

## WSTĘPNE DANE O TEKTONICE PERMOMEZOZOIKU LZW W ŚWIETLE PRAC FOTOINTERPRETACYJNYCH

UKD 551.24+551.736/.76:550.814:528.77+629.785(438-11LZW)

Celem artykułu jest ukazanie możliwości wykorzystania interpretacji zdjęć lotniczych i satelitarnych dla wstępnego rozpoznania budowy geologicznej, a szczególnie tektoniki nieciągłej. Metody, jakie są dotychczas stosowane w geologii, nie pozwalają szybko i tanio na bezpośrednie określenie przebiegu linii tektonicznych. Wyznaczanie linii tektonicznych jest istotnym elementem rozpoznania perspektywicznych terenów górniczych zarówno ze względu na utrudnienia w przyszłej eksploatacji, jak i na to, że mogą stanowić drogi migracji wód i gazu. Natomiast w wyniku interpretacji różnych materiałów teledetekcyjnych uzyskuje się fotolineamenty, które najczęściej odzwierciedlają strefy lub pojedyncze linie tektoniczne.

W niniejszym artykule poczyniono również próby wnioskowania o tektonice głębszego podłoża, na podstawie analizy wyników interpretacji, w połączeniu z istniejącymi materiałami geologicznymi. Z inicjatywy mgr J. Porzyckiego (Oddział Górnośląski IG) do prac geologicznych obejmujących m.in. sporządzanie map geologiczno-żłóżowych obszaru LZW włączono prace fotointerpretacyjne.

Analizując stan wiedzy o omawianym obszarze, należy stwierdzić, że najlepiej jest rozpoznany kompleks podmezozoiczny oraz utwory czwartorzędowe. Wynika to z faktu, że rozpoczęte przed wojną badania karbonu produktywnego kontynuuje się po dzień dzisiejszy. Opracowania geologiczne, wykonane w Oddziale Górnośląskim IG, przedstawiają wyczerpująco model strukturalny karbonu produktywnego (Z. Dembowski, J. Porzycki 1967, 1970). Istotne znaczenie dla poznania modelu strukturalnego regionu lubelskiego mają prace A. M. Żelichowskiego (16), A. Chiżniakowa i A. M. Żelichowskiego (2). Na tle materiałów dotyczących paleozoiku, nieco słabiej przedstawia się stan rozpoznania mezozoiku.

Bogaty materiał z wierceń wykonanych na obszarze LZW, a dotyczący pokrywy permomezozoicznej, jest opracowany w niewielkim jeszcze stopniu. Pierwszy syntetyczny i do dziś aktualny rys budowy geologicznej permomezozoiku przedstawił W. Pożaryski (12). Z nowszych prac należy wymienić opracowanie T. Niemczyckiej (9), omawiające

szeroko zagadnienia paleogeografii i sedymentacji utworów górnej jury. Licznych opracowań doczekał się problem krasu powierzchniowego, form polodowcowych i sufozyjnych. Szczególnie interesujące są prace: E. Rühlego (14), H. Maruszczaka (7), T. Wilgata (15).

