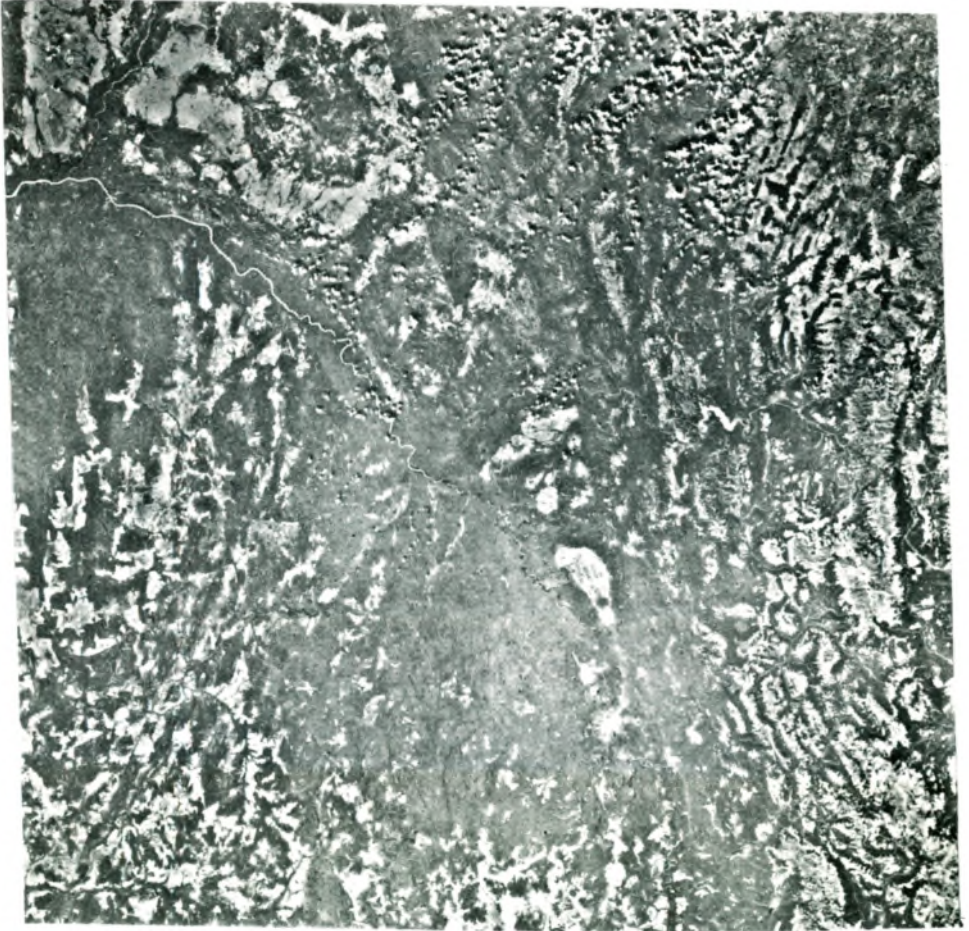
*Monoklina Śląsko-Krakowska między Krakowem, Olkuszem,
Wolbromiem oraz zachodni skraj niecki miechowskiej*

Na tym obszarze czytelne są granice wychodni kredy górnej otoczonych lessami. Czytelne są liczne struktury prostoliniowe, z których kilka można było skorelować ze znanymi dyslokacjami opisanymi w pracach Bednarka (1974) i Zapaśnika (1977).

