

JÓZEF BAŻYŃSKI, MAREK GRANICZNY, MARIA MICHALSKA, TOMASZ MICHALSKI

Instytut Geologiczny, Politechnika Warszawska

CZYTELNOŚĆ NIEKTÓRYCH STRUKTUR HYDROGEOLOGICZNYCH OKOLIC JEZIOR RADUŃSKO – OSTRZYCKICH NA ZDJĘCIACH SATELITARNYCH LANDSAT

UKD 556.33:552.517'523/.438.16 – 0Jeż. Raduńsko-Ostrzyckie):551.243.8:550.814:528.77:629.78:525

Liczba zastosowań zdjęć satelitarnych w różnych dziedzinach nauki i gospodarki rośnie bardzo szybko. Geologia jest gałęzią nauki, która jako jedna z pierwszych

rozpoczęła wykorzystywać zdjęcia satelitarne dla różnych celów: badań podstawowych, poszukiwań surowców mineralnych oraz dla geologii inżynierskiej. Również w Polsce

prowadzone są badania nad sposobem i zakresem stosowania zdjęć satelitarnych w naszych warunkach geologicznych.

Celem tego artykułu jest przedstawienie nietypowego zastosowania zdjęć satelitarnych dla ukierunkowania szczegółowych badań hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich na obszarze o występowaniu dużej miąższości osadów czwartorzędowych. W związku z projektem podniesienia poziomu wody w jeziorach Pojezierza Kaszubskiego przeprowadzono badania hydrogeologiczne w Instytucie Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej, z którego inicjatywy współautorzy artykułu z Instytutu Geologicznego wykonali szczegółową analizę obecnie dostępnych zdjęć satelitarnych.

Powszechne wiązanie przebiegu fotolineamentów bezpośrednio z nieciągłymi strukturami tektonicznymi można uważać za uzasadnione na obszarach płytkiego występowania stropu osadów zaburzonych (3, 14). W przypadku jednak dużych miąższości osadów sypkich i spoistych w stosunkowo niskich parametrach wytrzymałościowych elementy tektoniki zaznaczają się na zdjęciach pośrednio przez szereg związanych ze sobą tylko przyczynowo zjawisk geologicznych. Umiejętność związania tych zjawisk ze sobą i z tektoniką pozwolić może z jednej strony na odtworzenie historii rozwoju geologicznego obszaru, a z drugiej – na wykorzystanie czytelności fotolineamentów w działalności gospodarczej człowieka. Podstawowym problemem wymagającym rozwiązania jest tu więc sens fizyczny fotolineamentów.

Liczne przykłady interpretacji zdjęć satelitarnych różnych autorów (8, 12, 1, 7, 19) świadczą o dużym zróżnicowaniu sposobów interpretacji i przedstawiania wyników oraz o odmiennym znaczeniu przypisywanym elementom liniowym widocznym na zdjęciach satelitarnych. Jako czynniki wpływające na uwidocznienie fotolineamentów na zdjęciach satelitarnych wymieniane są najczęściej ruchy neotektoniczne, zróżnicowanie kompaktacji nad strefą nieciągłą, zmiany spowodowane odmiennym krążeniem wód podziemnych w ich strefach, a ostatnio wspomina się również o możliwości oddziaływania tak zwanych ścian cieplnych powstałych wskutek zmian fizycznych i chemicznych w masywach skalnych i na ich kontaktach.

Badania testowe wykazały, że działanie wymienionych czynników spowodowało w naszych polskich warunkach pewne zmiany na powierzchni Ziemi, uwewnętrznione w postaci charakterystycznego układu rzeczno, rozkładu stref suchych i wilgotnych, wydłużonych stref morfologicznych oraz zróżnicowanego pokrycia roślinnego. Oczywiście, że czynniki te wpływają niejednocześnie nie tylko na różnych obszarach, ale również odmienny ich wpływ obserwuje się w różnych porach roku. Wpływ pory dnia nie jest brany pod uwagę, ponieważ zdjęcia satelitarne typu Landsat wykorzystane do niniejszej pracy wykonywane są stale o tej samej porze czasu lokalnego.