### METODYKA BADAŃ

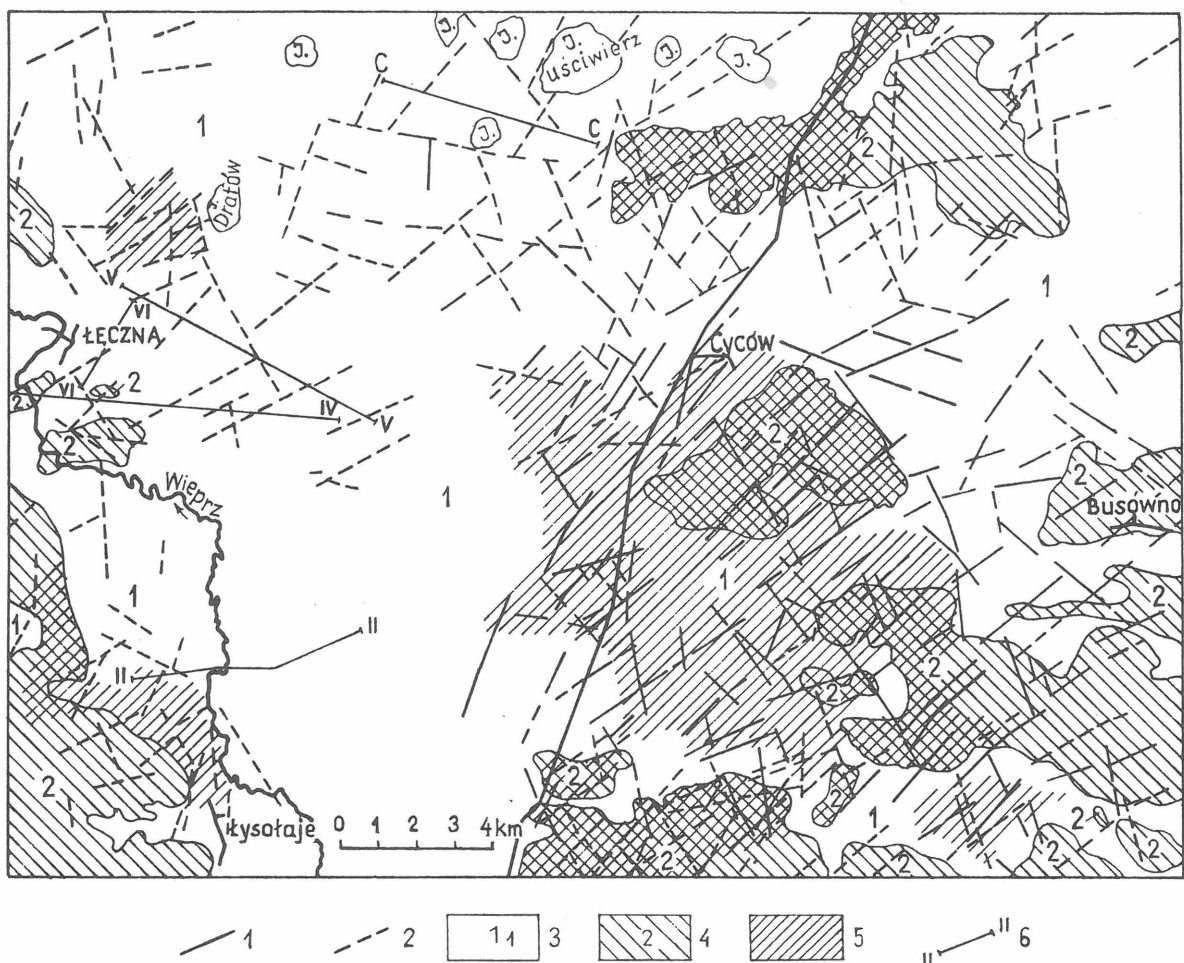
Prace prowadzono w następujących etapach:

- prace fotointerpretacyjne, obejmujące interpretację zdjęć lotniczych i wielospektralnych obrazów satelitarnych,
- rekonesans terenowy,
- reinterpretacja,
- przegląd geologicznych materiałów archiwalnych,
- analiza geologiczna uzyskanych wyników.

Do interpretacji wykorzystano zdjęcia lotnicze panchromatyczne w skali 1:35 000 i obrazy satelitarne typu Landsat. W trakcie interpretacji stereogramów zdjęć lotniczych wydzielono elementy liniowe podkreślone fototonalnie, ułożeniem zagłębień krasowych, przebiegiem dolin rzecznych lub krawędzi morfologicznych. Nawet na tych obszarach, gdzie miąższość czwartorzędu jest stosunkowo duża, wydzielono fotolineamenty.