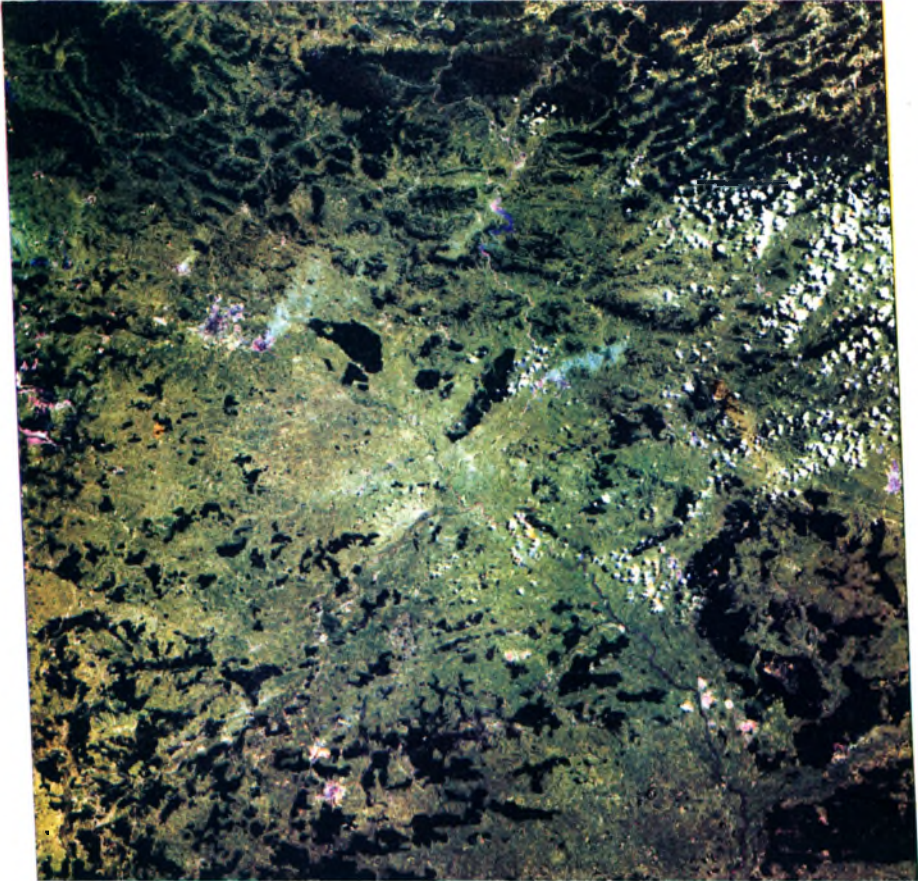
Karpaty fliszowe. Region ten został zinterpretowany dla celów niniejszego opracowania bardzo ogólnie. Czoło nasunięcia karpackiego jest na ogół słabo czytelne, natomiast brzeg północny płaszczowiny magurskiej jest czytelny lepiej. Widoczne są ponadto niektóre ogniwa litologiczne w obrębie warstw krośnieńskich oraz granice innych zespołów skalnych. Także w Karpatach fliszowych czytelne są struktury liniowe. Kilka z nich przedłuża się poza obszar Karpat w kierunku północnym, a mianowicie na teren zapadliska przedkarpackiego oraz wyżyn Polski południowej.

Przydatność materiałów satelitarnych przetworzonych komputerowo

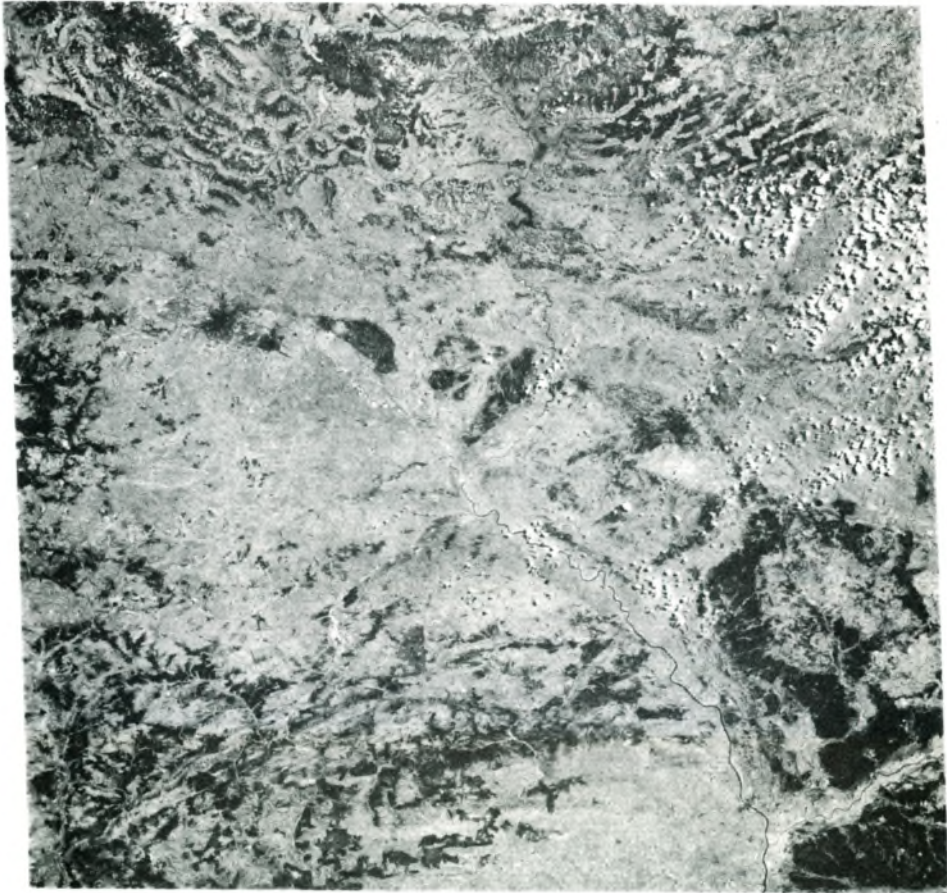
Przed wykonaniem interpretacji autorzy ocenili, iż najlepiej czytelnym materiałem z geologicznego punktu widzenia jest obraz czarno-biały w paśmie 7 (w podczerwieni) (rys. 2); na tym też obrazie została wykonana podstawowa część interpretacji. W paśmie 7 szczególnie wyraźnie są widoczne różnice fototonu spowodowane zróżnicowaniem litologicznym utworów przedczwartorzędowych, a w mniejszym stopniu osadów czwartorzędowych. Również dobrze czytelne są struktury liniowe, nato-