Interpretacja zdjęć satelitarnych w geologii jest metodą badawczą pośrednią i jako taka obciążona jest subiektywnym wpływem interpretatora. Dla ograniczenia subiektywnego wpływu na omawianym obszarze wykonano równoległą interpretację przez dwie osoby oraz przyjęto do analizy obrazy powtarzane, wykonane w różnych porach roku. Poprzez zróżnicowanie kąta nachylenia promieni słonecznych, wilgotności i szaty roślinnej następuje zmiana czytelności elementów geologicznych na zdjęciach satelitarnych. Materiałem, którym posłużono się w opracowaniu były transparenty zdjęć skanerowych, wielospektralnych wykonanych przez satelity z serii Landsat 1, 2 i 3 w skali 1:3369000 (oryginał). Zdjęcia te były następnie

analizowane w przeglądarce addytywnej (w skali 1:500000) zezwalając na generację kompozycji barwnych dla różnych wariantów kanałów wielospektralnych. Analizowano również standardowe kompozycje barwne w kolorach nienaturalnych w skali 1:250000. Do analizy posłużyły następujące obrazy:

Landsat 1 wykonany 19.05.1974 kąt padania promieni słonecznych 51

Landsat 2 wykonany 6.05.1975 kąt padania promieni słonecznych 48

Landsat 2 wykonany 9.09.1975 kąt padania promieni słonecznych 37

Landsat 2 wykonany 17.05.1976 kąt padania promieni słonecznych 50

Landsat 2 wykonany 20.10.1976 kąt padania promieni słonecznych 20

Landsat 3 wykonany 24.03.1978 kąt padania promieni słonecznych 32

Landsat 3 wykonany 29.04.1978 kąt padania promieni słonecznych 36

Wyniki interpretacji wykazały, że wielkość kąta padania promieni słonecznych (podawana w metryczce zdjęć Landsata) ma duży wpływ na czytelność fotolineamentów. Kąt padania promieni słonecznych decyduje bowiem o długości cieni rzucanych przez formy rzeźby terenu i oddziałuje na efekt „plastyczności” zdjęcia satelitarnego. Cała grupa fotolineamentów, która jest związana z prostoliniowymi odcinkami rzeźby terenu jest znacznie lepiej czytelna na zdjęciach wykonanych wiosną, jesienią bądź zimą (o ile nie występuje zbyt gruba pokrywa śnieżna). W warunkach polskich najmniej korzystną porą wykonania zdjęć jest okres od około drugiej dekady kwietnia do końca sierpnia. Należy jednak dodać, że niektóre fotolineamenty, szczególnie te, które są uwizualnione zmianami wegetacji lub wilgotności są lepiej czytelne na zdjęciach letnich. W celu przeprowadzenia pełnej oceny fotolineamentów należy więc, w miarę możliwości, wykorzystywać zdjęcia wykonane w różnych porach roku, co umożliwia automatyczny system zbierania danych o naturalnych zasobach Ziemi „Landsat”.

Analizując warunki występowania wód podziemnych rejonu Jezior Raduńsko-Ostrzyckich zwrócono uwagę na wielokrotnie powtarzającą się zgodność przebiegu fotolineamentów ze strefami wzrostu miąższości osadów sypkich występujących na różnych głębokościach.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Na badanym obszarze strop skał litych występuje na głębokościach ok. 300 m. Są to głównie margle, piaskowce i mułowce kredowe leżące na wapienno-iłowcowych osadach jury. Tektonika obszaru nie została dotychczas bliżej poznana. Trzeciorząd jest reprezentowany przez iły, iłowce i piaski oligocenu oraz piaski i mułowce miocenu. Dzisiejsza miąższość trzeciorzędu jest zmienna i zależy głównie od przebiegu procesów erozyjnych w pliocenie i w starszym czwartorzędzie. Waha się ona od ponad 100 m w Żukowie do około 20 m w Ostrzycach. Duże miąższości trzeciorzędu są związane z obszarami wysoczyzn, małe z głęboko wciętych pliocenickimi i plejstocenickimi dolinami (13).