Szczególnie przydatne dla określenia zasięgu występowania zjawisk krasowych okazały się fotoszkice robocze, umożliwiające przegląd znacznie większych obszarów niż pojedyncze zdjęcia lotnicze. Wydzielone w ten sposób granice obszarów krasowych (ryc. 1) uściślają w dużym stopniu wydzielenia (13). Wyinterpretowane fotolineamenty zestawiono w skali 1:50 000 na uproszczonym podkładzie topograficznym z naniesionymi – płytko leżącymi i wychodzącymi na powierzchnię – utworami kredy (wg mapy geol. S. Z. Różyckiego – 13) (ryc. 1).

W celu uzyskania przejrzystego obrazu rozkładu fotolineamentów, wykonano mapę ich zagęszczenia na jednostkę powierzchni i ukazano je na tle struktur tektonicznych karbonu produktywnego (ryc. 3). Aby uzyskać obraz generalnych trendów, lineamentów, wykonano – na podstawie 409 pomiarów – diagram rozetowy (ryc. 4).



Ryc. 1. Mapa fotointerpretacyjna LZW (fragment).

1 – fotolineamenty wyraźne, 2 – fotolineamenty mniej wyraźne, 3 – utwory młodsze od kredy – nierozdzielone, 4 – utwory kredy na powierzchni lub pod niewielką pokrywą osadów młodszych, 5 – obszary występowania zjawisk krasowych, 6 – profile badań geoelektrycznych (wg A. Pawłowskiej i A. Tracza – 10).

Fig. 1. Photointerpretation map of the Lublin Coal Basin (a fragment).

1 – distinct photolineaments, 2 – less distinct photolineaments, 3 – unsubdivided rocks younger than Cretaceous, 4 – Cretaceous rocks at the surface or under thin cover of younger ones, 5 – area of occurrence of karst phenomena, 6 – geoelectric profiles (after A. Pawłowska and A. Tracz – 10).

#### WYNIKI INTERPRETACJI

Obszar badań o powierzchni 1600 km<sup>2</sup>, obejmuje Centralny Rejon Węglowy LZW oraz rejony bliskiej perspektywy górniczego zagospodarowania. W budowie geologicznej najważniejszą rolę odgrywają skały górnokredowe tworzące silnie urzeźbioną powierzchnię podczwartorzędową. W wielu miejscach kulminacje podłoża kredowego osiągają współczesną powierzchnię terenu. Są to węglanowe skały masywne zróżnicowane litologicznie na trzy podstawowe typy:

- podatna na krasowienie kreda piaszczysta,
- nietrwała, ale zawierająca znaczną domieszkę substancji ilastej margle,
- odporne na wietrzenie opoki.

W warstwie powierzchniowej występują utwory piaszczysto-pylaste oraz jednorodne lessy leżące w wielu miejscach bezpośrednio na utworach kredy.

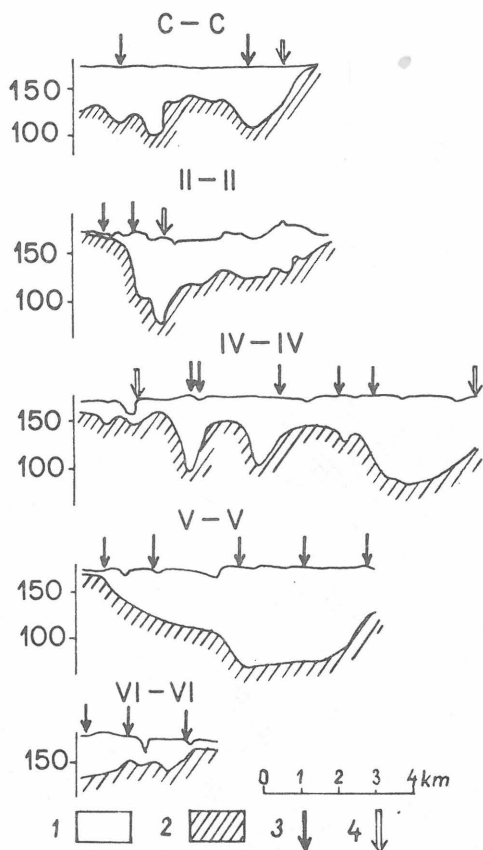
Analiza wyników interpretacji ujawniła wiele zagadnień, wymagających wyjaśnienia; są to:

- problem genezy fotolineamentów,
- rozkład fotolineamentów,
- związki linii tektonicznych stwierdzonych na powierzchni z uskokami paleozoicznymi,

– związki krasu z tektoniką.

