

## WSTĘPNA FOTINTERPRETACJA GEOLOGICZNA OBRAZU LANDSAT-1 OBSZARU MIĘDZY WROCŁAWIEM A POZNANIEM

UKD 550.814:528.77:629.783:553.3/.9.04(438—191 Wrocław-Poznań)

Interpretację geologiczną przedstawioną w tym artykule przeprowadzono przykładowo dla obrazu Landsat-1/ERTS-1/ 1468-09175 wykonanego w dniu 3 listopada 1973 r. Dla obszaru Polski istnieje kilkanaście obrazów. Poszczególne obrazy zachodzą jednak na siebie, część obejmuje akwen Bałtyku i obszary poza granicami państwa, tak że ogólna powierzchnia pokrycia wynosi obecnie około 50%. Dobrej jakości i bez pokrywy chmur jest kilka obrazów, w tym 3 obrazy obejmujące pas środkowy od Sudetów do morza. Pozostałe wykazują usterki jakościowe, słabe kontrasty lub też częściowe przykrycie chmurami.

Landsat-1 został wystrzelony 23 lipca 1972 r., a Landsat-2 o tych samych parametrach technicznych — 22 stycznia 1975 r. Landsaty wyposażone są w 3 systemy zbierania danych:

1) skaner wielospektralny (urządzenie spektrometryczne liniowego wybierania — multi spectral — scanner — MSS),

2) system telewizyjny,

3) system zbierania danych z obserwacji naziemnych stacji.

Obrazy satelitarne z terenu Polski są wykonywane systemem pierwszym — skanerem wielospektralnym w czterech pasmach (kanałach):

pasmo 4 — zielono-niebieskie 0,5—0,6  $\mu\text{m}$ , pasmo 5 — czerwone 0,6—0,7  $\mu\text{m}$ , pasmo 6 — bliska podczerwień I 0,7—0,8  $\mu\text{m}$ , pasmo 7 — bliska podczerwień II 0,8—1,1  $\mu\text{m}$ . Landsat może wykonywać zdjęcia — co 18 dni o tej samej porze dnia (założone parametry orbity) z wysokości około 920 km — o boku 185 km. Pierwotny materiał jest taśmą magnetyczną, z której powstają jako produkt wyjściowy negatywy w skali 1:3 000 000. Z negatywów tych wykonywane są powiększenia w skali 1:1 000 000, 1:500 000 i 1:250 000. Dość ubogie pokrycie Polski obrazami Landsat wynika z faktu, że podczas przelotu nad naszym krajem najczęściej przekazuje dane do stacji naziemnej.

Z bardzo bogatej już literatury dotyczącej zastosowania obrazów Landsata do geologicznej interpretacji wynika, że zdjęcia te pokazują uskoki, spękania, struktury fałdowe itp. formy lepiej niż wszystkie inne dostępne obecnie sposoby (1, 4—6, 10). Obok potwierdzenia znanych elementów tektonicznych, odkryto wiele nowych lineacji, mierz setki kilometrów długości. Ponieważ długie i strome zaburzenia nieciągłe są związane z występowaniem (często wzbogaconym) złóż rud, ropy naftowej i wody, informacje o nowych strukturach oddają nieocenione usługi w geologii stosowanej. W ten sposób odkryto już wiele złóż na wszystkich kontynentach. Również w Europie w pobliżu Kolonii (RFN) odkryto na podstawie analizy lineacji na obrazach Landsat-1 złożo cynku i ołowiu oraz potwierdzono jego występowanie wierceciem.

Dla obszaru Polski wstępna interpretacja objęła obrazy Landsata-1 w paśmie 7. Jest to pasmo, w którym zdjęcia satelitarne są najwyraźniejsze i najbardziej przydatne do geologicznej interpretacji. Pokazane lineacje zinterpretowano metodą wizualną stosowaną obecnie w zdecydowanej przewadze opracowań. Wykorzystano obrazy Landsat-1 w skali 1:250 000 udostępnione przez Departament Współpracy z Zagranicą Ministerstwa Górnictwa i Energetyki.

Interpretację elementów liniowych wykonano uzyskując jednorazowe zdjęcie satelitarne. Normalna interpretacja powinna być wykonana na podstawie powtarzalnych dobrych obrazów we wszystkich czterech kanałach. Zdjęcia, którymi dysponowali autorzy nie spełniały wymienionych wymagań i z tego powodu interpretacja ma charakter wstępny. W miarę otrzymywania nowych materiałów, jak również po uzyskaniu odpowiedniej aparatury do wzmocnienia kontrastów będzie można ponownie je zinterpretować. Obszar odwzorowany na obrazie obejmuje wycinek powierzchni o boku  $185 \times 185 \text{ km}^2 = 34\,225 \text{ km}^2$ , a więc nieco więcej od 1/10 obszaru kraju.