Mimo znacznej liczby wierceń czwartorzęd jest poznany słabo. Powodem tego jest duża jego miąższość oraz skomplikowana budowa. O przyspągowej części osadów tego wieku wiadomości są bardzo skąpe. Brak udokumento-



Ryc. 1. Szkic przebiegu fotolineamentów.

Fig. 1. Sketch map of the course of photolineaments.

1 – jeziora i ciekiny, 2 – otwory wiertnicze, 3 – przekroje geologiczne, 4 – załączone przekroje geologiczne, 5 – przebieg fotolineamentów.

1 – lakes and creeks, 2 – boreholes, 3 – geological cross-sections, 4 – enclosed geological cross-sections, 5 – course of photolineaments.

wanych osadów interglacialnych oraz mała liczba otworów przebijających całą miąższość czwartorzędu utrudnia odwołanie nawet przybliżonej historii rozwoju geologicznego obszaru.

Na podstawie materiałów z obszaru przekraczającego omawiany w artykule można przypuszczać, że czwartorzęd jest tu reprezentowany przez osady zlodowaceń: krakowskiego, środkowopolskiego i bałtyckiego. Według J. E. Mojskiego (11) oraz B. J. Nowaka i innych (13) osady zlodowacenia krakowskiego wypełniają jedynie obniżenia powierzchni trzeciorzędu, zaś osady zlodowacenia

środkowopolskiego występują powszechnie, nie tworząc jednak ciągłej pokrywy. Dominują tu niewątpliwie utwory związane ze zlodowaceniem bałtyckim. Rozdzielające utwory lodowcowe osady wodno-lodowcowe, rzeczne i zastoiszkowe interglacjału mazowieckiego wypełniają prawdopodobnie jedynie dna kopalnych dolin lub rynien mogących mieć znaczne miąższości, młodsze natomiast mają szersze rozprzestrzenienie.

Łączna miąższość utworów wodno-lodowcowych, rzecznych i zastoiszkowych interglacjału eemskiego oraz interstadiału brörup lokalnie przekracza 100 m (13). Piaski,

żwirki i mułki interfazy mazurskiej są powszechnie spotykane, choć ich miąższość według B. J. Nowaka i innych (13) na ogół nie przekracza kilku – kilkunastu metrów.

Na omawianym obszarze udało się stosunkowo dokładnie prześledzić (9) przebieg tylko kilku poziomów gliniastych i piaszczystych występujących do głębokości około 100 m, obejmujących prawdopodobnie osady związane ze zlodowaceniem bałtyckim. Wśród nich wyróżnia się poziom piaszczysty o znacznej miąższości i rozprzestrzenieniu. Położenie jego stropu jest zmienne i waha się od około 160 do około 90 m npm. Podobnie i jego spąg zawarty jest w przedziale od około 130 do około 60 m npm. Na przekrojach geologicznych poziom ten oznaczono symbolem „P”. Nie występuje on jedynie w strefach zaburzonych glacitektonicznie oraz w osiach kopalnych dolin lub rynien, gdzie częściowo został zniszczony. Jak wynika z przekrojów w podłożu istniejących rynien występują starsze formy dolinne lub rynnowe, choć o nieco innym przebiegu. Są one wypełnione osadami sypkimi i przykryte gliną zwałową. Dokonane przez nie rozcięcia sięgały poniżej 90 m npm. Osady sypkie, młodsze od poziomu „P”, mają niewielkie miąższości i nie mają charakteru ciągłego, co jest udokumentowane w kilku miejscach przez wykonane obok siebie otwory wiertnicze.