W celu wykazania genezy fotolineamentów, przeanalizowano wiele profili geoelektrycznych (10). Okazuje się, że zdecydowana większość fotolineamentów odpowiada załamaniu morfologii lub rynnem erozyjno-denudacyjnym (o głęb. 30–60 m) w podłożu kredowym (ryc. 2). Istnienie tych deniwelacji stwierdzili J. E. Mojski, J. Rzechowski (8) oraz M. Harasym i A. Henkiel (4). Autorzy ci stwierdzili założenia tektoniczne niektórych z tych deniwelacji. Prace fotointerpretacyjne i geofizyczne potwierdzają pogląd, że znaczna część morfologicznych elementów liniowych w utworach kredy, pod przykryciem osadów młodszych, ma założenia tektoniczne.

Stwierdzenie to ma istotne znaczenie praktyczne, ponieważ możliwe jest, że uskoki obserwowane w mezozoiku przedłużają się w utwory karbonu. Wnioski takie można wyciągnąć przez analogię z zagłębiem lwowsko-wołyńskim. W. A. Kuszniruk (6) stwierdził – na podstawie obserwacji poczynionych w istniejących kopalniach – że liczne uskoki przecinające karbon produktywny kontynuują się w nadlegających utworach mezozoiku. Wartości zrzuć nie przekraczają 25 m, a w większości są kilkumetrowe, jednak niektóre chodniki, prowadzone w pokładach węgla, za uskokiem wchodziły w utwory mezozoiku. Poza tym



Ryc. 2. Przebieg fotolinieamentów na tle uproszczonych przekrojów geofizycznych (przekroje zaznaczono na ryc. 1). 1 – osady czwartorzędowe, nierozdzielone, 2 – utwory podzwartorzędowe (kreda), 3 – miejsca przecięcia się fotolinieamentu z przekrojem, 4 – miejsca przecięcia się przedłużenia fotolinieamentu z przekrojem.

Fig. 2. Distribution of photolineaments at the background of simplified geophysical cross-sections (see Fig. 1 for location of the latter).

1 – unsubdivided Quaternary deposits, 2 – pre-Quaternary (Cretaceous) deposits, 3 – crossing of photolineament and cross-section, 4 – crossing of extension of photolineament and cross-section.

wszelkie rozluźnienia górotworu są drogami migracji wód i gazu. Na obszarze LZW mogą występować podobne zaburzenia tektoniczne. Wcześniejsze rozpoznanie, m.in. przez zastosowanie fotointerpretacji może mieć istotny wpływ na bezpieczeństwo i efektywność prac górniczych.

Diagram kierunków fotolinieamentów (ryc. 4), wykonany na podstawie 409 pomiarów, wskazuje na istnienie w utworach górnej kredy dwóch głównych kierunków, w których grupuje się ponad 56% pomiarów:

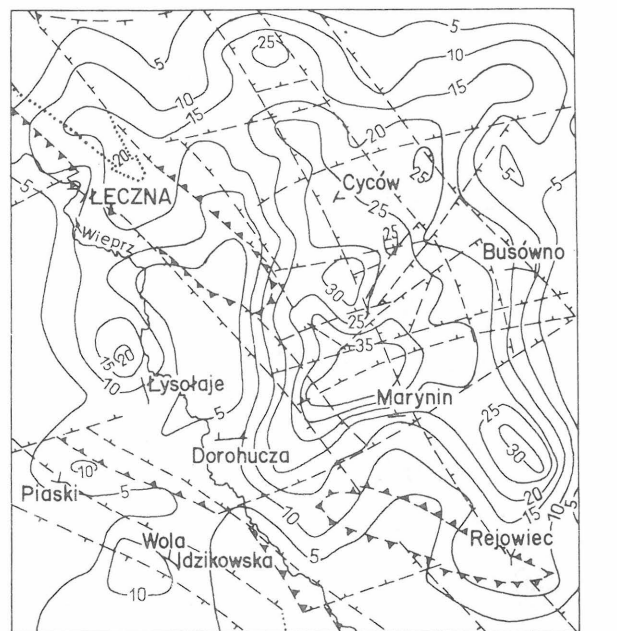
I system (ok. 40% pomiarów) jest zawarty w przedziale 50–70°.

II system (ok. 16% pomiarów) jest zawarty w przedziale 330–340°.

System I jest ogólnie zgodny z uskokami Hanny i Święcicy, A. M. Żelichowski (*op. cit.*), natomiast system II z przebiegiem zrębu Kocka.

Analizując mapę fotolinieamentów (ryc. 1), można stwierdzić, że elementy liniowe wyraźnie grupują się w kilku rejonach:

- na NE od Łęcznej,
- Milejów–Łysołaje,
- Cyców–Chojno,
- na N od Rejowca (Krzywowola).



Ryc. 3. Mapa zagęszczenia fotolinieamentów (wydzielenia w paleozoiku wg J. Porzyckiego – 11).

1 – izoliny gęstości fotolinieamentów, 2 – uskoki paleozoiczne, 3 – przypuszczalny zasięg karbonu, 4 – przypuszczalny zasięg pokładu 395/305.

Fig. 3. Map of density of photolineaments (sketch map of Paleozoic elements after J. Porzycki – 11).

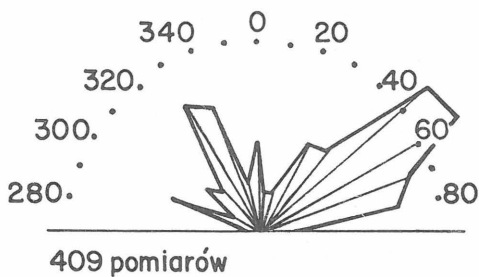
1 – isolines of density of photolineaments, 2 – Paleozoic faults, 3 – inferred extent of Carboniferous, 4 – inferred extent of coal seam 395/305.

Wiele czynników może warunkować taki rozkład fotolinieamentów; jednym z nich jest fotogeniczność terenu uzależniona z kolei od miąższości pokrywy czwartorzędowej i jej zróżnicowania oraz stopnia zaangażowania tektonicznego danego obszaru, a w głównej mierze przejawów ruchów neotektonicznych i współczesnych.

Na opracowanej przez autorów mapie izolinii gęstości fotolinieamentów (ryc. 3) zaznaczają się wyraźnie powyżej wymienione maksima zagęszczenia fotolinieamentów. Dwa z nich są szczególnie widoczne: w rejonie Cycowa–Chojna i na północ od Rejowca. Celowo przedstawiono mapę izolinii na tle mapy strukturalnej J. Porzyckiego (11); w ten sposób związek fotolinieamentów występujących na powierzchni ze strukturami podłoża permomezozoiku jest szczególnie wyraźny. Przykładem tego może być rejon Ludwinów–Siedliszcze, o bardzo dobrze rozpoznanym podłożu paleozoicznym pociętym licznymi dyslokacjami, tworzącymi skomplikowany układ rowów i zrębów.

Najwyraźniejsze maksimum zagęszczenia fotolinieamentów występuje w strefie ograniczonej dwoma ważnymi strefami tektonicznymi, dyslokacją Święcicy i dyslokacją ograniczającą zręb Kocka. Jedną z dyslokacji towarzyszących uskoku Święcicy stanowi oś największego maksimum. Poza tym znaczna część tego maksimum znajduje się bezpośrednio nad paleozoiczną strukturą zrębowa.