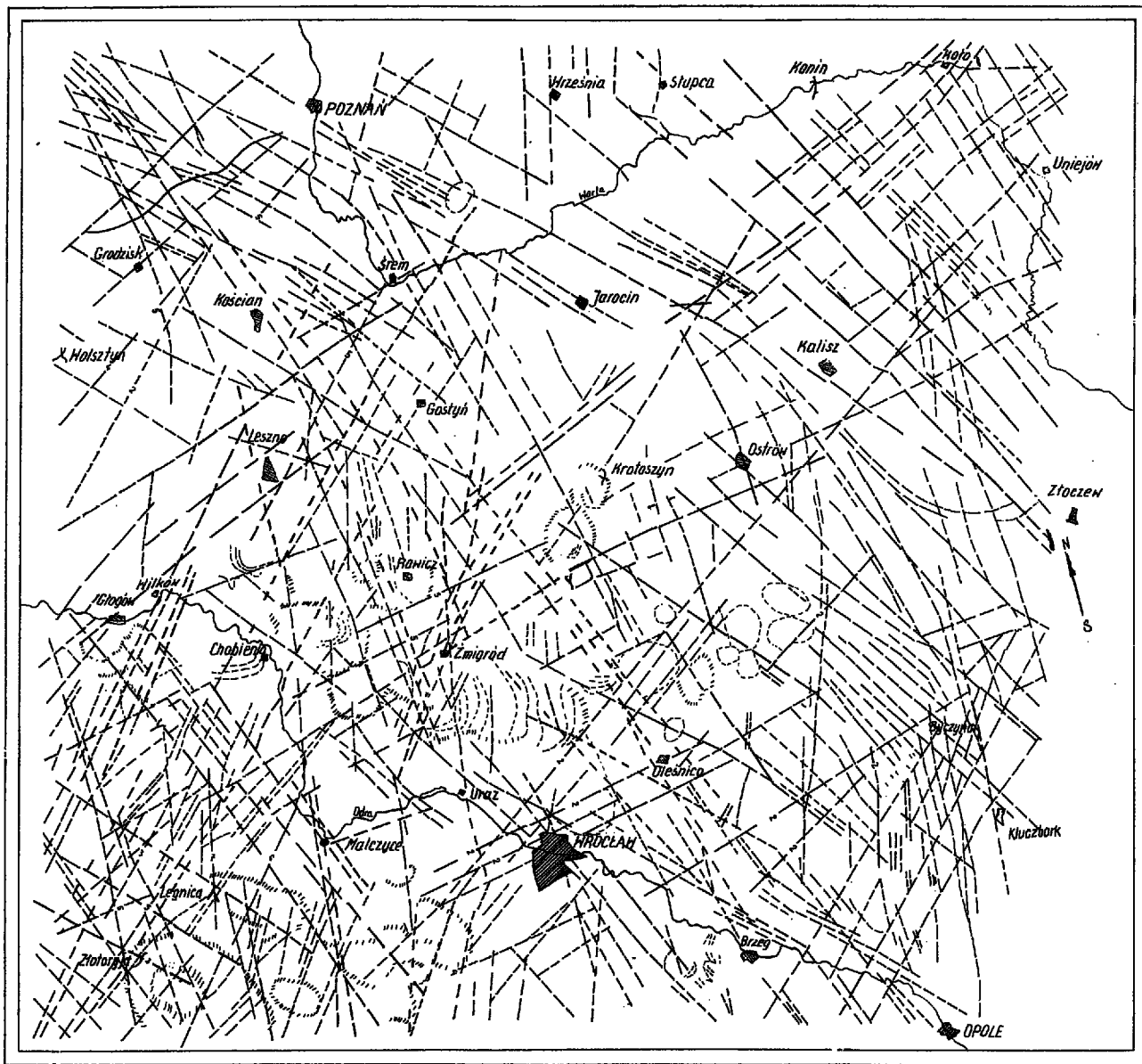
Wstępna interpretacja obrazu satelitarnego jest analizą oderwaną, spontaniczną, wykonaną bez dowiązywania się do geologii lub morfologii na mapach topograficznych. W tej sytuacji zauważone związki przemawiają na korzyść tej metody również w polskich warunkach. Należy wyjaśnić, że w chwili przystępowania do interpretacji na obszarze Polski z literatury były znane opracowania lineacji tylko na obszarach bez pokrywy osadów klastycznych. Jak wynika z dołączonych map, lineacje odpowiadające liniom strukturalnym w podłożu zostały odwzorowane na powierzchni terenu przez klastyczne utwory trzeciorzędu i czwartorzędu, a więc przez pokrywę o miąższości od kilku do kilkuset, a nawet więcej metrów. Obecnie odwzorowania takie są odnotowywane w piśmiennictwie geologicznym (3, 8).

Zinterpretowane na obszarze Polski lineacje mają różne długości: od kilku do kilkuset kilometrów. Niektóre fotolinie są bardziej wyraźne, inne ledwo zaznaczające się w mozaice szczegółów powierzchni Ziemi. Dla ułatwienia korzystania z tej analizy wiele lineacji zaopatrzone w znaczki cyfrowe od 1 do 7, w zależności od stopnia czytelności. Jedyńka oznacza fotolinie dobrze czytelne, a 7 — linie ledwo zaznaczające się w rysunku zdjęcia satelitarnego.

Obserwując układ lineacji na wszystkich zdjęciach łatwo zauważyć, że grupują się one w większości wypadków w dwa systemy lineacji. Każdy z systemów ma dwa zespoły fotolinii krzyżujących się ukośnie pod dość dużym kątem, zbliżonym do prostokątnego. Oba systemy są względem siebie skrócone. W literaturze można spotkać sugestie, że odpowiadają one liniom tektonicznym po skróceniu płyt w podłożu. Wydaje się również, że systemy fotolinii mają nieco odmienne kierunki w różnych strukturach geologicznych. Jest znamienne, że podobne systemy interpretowane były prawie na wszystkich zdjęciach oraz, że są one konsekwentnie ułożone w stosunku do generalnych linii strukturalnych.

Z interpretacyjnego punktu widzenia na szczególną uwagę zasługują większe skupiska lineacji. Wiele publikacji podaje, że skrzyżowania lub zagęszczenia lineacji są najbardziej perspektywiczne dla występowania okruszczenia lub innych surowców mineralnych. Na analizie układu lineamentów z obrazów satelitarnych opiera się obecnie około 70% opracowań geologicznych (11).