Rys. 2. Obraz w paśmie 7.MSS (podczerwień). Wykorzystany do geologicznej interpretacji — rys. 1. Czytelne jest zróżnicowanie litologii



Rys. 3. Obraz w paśmie 6. HPF (filtrowany). Czytelna jest rzeźba terenu i struktury nieciągłe



Rys. 4. Obraz w barwach pseudonaturalnych. Czytelne są formy antropogeniczne (główne wyrobiska) oraz zapylenie przemysłowe

miast gorzej zaznaczona jest sytuacja topograficzna, pokrywy zwietrzelinowe oraz duże wyrobiska (kamieniołomy, kopalnie odkrywkowe). Słabiej czytelne są również niektóre mniejsze rzeki, formy rzeźby terenu, a także, co jest korzystne dla interpretacji geologicznej — dymy, zamglenia i chmury.

Wersja obrazu w paśmie 6 posiada zbliżone cechy, ale charakteryzuje się bardziej czytelnymi formami rzeźby terenu.

Wersje obrazu w pasmach 4 i 5 charakteryzują się dobrą czytelnością sytuacji topograficznej, zwietrzelin, roślinności oraz dymów, zamglenia i chmur, co w sumie osłabia geologiczną przydatność obrazu w tych pasmach.

Obraz w paśmie 6 HPF (rys. 3) odznacza się dobrą czytelnością rzeźby terenu, sieci hydrograficznej, ponadto jest bardziej kontrastowy od zwykłego obrazu w paśmie 6. Wersja ta jest szczególnie przydatna do identyfikowania struktur liniowych. Można je śledzić często na dłuższych odcinkach, niż w paśmie 7.

Obraz w barwach nierzeczywistych (pasma 4, 5, 7) charakteryzują się lepszym zróżnicowaniem aluwów w dolinach rzek oraz pokryw czwartorzędowych na niektórych obszarach wysoczyzn. Ostro zaznaczone są wyrobiska. W sumie interpretacja tej wersji obrazu jest trudniejsza ze względu na bogatą treść niegeologiczną.

Obraz w wersji „Sine stretch” (pasma 4, 6, 7) w barwach nierzeczywistych autorzy oceniają jako najmniej przydatny do interpretacji geologicznej, ponieważ są na nim uwypuklone przede wszystkim elementy nie związane, lub związane w sposób bardzo odległy z budową geologiczną terenu.

Obraz w barwach pseudonaturalnych w tym przypadku nie jest przydatny ze względu na bujną roślinność, maskującą przejawy zróżnicowania budowy geologicznej. Zawiera on natomiast dużo czytelnych informacji o stanie środowiska i jego dewastacji (wyrobiska, erozja gleb, zapylenia) (rys. 4).

Wnioski

1. Komputerowe przetworzenie obrazów satelitarnych umożliwia polepszenia ich jakości technicznej przez eliminację zakłóceń (obróbki technicznej oraz zakłóceń w sensie geologicznym czyli niegeologicznych elementów treści obrazu), zniekształceń oraz zwiększenie ostrości poszczególnych elementów obrazu. Z negatywów przetworzonych w skali ok. 1 : 1 500 000 można otrzymywać powiększenia w skali 1 : 250 000.

2. Czytelność geologiczna omawianych materiałów satelitarnych

jest ogólnie lepsza od standardowych materiałów (przetwarzanych bez uwzględnienia specyfiki wymagań interpretacji geologicznej), co wynika zarówno z jakości technicznej, jak i możliwości porównywania większej liczby wersji odpowiednio przetworzonych obrazów.

3. Ogólna interpretacja geologiczna obrazu satelitarnego obszaru Polski południowej ujawniła obecność wielu struktur prostoliniowych w tym do tej pory nieznanymi, lub inaczej przedstawianymi na różnych mapach i opracowaniach geologicznych. Struktury te, odpowiadające na ogół dyslokacjom nieciągłym (przede wszystkim uskokom), powinny być przedmiotem bardziej szczegółowych badań przy zastosowaniu także innych metod. Niektóre z zaznaczonych struktur liniowych mogą być fragmentami jeszcze dłuższych struktur, wykraczających poza obręb obszaru objętego ocenianym obrazem satelitarnym.