Leżące w strefie przypowierzchniowej osady sandrowe różnych poziomów związane genetycznie z fazami – pomorską i kaszubsko-warmińską (17, 2) charakteryzują się kilku – kilkunastometrowymi miąższościami. Jedynie w miejscach skoncentrowanego wypływu rzek lodowcowych miąższości te są większe i przekraczają 40 m (ryc. 2). Być może duże miąższości są wynikiem kilkakrotnego odnawiania się odpływu w tych samych lub blisko siebie położonych korytach i w analizowanych profilach występują osady różnego wieku.

Na omawianym obszarze (ryc. 1) stwierdzono występowanie ujemnych i dodatnich form pochodzenia glacitektonicznego. Przykładem formy ujemnej jest struktura w rejonie Ostrzyc uznana za depresję glacitektoniczną (9) w sensie proponowanym przez H. Ruszczynską-Szenajch (15, 16). Powstanie jej można tłumaczyć lokalną, dodatnią anomalią geotermiczną istniejącą nad hipotetyczną strefą zaburzoną tektonicznie, zgodnie z koncepcją T. Michalskiego (10). Jednorazowe badania geotermiczne wykonane przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych potwierdziły w tym rejonie występowanie takich anomalii, choć ich powstanie jest tłumaczone ruchem wody podziemnej (5). Można przypuszczać, że w którymś ze starszych zlodowaceń doszło do wyparcia osadów z podłoża lądolodu i wbudowania ich we Wzgórza Szymbarskie.

Obecność strefy wyparcia wskazuje na możliwość istnienia w podłożu kenozoiku (być może głębokim), nieoznaczonej dotychczas na mapach, strefy spękań lub dyslokacji. Dodatnimi formami zaburzeń glacitektonicznych są niewątpliwie Wzgórza Szymbarskie oraz okolice Kartuz.

Wszystkie poziomy osadów sypkich są zawodnione. Wody z poziomu „P” oraz leżących wyżej są drenowane bezpośrednio bądź pośrednio przez jeziora i ciekę (9, 6). W drenowaniu poziomu „P” dominującą rolę odgrywają doliny lub rynny przekazujące przynajmniej część wody jeziorom. Do poziomów głębszych rozcięcie kopalnymi formami nie dotarło. Wobec szczupłości materiałów wiertniczych przebieg poziomów głębszych i ich związki z leżącymi wyżej nie są poznane.

ANALIZA PRZEBIEGU FOTOLINEAMENTÓW

Na omawianym obszarze J. Bażyński i M. Graniczny (4) w wyniku fotogeologicznej analizy zdjęć satelitarnych

wyznaczyli przebieg czternastu fotolineamentów (ryc. 1). Dwa z nich wobec braku wierceń wzdłuż ich biegu nie zostały uwzględnione przy dalszej analizie. Z pozostałych dwunastu: wzdłuż jednego istniały 4 otwory wiertnicze, wzdłuż trzech po 3 otwory, przy sześciu po 2 otwory i dwa miały tylko po jednym otworze. Porównanie przekrojów hydrogeologicznych z przebiegiem fotolineamentów pozwoliło na stwierdzenie stosunkowo dużej zbieżności między wzrostem miąższości warstw wodonośnych a przebiegiem tych lineamentów. Przy jednym z nich we wszystkich czterech odwiertach stwierdzono duże miąższości osadów sypkich. W sumie z dwunastu fotolineamentów tylko w czterech przypadkach nie wszystkie otwory potwierdziły tę prawidłowość, a tylko w jednym przypadku nie uzyskano potwierdzenia żadnym otworem. Poza fotolineamentami pozostało osiem otworów o dużej miąższości osadów sypkich. Ogólna liczba otworów na analizowanym terenie wynosi 168.