Sposób w jaki odwzorowują się głębokie elementy tektoniczne na obrazach satelitarnych w chwili obecnej nie jest jednoznacznie wyjaśniony. Inter-



Ryc. 1a. Lineacje wyinterpretowane na podstawie zdjęcia wykonanego przez satelitę ERTS 1 zróżnicowane wg stopnia pewności: — pewne, — — — mniej pewne, — · — — prawdopodobne.

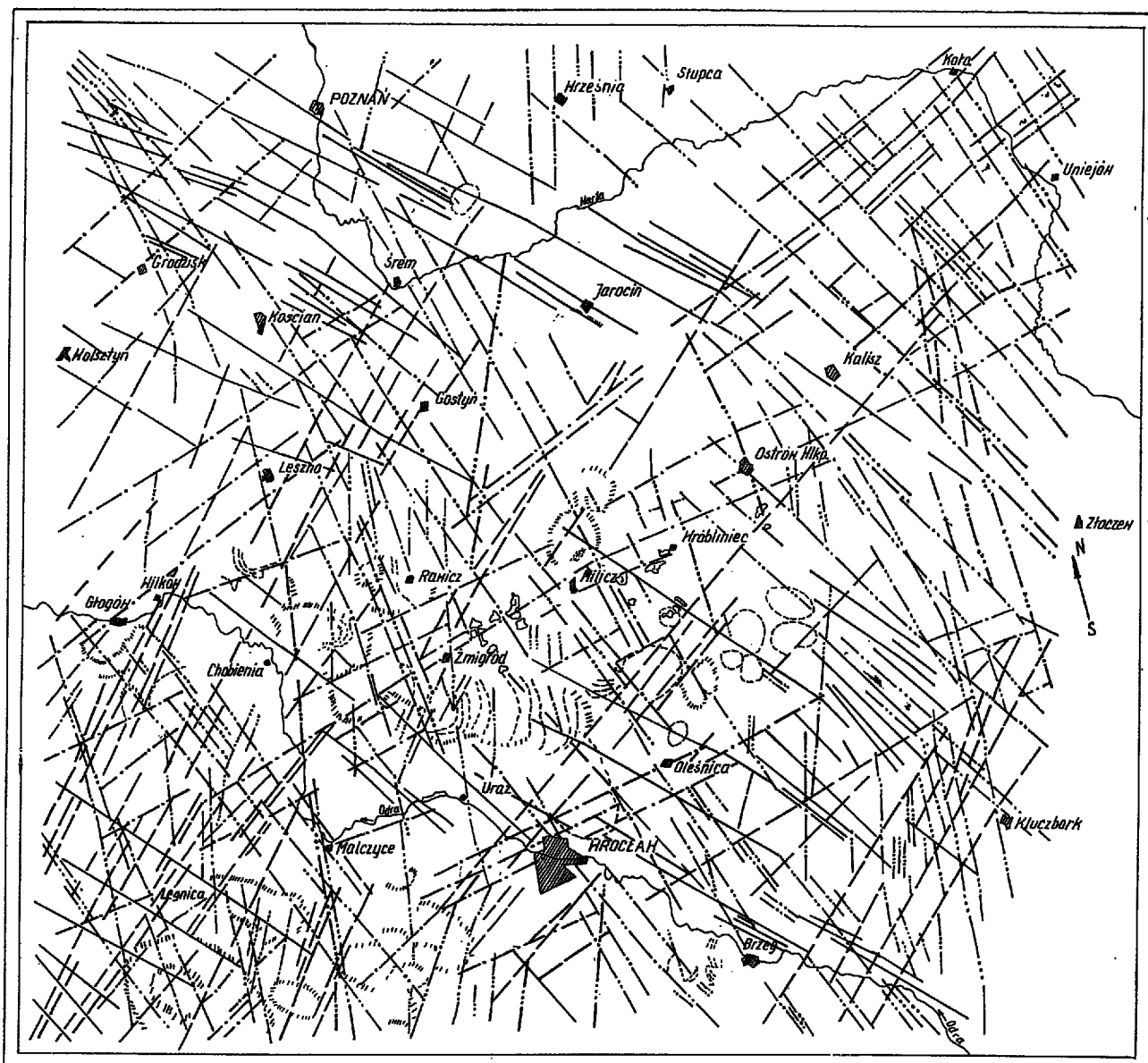
Fig. 1a. Lineaments interpreted on the basis of ERTS-1 satellite image and differentiated according to their reliability: — certain, — — — less-certain, — · — — probable.

pretacji elementów tektonicznych sprzyja z całą pewnością duży obszar sceny geologicznej objętej jednym obrazem. Na tym obszarze panują identyczne warunki oświetlenia, które zezwalają na zauważenie nawet drobnych różnic fototonalnych. Nie można tego uzyskać innymi sposobami. Dla przykładu, fotomosaika zdjęć lotniczych może dostarczyć obrazu w małej skali. Będzie to jednak zbiór zdjęć drobnych wycinków terenów wykonanych w różnym czasie, a więc w różnych warunkach oświetlenia. Poza tym obróbka fotograficzna fotomosaik pozbawia je wtórnie wielu szczegółów.