4. Dla kontynuacji badania struktur widocznych na omawianym obrazie satelitarnym Landsat-2 celowym byłoby przeprowadzenie analizy porównawczej obrazów sporządzonych w różnych porach roku tym bardziej, że autorzy dysponowali obrazem wykonanym w szczególnie niekorzystnym dla interpretacji geologicznej okresie wegetacji roślinnej.

5. Stosunkowo wysoki koszt komputerowego przetworzenia obrazu satelitarnego dla celów geologicznych będzie na ogół w pełni zrekompenzowany w przypadkach pomyślnego jego wykorzystania dla większości opracowań o znaczeniu gospodarczym, jak również w procesie kompleksowych badań geofizyczno-geologicznych m.n. przy wyznaczaniu kierunków linii profilów geofizycznych, przy lokalizacji głębokich badawczych otworów wiertniczych i przy poszukiwaniach geologicznych. Natomiast celowość uzyskiwania takich materiałów specjalnie dla rozwiązywania problemów mniejszej wagi, lub bardzo szczegółowych w sensie regionalnym może być dyskusyjna.

L I T E R A T U R A

- Bednarek J., 1974, *Budowa geologiczna strefy wychodni górnopaleozoicznych między Zawierciem, Łazami i Pilicą*. Praca doktorska, Archiwum I. Geol. Podst. UW. Warszawa.
- Condit D.C., Chavez P.Jr., 1977, *Basic concept of computerized digital image processing for geologists*. U.S. Geol. Survey Bull. (in press).
- Goetz A.F.H., Bilingsley F.C., Gillespie A.R., Abrams M.J., Squires R.L., Shoemaker E.M., Lucchitta I., Elston D.P., 1975, *Application of ERTS images, and image processing to regional geologic problems and geologic mapping in Northern Arizona*. Technical Report 32-1597, NASA. pp. 1-188.
- Hakenberg M., 1978, *Paleotektonika i paleogeografia północnej części niecki miechowskiej w albie i cenomanie*. Studia Geol. Pol. Nr 58 Warszawa.
- Kutek J., Głazek J., 1972, *The Holly Cross Area, Central Poland in the Alpine cycle*. Acta geol. pol., vol. 22 nr 4. Warszawa.

- Pożaryski W., 1971, *Tektonika elewacji radomskowskiej*. Rocznik P.T. Geol. T. XLI, z. 1. Kraków.
- Przewodnik XLVIII Zjazdu P.T. Geol., 1976, Wyd. Geol. Warszawa.
- Short N.M., Lowman P.D.Jr. Freden S.C., Finch W.A., 1976, *Mission to Earth: Landsat views the World*. NASA, Washington D.C.
- Stupnicka E., 1972, *Tektonika południowo zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich*. Biul. geol. Wydz. Geol. UW. T. 14. Warszawa.
- Zapaśnik T., 1977, *Tektonika pokrywy Jurajskiej obszaru olkusko-wolbromskiego*. Praca doktorska, Archiwum I. Geol. Podst. UW. Warszawa.

СТАНИСЛАВ ОСТАФИЧУК
АНДЖЕЙ ПЦЮЛКОВСКИ

ОБЩАЯ ОЦЕНКА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИТАЕМОСТИ СНИМКА LANDSAT-2, ОБРАБОТАННОГО НА ЭЛЕКТРОННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ, ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОЙ ПОЛЬШИ

Резюме

Введение

В Отделе государственной геологической службы США в Флагстафф, Аризона, разработано систему электронно-вычислительной обработки космических снимков Landsat для геологических нужд (Condit и Chavez 1977), подобную к применяемой в Jet Propulsion Laboratory в Посадене, Калифорния (Goetz и другие, 1975). Другие системы обработки космических снимков обычно не учитывают специфических требований геологической интерпретации. Своеобразной чертой геологической интерпретации космических снимков (так же как и аэроснимков) является сложное соотношение между геологическим строением местности и его изображением на снимке. Только в некоторых случаях возможно непосредственное чтение некоторых геологических структур и в таких случаях возможно упрощение процесса интерпретации путем применения цветных синтезированных изображений и селекционное увеличение контрастов.

Космические снимки обрабатываемые в Флагстафф представлены в разных черно-белых и цветных версиях в масштабе 1 : 250 000.

Характеристика космического изображения территории южной Польши

Изображение это было выбрано, ибо охватывает территорию с довольно большой дифференциацией геологического строения. Отрицательной чертой выбранного снимка, с точки зрения геологической интерпретации, является время года (конец июня) выполнения съемки, характеризующееся буйной растительностью.