Podobną sytuację mamy w rejonie Świerszczowa. Nie wielkie maksimum w rejonie jeziora Dratów znajduje się bezpośrednio nad poprzeczną dyslokacją przecinającą zręb Kocka. Jednocześnie prawie zupełny brak fotolinieamentów nad tą strukturą może świadczyć o mniejszej ruchli-



Ryc. 4. Diagram zbiorczy fotolineamentów dla obszaru LZW.

Fig. 4. Summative diagramme of photolineaments for the area of the Lublin Coal Basin.

wości tego obszaru. Inne maksima w rejonie Milejowa, Rejowca, ze względu na mniejszy stopień rozpoznania podłoża mezozoiku, trudno wiązać z jakimiś konkretnymi strukturami paleozoicznymi. Wydaje się przez analogię, że mogą one wskazywać na obszary o większym stopniu komplikacji karbonu niż rejony sąsiednie.

Szczególnie silne zaangażowanie tektoniczne wykazują utwory powierzchniowe nad strefami wgłębными, gdzie zrzuty uskoków bretońskich obserwowane w utworach przedwieńskich przekraczają 1000 m (16). Te same uskoki odmłodzone w fazie asturyjskiej nie przekraczają zrzutu 100 m (11). Wskazuje to na permanentne odmładzanie niektórych dyslokacji.

Maksima zagęszczenia fotolineamentów na mapie izolinii gęstości (ryc. 3) mogą wskazywać rejony o szczególnej aktywności ruchów neotektonicznych, a nawet współczesnych. Wpływ niektórych stref uskokowych na rozprzestrzenienie i zróżnicowanie pokryw czwartorzędowych zaobserwowali M. Harasymiuk i A. Henkiel (4). Mapa zagęszczenia fotolineamentów może być ważnym materiałem wyjściowym do wyznaczania obszarów szczególnie aktywnych w przeszłości i współcześnie.

Przedstawione wyniki interpretacji pozwalają przypuszczać, że bezpośrednią przyczyną powstania sieci spękań i uskoków w pokrywie permomezozoicznej były ruchy bloków jego podłoża. Tak jest również pogląd A. M. Żelichowskiego (*op. cit.*) i T. Niemczyckiej (9). Odmienny pogląd na tektonikę kompleksu mezokenozoicznego przedstawili M. Harasymiuk i A. Henkiel (4). Przyjmują oni, że sieć dyslokacji w mezozoiku powstała niezależnie od podłoża, lecz pod wpływem naprężeń w orogenie karpacskim. W świetle wyżej przedstawionych wyników fotointerpretacji pogląd ten jest dyskusyjny; w każdym razie nie można temu czynnikowi wyznaczać pierwszoplanowej roli w powstawaniu sieci spękań i uskoków w rejonie LZW.

Materiału do regionalnych analiz dostarcza Satelitar na mapa fotolineamentów J. Bażyńskiego (1). Nie jest dziełem przypadku, że fotolineament bardzo dobrze czytelny biegnący od Pionek przez Zwoleń – Kazimierz Dolny, Wysokie, Turobin, odpowiada paleozoicznej strefie dyslokacyjnej ograniczającej rów mazowiecko-lubelski od południo-zachodu, wyznaczonej przez A. M. Żelichowskiego (16). Natomiast strefa NE na obszarach satelitarnych jest nieczytelna. Potwierdza się sugestia T. Niemczyckiej (9), że wschodnia granica paleozoicznego rowu lubelskiego nie zaznacza się w mezozoiku. Uskok Hanny, wyznaczony przez B. Arenia i S. Pawłowskiego w 1956 r. na podstawie materiałów geofizycznych i potwierdzony w latach późniejszych wierceniami, został stwierdzony również na zdjęciach satelitarnych.