Przypatrując się powierzchni Polski na obrazie satelitarnym z perspektywy 920 km nie sposób nie zauważyć pozornego zmniejszenia się antropogenicznych wpływów. Następuje z tej odległości pewna syntezyzacja krajobrazu pozwalająca na uwypuklenie naturalnego środowiska geograficznego. Słabiej zaznacza się mozaika pól — na jej tle można zauważyć anomalie fototonalne związane z wpływem czynników środowiska. Często układ pól, lasów został dopasowany do naturalnych elementów. Poza tym, na zdjęciu satelitarnym są odwzorowane wszystkie składni-

ki krajobrazotwórcze, m. in. wszystkie doliny rzek dużych, małych i tych najmniejszych, których doliny mogły być w przeszłości dużymi formami.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w rozpatrywanym aspekcie z perspektywy 920 km elementami krajobrazotwórczymi są również odbicia wpływów płytkich i głębokich struktur geologicznych. Struktury geologiczne mają m. in. wpływ na bieg rzek, rozmieszczenie i intensywność roślinności oraz na zawilgocenie powierzchni ziemi. Daleka perspektywa ujawnia nawet drobne różnice środowiska i uwidacznia zacierające się ślady procesów przyrodniczych na powierzchni ziemi. Im wyższy punkt widzenia, tym głębsze spojrzenie w geologiczne elementy nieciągłe, nawet do głębokości 2—3 tys. m. Tak więc, syntezyzacja krajobrazu jest w warunkach Polski głównym czynnikiem umożliwiającym analizę strukturalno-geologiczną. Innym zagadnieniem jest jednak sposób, w jaki tak głęboko położone liniowe elementy tektoniczne odwzorowują się na powierzchni terenu poprzez grubą pokrywę osadów czwartorzędowych i trzeciorzędowych.



Ryc. 1b. Lineacje wyinterpretowane na podstawie zdjęcia wykonanego przez satelitę ERTS-1 w podziale wg kierunków: grupa 1 ———, grupa 2 — — —, grupa 3 — · — ·, grupa 4a — · · —, grupa 4b — · — ·, grupa 5. |||||

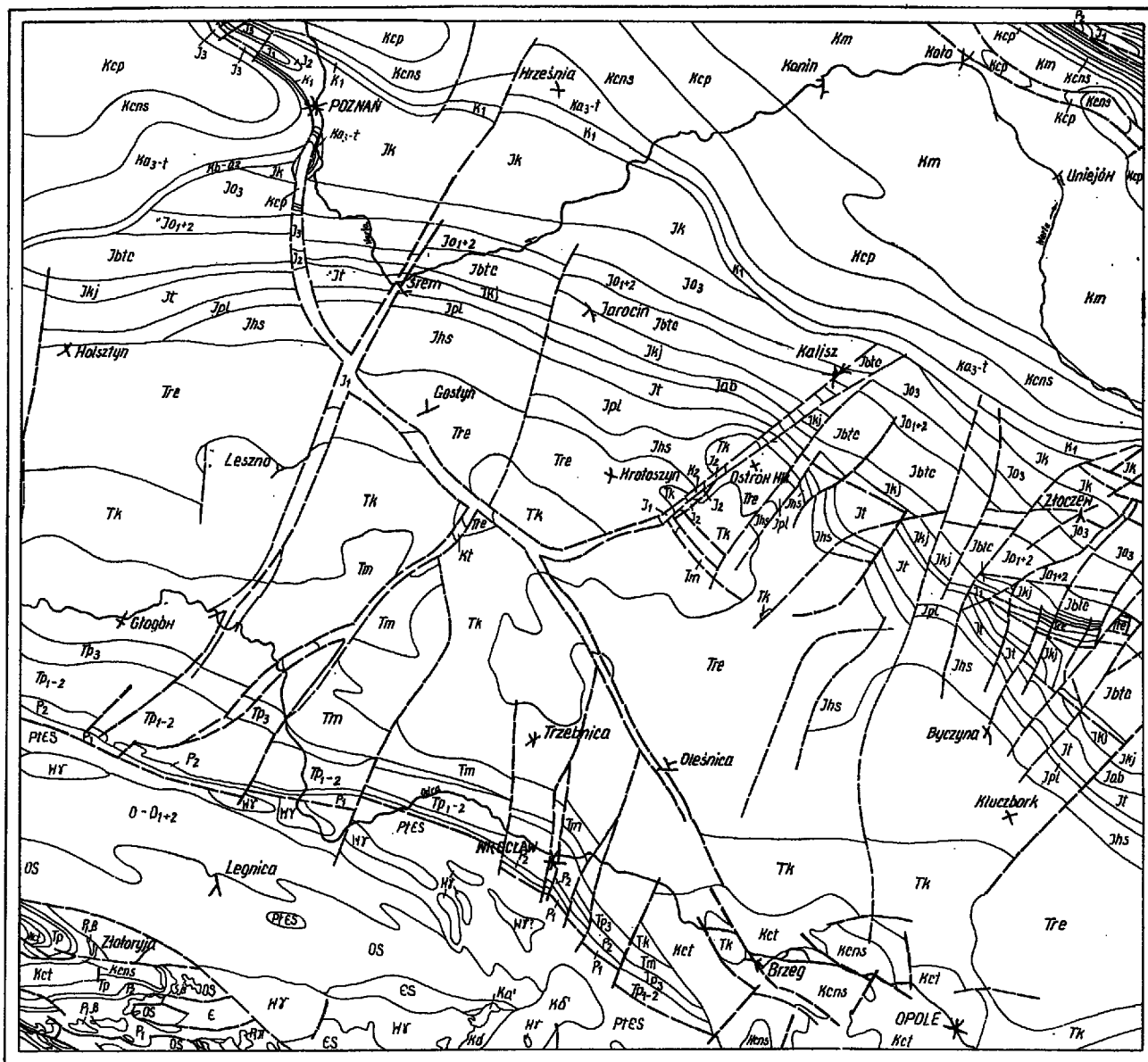
Fig. 1b. Lineaments interpreted on the basis of ERTS-1 satellite image divided according to their directions: group 1 ———, group 2 — — —, group 3 — · — ·, group 4a — · · —, group 4b — · — ·, group 5 |||||