Рассматриваемый снимок охватывает Свентокшиские горы вместе с южным мезозойским краем, юго-восточную часть Краковско-Ченстоховской возвышенности вместе с соседней территорией Нидинской низменности, западную часть Сандожежской низменности и центральную часть польских флишевых Карпат. В процессе интерпретации космического снимка использовано геологические карты в масштабе 1 : 100 000 — 1 : 500 000 и некоторые опубликованные и неопубликованные работы.

Результаты интерпретации

Читаемость палеозойских отложений слабая. Лысогурский сброс и главный свентокшиский разлом видны, но имеют немного другой ход, чем на геологических картах (рис. 1). Видны также многочисленные линейные структуры на целой территории, часть их соответствует известным прерывистым структурам. На южном краю Свентокшиских гор можно распознать некоторые литографические границы и складки в пределах отложения юры и мела. Круговые структуры выступают в пределе Сандожежской низменности, их очертания соответствуют частично положительным формам миоценовых образований под четвертичными отложениями и ограничены долинами рек вероятно тектонического образования. Видны также малые круговые структуры, из которых одна расположена на месте залегания известной газоносной структуры (Воля Ранижовска). Лобовая часть карпатского надвига в общем слабо читается, зато северный край магурского надвига выразителен, подобно как некоторые литологические звенья в пределе флишевых слоев. Некоторые простолинейные структуры из Карпат распространяются и на территорию впадин и возвышенностей южной Польши.

Пригодность разных версий космического снимка, обработанного на электронно-вычислительной машине

На изображении, зарегистрированном в зоне 7 (рис. 2), особенно отчетливо дифференцированы литологии дочетвертичных отложений и линейные структуры. Слабее прочитываются некоторые меньшие реки и рельеф, а также, что полезно для геологической интерпретации — топографическая ситуация, дым, облака и туман. Версия изображения в зоне 7 характеризуется более разборчивыми формами рельефа местности. Версия в зонах 4 и 5 характеризуется хорошей читаемостью топографической обстановки, дров, растительности и дымов, тумана и облаков, понижающих геологическую пригодность снимка в этих зонах. Изображения в зоне 6 PRF (рис. 3) отличается хорошей читаемостью рельефа, гидрографической сети и является более контрастным, чем снимки в зоне 6. Снимок в ненатуральных цветах характеризуется лучшей дифференциацией аллювия и четвертичных отложений на некоторых участках возвышенностей; отчетливо обозначены выработки, в сумме однако интерпретация этой версии затруднительна ввиду богатого негеологического содержания. Снимок в версии „Sine stretch” является наименее пригодным для геологической интерпретации. Снимок в псевдонатуральных цветах (рис. 4) в этом случае также не пригоден ввиду богатой растительности, маскирующей геологическую информацию, а содержит много информации о состоянии среды и её истреблении — выработки, эрозия почв, запыленность.

Выводы

1. Обработка снимков на электронно-вычислительных машинах увеличивает их техническое качество.
2. Геологическая читаемость рассматриваемых космических снимков в общем лучшая, чем снимков обрабатываемых стандартно.
3. Общая геологическая интерпретация космических снимков территории южной Польши выявила много структур, в том неизвестных до сих пор либо иначе представляемых на разных геологических картах.
4. Для продолжения исследований видимых структур на рассматриваемом снимке не было бы целесообразным проводить сравнительный анализ снимков, выполненных в разные времена года.
5. Ввиду большой стоимости машинной обработки снимков для геологических целей такая обработка должна применяться для работ народно-хозяйственного значения, а также в процессе комплексных геофизическо-геологических исследований. Изготовление же таких материалов только для решения проблем небольшого значения или довольно подробных, регионального значения является дискуссионным.

Перевод: Róża Tołstikowa

STANISŁAW OSTAFICZUK
ANDRZEJ PSZCZÓŁKOWSKI

GENERAL APPRAISAL OF THE APPLICABILITY OF COMPUTER PROCESSED LANDSAT-2 SCENE OF A PORTION OF SOUTHERN POLAND FOR GEOLOGICAL INTERPRETATION

Summary

Introduction

The computer system for geologic research has been designed by the United States Geological Survey in Flagstaff, Arizona (Condit, Chavez 1977). The system is similar to the one used at the Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, California (Goetz et al., 1975). Other computerized image processing systems are generally not designed to meet the specific requirements of geological interpretation.

The relations between the surface and subsurface geological features and their projection on aerial photographs and satellite images are very complicated. Direct recognition of geological structures is seldom feasible. In such cases the procedures leading to the simplification of interpretation are commonly applied. These are various methods of colour composites preparation and techniques of selective contrast stretching.