Na NE obrzeżeniu rowu mazowiecko-lubelskiego występuje jednostka podniesiona – zrąb Kocka, prześlędzona na zdjęciach satelitarnych. Fotolineamenty poprzeczne o kierunku NE – SW w rejonie Kocka, Leszkowic odpowiadają dyslokacjom na mapie strukturalno-złożowej LZW J. Porzyckiego (11).

Porównując na mapie fotointerpretacyjnej (ryc. 1) rejonny szczególnego zagęszczenia fotolineamentów z wyznaczonymi obszarami występowania zjawisk krasowych, nasuwa się nieodparcie wniosek o ścisłym związku procesów krasowych ze strefami rozluźnień tektonicznych. Na taką zależność zwraca uwagę E. Rühle (14). Badania S. Krajewskiego (5) wykazały istnienie w utworach górnej kredy Lubelszczyzny systemów szczelin i spękań, którymi odbywa się ruch wody. Niewątpliwie powierzchniowe i wgłębne wody wykorzystują wszelkie rozluźnienia górotworu dla migracji, dlatego też na obszarach wychodni kredy, gdzie brak linii tektonicznych, nie stwierdzono przejawów procesów krasowych.

#### PODSUMOWANIE

Analiza wyników fotointerpretacji pozwala sformułować następujące wnioski:

1. Sieć uskoków i spękań w permomezozoiku powstała wskutek ruchów bloków podłoża paleozoicznego.
2. Dwa główne trendy fotolineamentów pokrywają się z kierunkami regionalnych dyslokacji udokumentowanych w paleozoiku.
3. Zagęszczenia fotolineamentów, stwierdzonych na powierzchni, odpowiadają strefom o znacznej komplikacji tektonicznej w podłożu permomezozoiku.
4. Fakt, że zrzuty niektórych głównych dyslokacji zmieniają się w poszczególnych piętrach strukturalnych, a jednocześnie widoczny jest ich bezpośredni związek z liniami tektonicznymi w mezozoiku, może świadczyć o ciągłym odmładzaniu – w kolejnych fazach ruchów – stref tektonicznych o głębokich założeniach. Analiza fotointerpretacyjna tych linii oraz badania pokryw czwartorzędowych wskazują na współczesny charakter tych ruchów.
5. Obszary z dobrze rozwiniętymi zjawiskami krasowymi mają niewątpliwą związek ze stopniem zaangażowania tektonicznego utworów górnej kredy, w których kras jest rozwinięty.

Celem prac fotointerpretacyjnych było sprawdzenie wartości materiałów teledetekcyjnych dla obszaru LZW, mało zróżnicowanym pod względem geologicznym i morfologicznym. Interpretacja zdjęć lotniczych ujawniła dość duży zasób informacji geologicznych niemożliwych do uzyskania w tak krótkim czasie i bez dużych nakładów finansowych. Wyznaczono przede wszystkim linie tektoniczne – potencjalne strefy zagrożeń w przyszłej eksploatacji, obszary o największym stopniu komplikacji karbonu produktywnego (potwierdzono już rozpoznane i wyznaczono prawdopodobne), rejonny szczególnego nasilenia zjawisk krasowych oraz rejonny, gdzie zachodziły ruchy neotektoniczne, a należy się liczyć z istnieniem ruchów współczesnych.

Przedstawiony materiał wymaga jeszcze uzupełnienia interpretacją obrazów radarowych, jako szczególnie przydatnych w wykrywaniu stref nieciągłości, pełniejszego wykorzystania zdjęć satelitarnych oraz przeprowadzenia szczegółowej analizy materiałów archiwalnych. Wyniki uzyskane na podstawie dotychczasowych prac okazały się na tyle interesujące, że postanowiliśmy je przedstawić w niniejszym artykule.