Często te same lineacje (3) są identyfikowane na dwu lub więcej obrazach satelitarnych uzyskanych z różnych misji kosmicznych: Nimbus, X15, Gemini, Apollo, Landsat i Skylab. Linie te mają wysoki stopień ufnosci jako rzeczywiste linie strukturalnej budowy Ziemi. Fotolinie wyróżniają pewne cechy skorupy ziemskiej i mogą być zewnętrznym powieleniem wgłębnej budowy tektonicznej. Są one często wyznaczone anomaliami wegetacyjnymi, wywołanymi różnicami w krążeniu wód z obu stron lineacji lub różnicami terenowymi, zwykle drobnymi, nie ujawniającymi się na mapach.

Na ryc. 4 pokazano schematyczny przekrój przez zagłębienie węgla brunatnego w RFN. Na przekroju tym można zauważyć załamania powierzchni terenu nad uskokami. Należy więc przypuszczać, że część fotolinii widocznych na obrazach satelitarnych jest spowodowana różnicami w morfologii terenu wzdłuż linii związanych z ruchami tektonicznymi w trzeciorzędzie i czwartorzędzie. Różnice deniwelacji po obu stronach uskoku mogą być niewielkie (kilku metrów zaledwie). Tak małe różnice są niezauważalne w układzie poziomym na mapach topograficznych, gdyż występują

na szerokości ok. 1–2 km, w strefie zmian optycznych zaobserwowanych na obrazach satelitarnych. Na obszarze tym zaznaczają się drobne różnice w warunkach hydrogeologicznych w strefie przy powierzchni i w rozkładzie wilgotności na powierzchni, tak duże jednak, że odwzorowują się na obrazach wykonanych z odległości orbitalnych. Różnice wilgotności mogą być pod względem fototonalnym spotęgowane zmianami intensywności rozwoju roślinności. Na zależność współczesnej morfologii od tektonicznej budowy podłoża zwrócił uwagę S. Ostaficzuk (9) stosując metodę zagęszczonych poziomicy.

Wzdłuż stref uskokowych lub spēkań zmieniają się warunki hydrogeologiczne, powstają anomalie termiczne oraz następuje migracja pierwiastków i związków z warstw głębiej leżących w złożu. Obecnie opracowano metodę wydzielenia z tła geologicznego tak zwanych anomalii zamglenia za pomocą skomplikowanej aparatury wielokanałowej z zastosowaniem EMC, zezwalającej na potęgowanie kontrastu przez jego rozciągnięcie i wzmocnienie międzykanałowe. Okazało się, że migracja węglowodorów lekkich nad złożem ropy naftowej lub niektóre przeobrażenia nad złożami hy-



Ryc. 2. Linie dyslokacji oraz wychodnie warstw uwidocznione na mapie geologicznej podkenozoicznej (oprac. zespołowe IG, 1971).

Fig. 2. Lines of dislocations and outcrops of beds marked on geological map of Cenozoic subcrops (team work, Geological Institute, 1971).

drotermalnymi metali powodują drobne zmiany w zabarwieniu powierzchniowym osadów, a przede wszystkim w intensywności wzrostu szaty roślinnej, które mogą być uwypuklone przez zastosowanie przeznaczony do tego celu aparatury (General Electric — IMAGE 100). Związek lineacji z tektoniką podłoża i złożami jest obecnie opisywany w setkach publikacji. Ostatnie z dwu sympozjów dotyczyły tektoniki podłoża (N.A.S.A., U.S. Geological Survey, 1974) i zastosowania teledetekcji do eksploatacji złóż mineralnych i złóż paliw mineralnych (Am. Minig Congress, 1975).

Układ lineacji z jednego obrazu satelitarnego został przeanalizowany pod względem geologiczno-strukturalnym i zinterpretowany. Lineacje (ryc. 1b), ze względu na ich kierunek, można podzielić na grupy:

1) lineacje o kierunku zbliżonym do NWW—SEE, zarysowujące się najwyraźniej i najliczniej, szczególnie w północno-wschodniej części analizowanego obszaru (ryc. 1b);