The standard products of the computer processing system used in Flagstaff are black and white and colour prints at the scale of 1 : 250 000.

Description of the Landsat-2 frame of a portion of southern Poland

This particular frame was selected for investigations, since it depicts an area with diversified geology. The exuberant growth of vegetation (the image was acquired at the end of June) conceals, however, many important geological details. The Investigated Landsat scene embraces the Holy Cross Mtns, with the southern part of their Mesozoic border zone, the south-eastern part of the Kraków-Częstochowa Upland with the adjacent Nida Basin, the western part of the Sandomierz Lowland and the northern part of the Carpaty Mountains (Flysch Zone).

Geological maps at the scales of 1 : 100 000 up to 1 : 500 000 of the region as well as numerous published and unpublished geological papers aided the interpretation procedure.

The results of interpretation

The readability of the Paleozoic formation is generally poor throughout the scene. The Main Holy Cross Fracture and the Łysogóry Fault are clearly distinguishable; their shape and location differs to some extent from that shown on the existing maps. Numerous linear structures are visible throughout the area; some of them correspond with the known discontinuous structures (fig. 1).

Some lithological boundaries and folds within Jurassic and Cretaceous sediments of the Southern Border Zone of the Holy Cross Mtns. are clearly visible. Circular structures appearing within the Sandomierz Lowland may be partly correlated with the positive forms of Miocene sediments covered with Quaternary deposits. These structures are usually delimited by the tectonically controlled river valleys.

Several small circular structures appear on the image; the location of one of them corresponds with the location of a known gas-bearing structure.

The margin of the Carpatian Overthrust is not clearly visible, whereas the northern margin of the Magura Nappe and some lithological members within the Flysch Zone are sharply outlined. Some lineaments extends from the Carpaty Mtns. into the Carpatian Foredeep and the uplands of southern Poland.

The geological readability of various products of the computerized digital image processing

Lithological boundaries within the Pre-Quaternary deposits and linear structures are very easily distinguishable on the image taken in channel 7 (fig. 2). Such features as relief, smaller valleys, topographic features, cloud cover, haze and smog are not naturally enhanced in channel 7, which is an asset for geological interpretation.

The image taken in channel 6 permits detailed interpretation of the morphology of the area.

Topographic features, weathering cover, vegetation, cloud cover, haze and smog easily recognizable in the images in channels 4 and 5 render the geologic interpretation of these products difficult.

The HPF (High Pass Filter) processed black and white print from channel 6 yields much more information on relief and drainage pattern than the unprocessed image from the same channel (fig. 3).

Alluvial deposits and Quaternary sediments on plateau's as well as excavation pits are easily recognizable on the false-colour composite (channels 4, 5, 7); the abundance of non-geological details, however, renders the geological interpretation difficult. The image processed through the „sinusoidal” contrast stretch is least suitable for geological interpretation.

The composite in simulated natural colours contains valuable ecological data, information on the degradation of the natural environment, soil erosion, excavation pits, industrial dust cover, etc. (fig. 4). Its suitability for geological interpretation is, consequently, not very high.

Conclusions

1. The computerized digital image processing techniques heighten the information content of satellite images.

2. The geological readability of products processed through special techniques developed at the United States Geological Survey is much higher than that of their standard products.

3. General geological interpretation of the satellite image of southern Poland revealed the existence of numerous geological structures hitherto unknown, or only broadly sketched on the existing geological maps.

4. Comparative analysis of images of southern Poland acquired in different seasons of the year would facilitate further investigations on geology of the area.

5. Due to the high cost of computerized digital image processing, the above techniques should be applied for the purpose of large-scale geophysical and geological investigations of economic importance. The application of these techniques for detailed regional studies is, at present, not justified.

Translation: Wiesława Sujkowska

STANISŁAW OSTAFICZUK
ANDRZEJ PSZCZÓŁKOWSKI

EVALUATION GÉNÉRALE DE LA LISIBILITÉ DE L'IMAGE „LANDSAT-2” DE LA RÉGION DU SUD DE LA POLOGNE PAR ORDINATEUR

Résumé

Introduction

La Division du Service Géologique National des EU à Flagstaff-Arizona a élaboré un système de traitement par ordinateur des images de satellite Landsat pour les besoins géologiques (Condit, Chares 1977), analogue à celui utilisé par JPL à Pasadena en Californie (Goetz et al. 1975). Les autres systèmes du traitement des images de satellite ne tiennent pas compte, en général, des exigences spécifiques de l'interprétation géologique. La particularité spécifique de cette interprétation des

images de satellite (comme d'ailleurs des images aériennes) c'est la relation complexe entre la structure géologique du terrain et sa projection dans le contenu de l'image. Dans quelques cas seulement la lecture directe de certaines structures géologiques est possible et on peut alors simplifier le procédé de l'interprétation par l'utilisation des compositions en couleur convenables et par l'extension sélective de contrastes.