## LITERATURA

1. Bażyński J. — Satelitarna mapa fotolineamentów. Arch. IG Warszawa 1978.
2. Chiżniakow A., Żelichowski A.M. — Zarys tektoniki obszaru lubelsko-lwowskiego. Kwart. Geol. 1974 nr. 4.
3. Dembowski Z. — Warunki geologiczno-górniczne w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Ibidem nr 3.
4. Harasymiuk M., Henkiel A. — Tektonika kompleksu mezokenozoicznego między Łęczną a Lublinem. II Krajowe Sympozjum — Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. Warszawa 1978.
5. Krajewski S. — Charakter dróg krążenia wód podziemnych w utworach górnej kredy na Wyżynie Lubelskiej. Prz. Geol. 1980 nr 8–9.
6. Kuszniruk W.A. — Геологическое строение и тектоническое особиенности лвовско-воłyньско-каменнougólnого басейна. Izd. Naukowa Dumka Inst. Geol. i Geochem. Akad. Nauk. USSR Kijew 1968.
7. Maruszczak H. — Zjawiska krasowe w skałach górnokredowych międzyrzecza Wisły i Bugu. (Typ krasu kredy piszącej). Prz. Geogr. 1966 z. 3.
8. Mojski J.E., Rzechowski J. — Plejstocen okolic Podgłębokiego na Polesiu Lubelskim. Biul. Inst. Geol. 1969 nr 220.
9. Niemczycka T. — Jura górna na obszarze wschodniej Polski (między Wisłą a Bugiem). Pr. Inst. Geol. 1976 t. 77.
10. Pałowska A., Tracz A. — Dokumentacja badań geofizycznych dla opracowania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50000 arkusze: Łęczna, Urszulin. Arch. IG Warszawa 1975.
11. Porzycki J. — Dokumentacja wynikowa badań geologiczno-złożowych na wybranych profilach N części LZW. Arch. IG Sosnowiec 1976.
12. Pożaryski W. — Zarys tektoniki paleozoiku i mezozoiku Niżu Polskiego. Kwart. Geol. 1964 nr 1.
13. Różycki S.Z. — Mapy rękopiśmienne arkusz Rejowiec, Łęczna w skali 1:300000 arkusz Lublin. Arch. IG Warszawa 1946.
14. Rühle E. — Uwagi o zjawiskach krasowych między środkową Wisłą a Bugiem oraz Bugiem a Styrem. Stud. Soc. Toruń, Sec. C 1976 vol. 8 nr 4–6.
15. Wilgat T. — Kras okolic Cycowa. Ann. UMCS, sec. B 1950 t. 8.
16. Żelichowski A.M. — Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi i Bugiem. Biul. Inst. Geol. 1972 nr 263.

## SUMMARY

The use of air and satellite photos made possible fairly quick preparation of map of photolineaments in the Lublin Coal Basin region. Analysis of geophysical and borehole data showed that the majority of photolineaments reflect tectonic lines in Cretaceous rocks.

Areas of very high activity of karst processes are, at the same time, the zones of markedly effected by tectonic movements. The connection of increased density of photolineaments and degree of complications in Paleozoic basement is also very clear. There is growing evidence for origin of the network of faults and fractures in Permian-Mesozoic cover due to movements of Paleozoic basement blocks. It seems that the areas of especially high density of photolineaments represent potential zones of recent crustal movements. In mining works, such zones should be regarded as of increased water and gas hazard.

## РЕЗЮМЕ

Благодаря применению аэросъёмки и космических съёмки за короткое время была составлена карта фотолінементов района Любелського угольного басейна. Анализ геофизических и буровых материалов позволяет констатировать, что большинство фотолінементов отражает тектонические линии в меловых отложениях.

Районы, в которых наблюдается особое усиление карстовых явлений, являются одновременно зонами с большой тектонической активностью. Видна также связь между густотой размещения фотолінементов и степенью сложности палеозойского основания. Многие данные указывают на то, что сеть сбросов и трещин в пермomesozoic образовалась в результате движения блоков палеозойского основания. Кажется, что районы особого сгущения фотолінементов являются одновременно потенциальными зонами современных движений. При ведении горных работ следует обращать внимание на эти зоны, как на места увеличенной водной и газовой опасности.