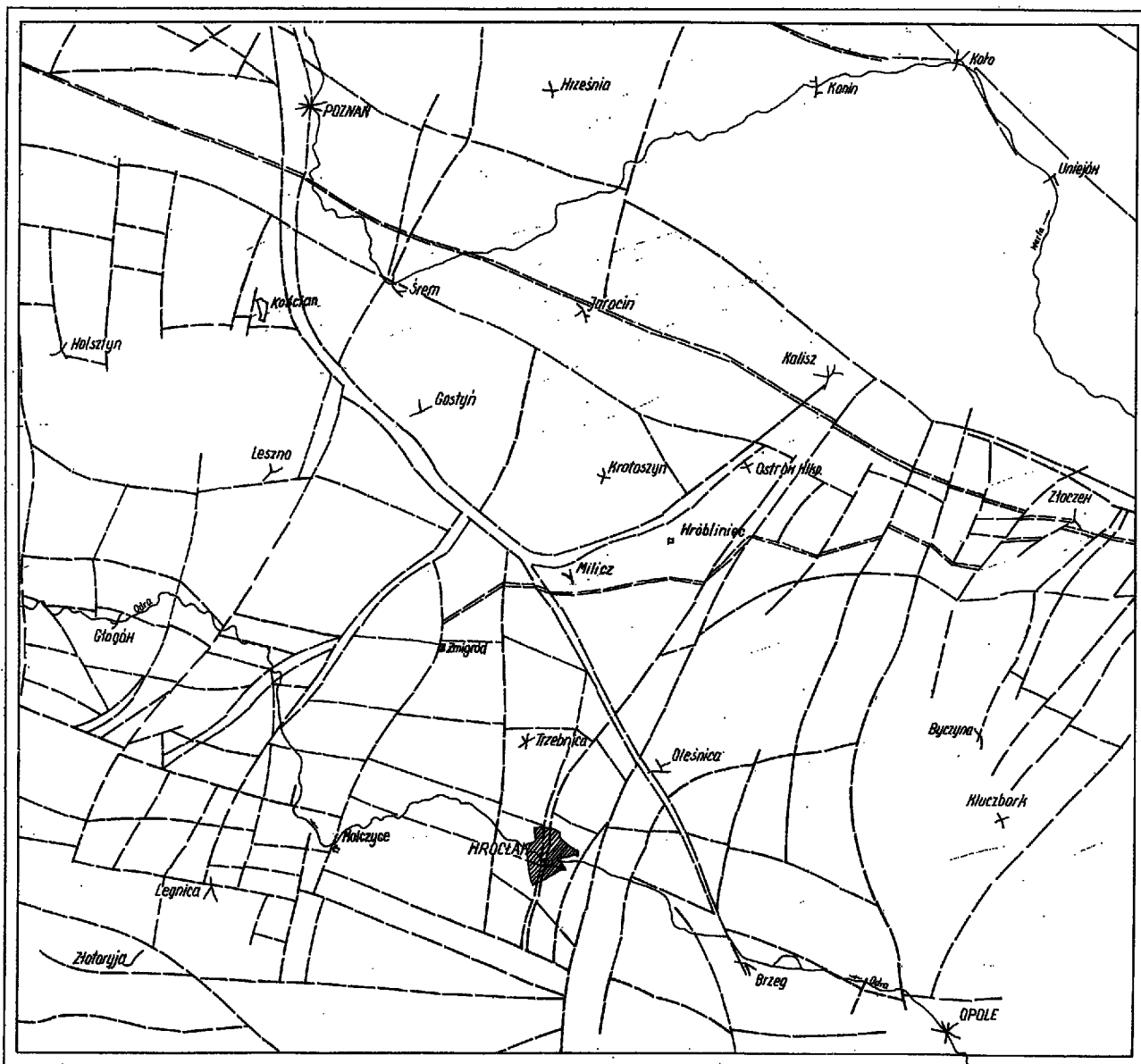
2) lineacje prawie prostopadle do wyżej omówionych, wykazujące przeważnie kierunki zbliżone do SSW—NNE;

3) lineacje o kierunku SW—NE z odchyleniem ku E występujące głównie w rejonie Głogowa — Zmigrodu i Wrocławia (ryc. 1b); w pozostałym obszarze są prawie niewidoczne;

4) lineacje o kierunkach zbliżonych do południowych (ryc. 1b, grupa 4a) oraz o kierunkach NW—SE (ryc. 1b, grupa 4b) widoczne szczególnie wyraźnie w rejonie Zmigrodu i Brzegu. Na E od Brzegu widać większe zagęszczenie linii o tym kierunku, w pozostałym obszarze są one rozmieszczone raczej równomiernie;

5) lineacje o zarysach owalnych — widoczne w południowo-zachodniej części analizowanego obszaru.

Porównanie wykrytych lineacji z topograficzną mapą powierzchni nie wskazuje na bezpośredni związek prostolinijnych lineacji z izohipsami powierzchni terenu ani też z rozmieszczeniem sieci dróg lub przecinek leśnych, a więc liniami sztucznymi. Związek z topografią wykazują natomiast lineacje owalne, które na ogół przypadają w strefach wzgórz; brak lineacji bezpośrednio w sąsiedztwie koryta Odry, widoczny jest natomiast związek kierunków poszczególnych odcinków Odry z kierunkami lineacji prostolinijnych. Innym charakterystycznym zjawiskiem jest



Ryc. 3. Linie dyslokacji na mapie synoptyczno-geologicznej pod pokrywą permsko-mezozoiczną i kenozoiczną (wg oprac. zespołowego IG, 1974).

Fig. 3. Lines of dislocations marked on synoptico-geological map of substratum of Permo-Mesozoic and Cenozoic cover (team work, Geological Institute, 1974).

fakt, że zespół jezior między Miliczem a Wróblincem pokrywa się z kierunkiem lineacji grupy trzeciej, a odgałęziony ku SW zespół jezior jest równoległy do kierunku grupy pierwszej.

Z zestawienia tych faktów można wyciągnąć wniosek, że niektóre elementy współczesnej powierzchni są uwarunkowane kierunkami wykrytych lineacji oraz, że lineacje są najprawdopodobniej strefami uskoku, wzdłuż których następują przemieszczenia poszczególnych bloków podłoża. Przemieszczenia te następowały zarówno w przeszłości geologicznej, jak też współcześnie, z tym że zmieniała się prędkość i kierunek ruchu poszczególnych bloków.