Les images de satellite traitées à Flagstaff sont présentées en différentes versions noires et blanches et en couleur à l'échelle 1 : 250.000.

Caractéristique de l'image de la région sud de la Pologne

Cette image a été choisie car elle couvre le terrain d'une différenciation relativement grande de la structure géologique. Elle possède néanmoins une caractéristique défavorable du point de vue de l'interprétation: c'est la période de l'année durant laquelle la photo a été faite, car son exécution, avait eu lieu vers la fin du mois de juin quand la végétation est exubérante.

L'image en question couvre la région montagneuse Góry Świętokrzyskie ainsi que la bordure mésozoïque du sud, la partie sud-est du plateau Krakowsko-Częstochowska avec la région voisine de la Cuvette Nidziańska, la partie ouest de la Plaine Sandomierska ainsi que la partie centrale de Carpates de flysch.

Au cours du procédé de l'interprétation de l'image de satellite on a utilisé les cartes géologiques aux échelles 1 : 100.000 et 1 : 500.000 ainsi que certains élaborations publiées et non publiées.

Résultats de l'interprétation

La lisibilité des formations paléozoïques est faible. La faille Łysogórski ainsi que la brisure centrale Świętokrzyski sont visibles, mais elles ont une forme un peu différente par rapport à celle qui est montrée sur les cartes géologiques (fig. 1). On voit aussi de nombreuses structures linéaires sur toute la région dont une partie correspond aux structures discontinues connues.

En bordure sud de Góry Świętokrzyskie on peut lire quelques limites lithologiques et les plis dans la zone des sédiments de Jura et de Crétacé. Les structures circulaires existent dans la région de la Plaine Sandomierska.

Leurs profils correspondent partiellement aux formes positives des formations de Miocène sous les sédiments de Quaternaire, et ils sont limités par les vallées de rivières, sans doute à plis tectoniques. On y voit également de petites structures circulaires dont une est située in situ d'une structure gazifère connue (Wola Ranizowska). Le front du charriage carpatique est, généralement, à peine lisible, par contre le bord nord de la nappe Magurska se distingue bien comme certains liens lithologiques dans la zone de couches de flysch. Certaines structures rectilignes se prolongent des Carpates jusqu'au terrain d'enfoncement et des plateaux de la Pologne méridionale.

Utilité de différentes versions de l'image de satellite traitée par ordinateur

Sur la bande (fig. 2) de l'image la différenciation de lithologie des formations pré-quaternaires ainsi que les structures linéaires sont particulièrement précises. Plus difficilement lisibles sont certaines rivières moins importantes et le relief é-

terrain ainsi que ce qui est avantageux pour l'interprétation géologique — la situation topographique, les fumées, les nuages et les brouillards.

La version de l'image sur la bande 6 se caractérise par les formes du relief du terrain plus lisibles.

Les versions sur les bandes 4 et 5 se caractérisent par une bonne lisibilité de la situation topographique, des élévations, de la végétation, des fumées, des brumes et des nuages affaiblissant l'utilité géologique de l'image sur ces bandes. L'image sur la bande 6 HPF (fig. 3) se distingue par une bonne lisibilité du relief du terrain et du réseau hydrographique et elle est plus contrastée que l'image sur la bande 6. L'image dont les couleurs ne sont pas naturelles se caractérise par une meilleure différenciation des alluvions ainsi que des carapaces quaternaires dans certaines régions de plateaux.

Les excavations y sont nettement marquées, mais, en somme, l'interprétation de cette version est difficile à cause d'une riche contenu non géologique. L'image en version „Sine stretch” est la moins utile pour l'interprétation géologique. L'image en couleurs pseudo-naturelles (fig. 4) n'est pas utile non plus dans ce cas à cause d'une végétation exubérante camouflant les informations géologiques, mais elle contient plusieurs données concernant l'état du milieu naturel et sa dévastation — excavation, érosion de sol, empoussiérage.