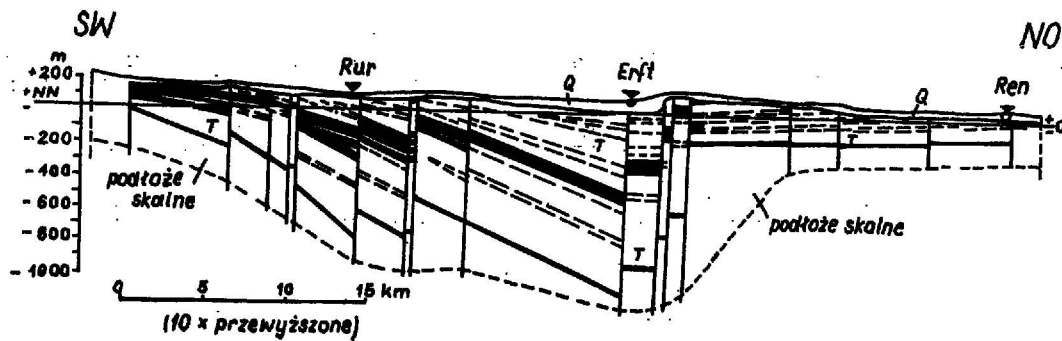
Zdecydowana większość lineacji uwidocznionych na zdjęciu nie wykazuje zauważalnych związków z powierzchniowymi liniami morfologii. Zakładając, że linie widoczne na zdjęciach satelitarnych nie są zjawiskiem przypadkowym, ale są związane z jakimiś naturalnymi czynnikami, rozpoczęto poszukiwanie ich związku z wgłębną strukturą geologiczną. Porównano mapę lineacji (ryc. 1a i b) z mapą geologiczną powierzchni podkenozoicznej (ryc. 2). Okazało się, że niektóre lineacje pokrywają się lub są równoległe do wykrytych wcześniej (12) rowów tektoniczno-

-morfologicznych śledzonych w powierzchni podkenozoicznej.

Taką równoległość lub zgodność zauważa się szczególnie z drugim kierunkiem lineacji. Z tym kierunkiem pokrywa się rów Rawicza, rów Ostrowa Wielkopolskiego oraz wiele dyslokacji w strefie między Złoczowem a Kluczborkiem. Z kierunkami lineacji pierwszej grupy pokrywa się rów Gostyń — Oleśnica. Uskok Odry nie pokrywa się wprawdzie w sposób bezpośredni z żadną linią na zdjęciu satelitarnym, ale jest równoległy do pierwszego kierunku lineacji.

Zjawisko to można wyjaśnić tym, że uskok Odry nie jest rzeczywiście jedną linią, ale zespołem uskoku rozwijających się nad wgłębnym rozłamem skorupy ziemskiej (7). Prawie wszystkie uskoki widoczne na mapie geologicznej wykazują związki bezpośrednie z lineacjami wyznaczonymi na podstawie zdjęcia satelitarnego (ryc. 1a).

Brak na mapie geologicznej dużej liczby linii widocznych na zdjęciu satelitarnym, np. w rejonie bloku przedsudeckiego, wynika z niedostatecznego rozpoznania geologicznego oraz przyjętej przez autorów



Ryc. 4. Schematyczny przekrój geologiczny.

Fig. 4. Schematic geological cross-section.

mapy bezuskokowej koncepcji budowy tego obszaru, co nie pokrywa się z rzeczywistością.

Porównanie mapy synoptycznej (ryc. 3), obrazującej budowę geologiczną podłoża pokrywy permsko-mezozoicznej i kenozoicznej (wykonanej przed otrzymaniem zdjęcia satelitarnego), dowiodło dużej zgodności wykrytych linii uskoków i rozłamów z lineacjami widocznymi na zdjęciu satelitarnym. Szczególnie wyraźnie zaznaczyła się zgodność uskoków w strefie Poznania — Kalisza, rozwiniętych nad wgłębnym rozłamek skorupy ziemskiej (7), a mających identyczny kierunek z kierunkiem pierwszej grupy lineacji widocznych na zdjęciu satelitarnym.

Te strefy dyslokacji nie były uwidocznione na mapie podkenozoicznej (ryc. 2), ze względu na sposób wykonania tej mapy nie uwzględniający analizy najnowszych danych sejsmicznych. Przy konstrukcji mapy geologicznej podpermskiej (12) wykorzystano dane sejsmiczne i analizę pokrywy osadowej i na tej podstawie wyznaczono główne linie tektoniczne, które po porównaniu ich ze zdjęciami satelitarnymi pokrywały się całkowicie z lineacjami pierwszego kierunku. W strefach położonych bardziej na S, m. in. w rejonie Wrocławia, gdzie brak pokrywy osadowej mezozoicznej, a osady kenozoiczne nie zostały dostatecznie przeanalizowane przez autorów mapy, zgodność uskoków przedstawionych na mapie (ryc. 3) z lineacjami (ryc. 1b) jest mniejsza. Można jednak przyjąć, że jest to rezultatem niedokładności mapy geologicznej.

Zgodność lineacji wykrytych na zdjęciu satelitarnym z uskokami wyznaczonymi na mapach geologicznych wgłębnym wskazuje, że lineacje widoczne na zdjęciu satelitarnym mają swój przyczynowy związek z wgłębną strukturą geologiczną. Oczywiście, teza ta wymaga sprawdzenia na innych obszarach oraz wnikliwszej analizy danych (co obecnie, ze względu na ograniczoną ilość czasu, nie było możliwe). Jeśli wyniki dalszej analizy potwierdzą tę tezę, będzie można za pomocą zdjęcia satelitarnego oraz zespołu danych geofizycznych i geologicznych wyznaczać przebieg regionalnych oraz lokalnych linii dyslokacyjnych w podłożu. Mając wyznaczone linie dyslokacyjne, będzie można analizować ruchy pionowe poszczególnych bloków podłoża i na tej podstawie wnioskować o kierunkach migracji węglowodorów, wód i innych pierwiastków mineralnych, jak też wyznaczać przypuszczalne strefy nagromadzeń surowców mineralnych.

#### LITERATURA

1. Barosh J. — Lineament Studies in southern New England and their Tectonic Implications. Materiały z „First International Conference on the New Basement Tectonics”, Salt Lake City, Utah 3—7 VI 1974.
2. Bażyński J. — Próba geologicznej interpretacji zdjęć satelitarnych. Sesja naukowa — „Nowoczesne Metody Kartowania w Naukach Geologicznych”. Uzupełnienie, Warszawa, 1974.

3. Bechtold I. C. — Evidence of Fracturing of the Deep Basement from Nimbus, X-15, Apollo, ERTS-1 and Skylab Images. Materiały z „First International Conference on the New Basement Tectonics”, Salt Lake City, Utah 3—7 VI 1974.
4. Donovan T. J. — Landsat Data Contributions to Project BIRDDOG. Materiały z sympozjum „Applications of Remote Sensing to Mineral and Mineral Fuel Exploration” Sioux Falls, South Dakota 28—31 X 1975.
5. Drahovzal J. A. — The Significance of Lineaments in the Alabama Appalachians. Materiały z „First International Conference on the New Basement Tectonics”, Salt Lake City, Utah 3—7 VI 1974.
6. El-Etr Hassan A. — Proposed terminology of Natural Linear Features. Ibidem.
7. Guterch A., Kowalski T. i in. — Badania skorupy ziemskiej na obszarze Polski metodami sejsmologii eksplozywnej. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. Materiały I Krajowego Sympozjum. Wyd. Geol., 1975.
8. Lathram E. H., Albert M. R. — Significance of Space Image Linears in Alaska. Materiały z „First International Conference on the New Basement Tectonics”, Salt Lake City, Utah 3—7 VI 1974.
9. Ostaficzuk S. — Badania młodych ruchów neotektonicznych metodą zagęszczonych poziomic. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. Materiały I Krajowego Sympozjum. Wyd. Geol., 1975.
10. Reinemund J. A. — International Implications of Landsat Data from a Geological Viewpoint. Materiały z sympozjum „Applications of Remote Sensing to Mineral and Mineral Fuel Exploration” Sioux Falls, South Dakota 28—31 X 1975.
11. Sisselman R. — Exploration by Satellite: Scanning for Earthbound Mineral Deposits. Engineering and Mining Journal A McGraw-Hill Publication, 1975.
12. Sokołowski J. i in. — Mapa strukturalno-geologiczna Polski (w rejonach pozakarpaccich bez utworów kenozoicznych). Min. Górn. i Energ., 1966.

#### SUMMARY

Geological interpretation concerns Landsat-1 image of the area between Wrocław and Poznań. The interpreted lineaments have different length: from a few km to several hundred km. Depending on the visual clarity the lineaments were divided into several classes. They were grouped into two systems. Each system has two sets of lines crossing obliquely under an angle close to 90°. Both systems are mutually twisted which points to a movement of particular tectonic elements in the substratum. Lineament systems are consistently arranged in relation to the main structural lines. Larger



lineament concentrations deserve special attention as they are the most perspective areas of occurrence of ores and other mineral raw materials. The interpretation was made possible through a synthesis of the elements of geographic environment formed also under the influence of geological-structural elements occurring at the depth down to 1.5 km.

Lineament analyses of Landsat-1 image were made and compared with the existing geological maps of deeper substratum. Concordance of certain lineaments from Landsat-1 image with faults marked on substratum maps indicates that the lineaments have a casual relationship with the deeper substratum. It also indicates that it is justified to use satellite pictures for tracing regional and local structural lines in the substratum also in the area of Poland. Differentiation of dislocation lines will make it possible to analyse vertical movements of particular basement blocks and thus to conclude about migration routes of hydrocarbon, water and other elements as well as to delineate zones of possible concentration of mineral raw materials.

### РЕЗЮМЕ

Была проведена геологическая интерпретация изображения Ландсат 1, охватывающего территорию между городами Вроцлав и Познань. В итоге дешифрирования выявлены две линейных системы,

состоящие из ряда линий продолжительностью от нескольких до сотен километров. В зависимости от четкости изображения все линеации подразделяются на ряд классов. Каждая из систем включает две группы линий, пересекающихся почти под прямым углом. По отношению друг к другу обе системы скручены, что обусловлено очевидно движениями отдельных тектонических элементов фундамента. Линейные системы простираются в закономерной связи с основными структурными направлениями. Интерес представляют места сгущения линий как возможные районы распространения полезных ископаемых. Дешифрирование основывалось на анализе элементов географической среды, сформировавшихся тоже в зависимости от структурно-геологической обстановки до глубины 1,5 км.

Данные дешифрирования сопоставлялись с геологическими картами глубинного основания. Совпадение некоторых дешифрированных линий со сбросами на геологических картах говорит о причинной связи рассматриваемой линейности с глубинным геологическим строением. Таким образом, космические снимки могут применяться для определения простираения региональных и местных структурных линий на территории Польши. Выявление линий разрывных нарушений даст возможность провести анализ вертикальных перемещений отдельных блоков фундамента и, следовательно, делать предположения относительно направлений миграции битумов и вод, а также распространения других полезных ископаемых.