Conclusion

1. Le traitement des images par ordinateur améliore leur qualité technique.
 2. La lisibilité géologique des images de satellite en question est généralement meilleure par rapport à celles traitées par les méthodes standard.
 3. L'interprétation géologique générale de l'image des satellite de la région du sud de la Pologne a révélé plusieurs structures même inconnues jusqu'à présent ou présentées autrement par les diverses cartes géologiques.
 4. Pour la continuation des études concernant les structures visibles sur l'image en question, il serait utile d'effectuer une analyse comparative des images élaborées durant les différentes périodes de l'année.
 5. Vu le coût élevé du traitement des images par ordinateur pour les besoins géologiques, cette méthode doit être appliquée pour les élaborations d'importance économique ainsi qu'au cours des études géophysiques et géologiques complexes. Par contre, l'utilisation des documents de ce genre pour résoudre des problèmes de moindre importance ou très détaillés au sens régional, paraît être discutable.
- Traduction: Bohdan Jakubowski

SPIS TREŚCI

WOJCIECH BYCHAWSKI, MARIA IRACKA	
Określenie na podstawie spektrostrefowych zdjęć lotniczych stref lotniczych stref zagrożenia drzewostanów sosnowych będących pod wpływem szkodliwego działania zakładów przemysłowych	5
ANDRZEJ CIOLKOSZ, BARBARA HALEMBA	
Wykorzystanie lotniczych obrazów termalnych w opracowaniu termicznych warunków podłoża południowej Warszawy	31
TERESA BARANOWSKA	
Wyznaczenie stref zróżnicowanej przezroczystości wód Zalewu Szczecińskiego na podstawie wielospektralnych obrazów skanerowych satelity Landsat-1	49
JÓZEF BAŻYŃSKI	
Kierunki zastosowań teledetekcji w geologii w Polsce	65
MAREK GRANICZNY	
Wybrane przykłady zastosowania technik teledetekcyjnych w badaniach geologicznych	75
STANISŁAW OSTAFICZUK, ANDRZEJ PSZCZÓŁKOWSKI	
Ogólna ocena geologicznej czytelności komputerowo przetworzonego obrazu Lansat-2 z obszaru Polski południowej	87

СОДЕРЖАНИЕ

ВОЙЦЕХ БЫХАВСКИ, МАРИЯ ИРАЦКА	
Определение зон повреждения соснового древостоя, находящегося под отрицательным воздействием промышленности, с помощью использования спектрозональных аэроснимков	5
АНДЖЕЙ ЦИОЛКОШ, БАРБАРА ХАЛЕМБА	
Использование тепловой аэросъемки в разработке термических условий грунта южной Варшавы	31
ТЕРЕСА БАРАНОВСКА	
Определение зон дифференцированной прозрачности воды в Щетинском заливе на основе многозональных сканерных снимков спутника Landsat-1	49
ЮЗЕФ БАЖИŃСКИ	
Направления применения дистанционного зондирования Земли в геологии в Польше	65
МАРЕК ГРАНИЧНЫ	
Выбранные примеры применения техник дистанционного зондирования Земли в геологических исследованиях	75
СТАНИСЛАВ ОСТАФИЧУК, АНДЖЕЙ ПЩЮЛКОВСКИ	
Общая оценка геологической читаемости снимка Landsat-2, обработанного на электронной вычислительной машине, для территории южной Польши	87

CONTENTS

WOJCIECH BYCHAWSKI, MARIA IRACKA	
Investigations of industrial damage to pine forest with the use of low-altitude false-colour photography	5
ANDRZEJ CIOŁKOSZ, BARBARA HALEMBA	
Ground temperature distribution in southern Warsaw determined from low-altitude thermal imagery	31
TERESA BARANOWSKA	
Water transparency in Szczecin Bay determined from multispectral Landsat imagery	49
JÓZEF BAŻYŃSKI	
Remote sensing techniques in the geological research in Poland	65
MAREK GRANICZNY	
Some examples of application of remote sensing in geological research	75
STANISŁAW OSTAFICZUK, ANDRZEJ PSZCZÓŁKOWSKI	
General appraisal of the applicability of computer processed Landsat-2 scene of a portion of southern Poland for geological interpretation	87

SOMMAIRE

WOJCIECH BYCHAWSKI, MARIA IRACKA	
Détermination des zones affectées par les risques pour les peuplements piniers influencés par l'action nocive de l'industries, en base des photos aériennes spectro-zonaires	5
ANDRZEJ CIOŁKOSZ, BARBARA HALEMBA	
Utilisation des images aériennes thermales pour l'élaboration des conditions thermales du sous-sol de la partie méridionale de Varsovie	31
TERESA BARANOWSKA	
Détermination des zones de transparence des eaux différenciée de la lagune Zalew Szczeciński à base d'images multispectrales de scanner du satellite Landsat-1	49
JÓZEF BAŻYŃSKI	
Les champs d'application de la télédétection pour la géologie en Pologne	65
MAREK GRANICZNY	
Les exemples choisis d'application des techniques de télédétection dans la recherche géologique	75
STANISŁAW OSTAFICZUK, ANDRZEJ PSZCZÓŁKOWSKI	
Evaluation générale de la lisibilité de l'image „Landsat-2” de la région du sud de la Pologne par ordinateur	87