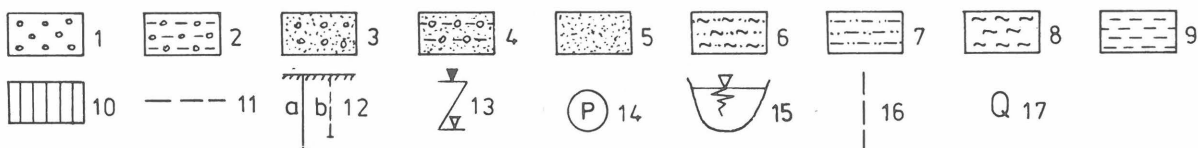
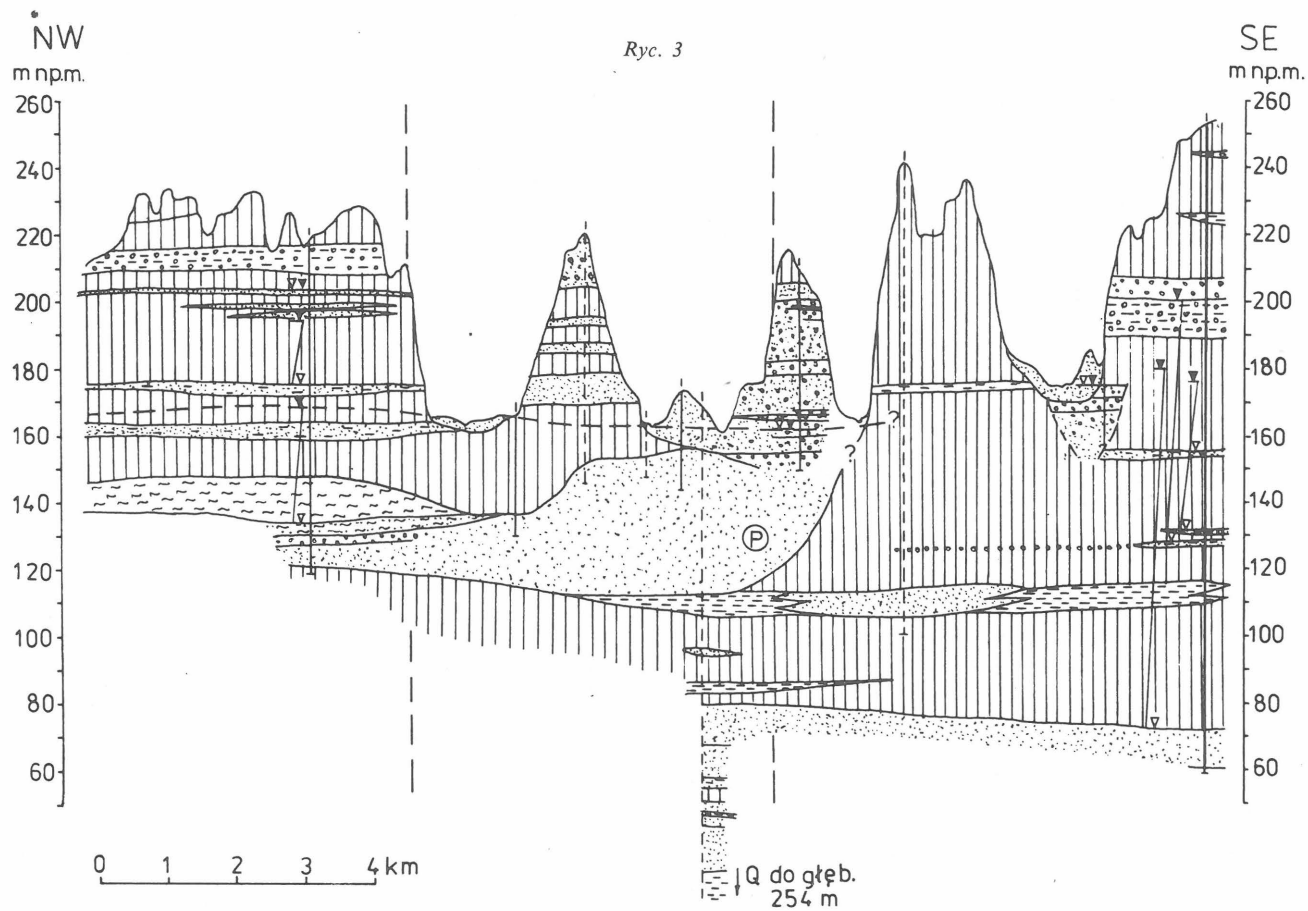
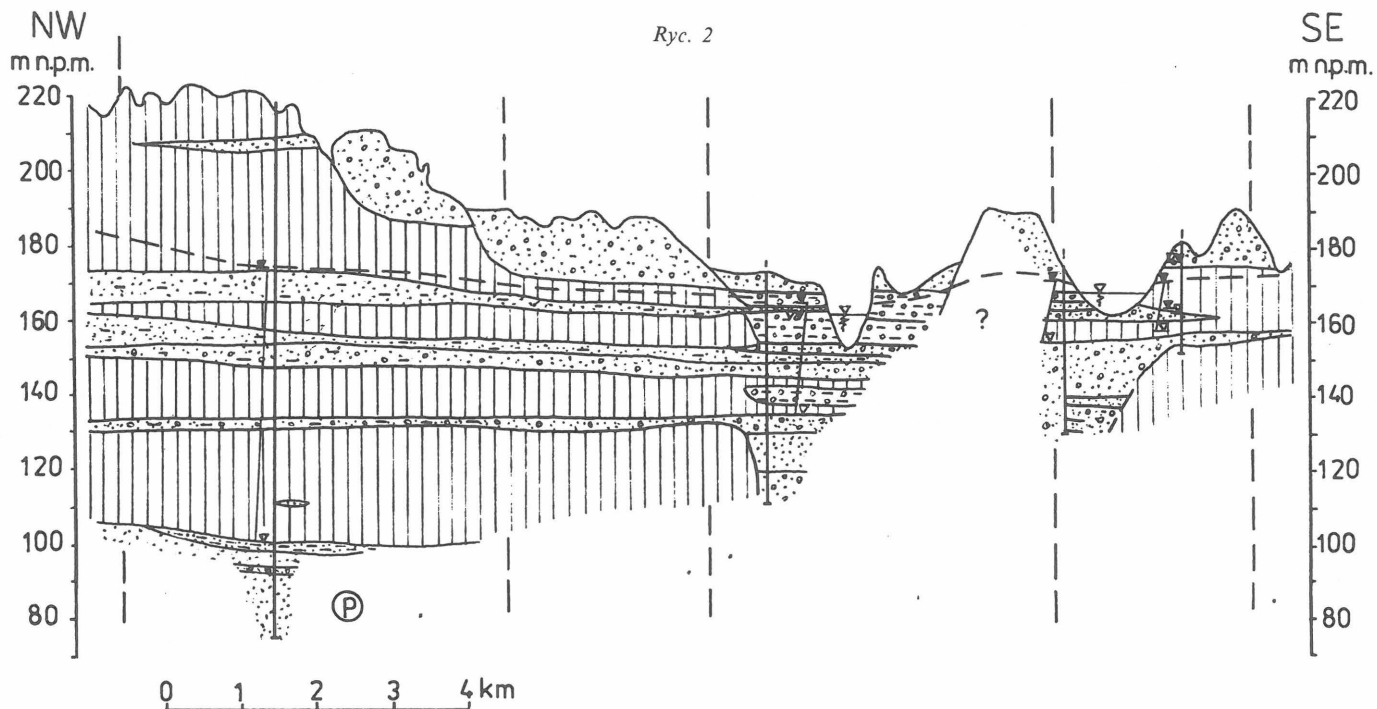
Najlepiej związki między fotolineamentami a miąższościami osadów sypkich ilustrują przekroje poprzeczne do tych lineamentów (ryc. 2 i 3).

Interesujące jest, że lineamenty na ogół występują w strefach brzeżnych struktur hydrogeologicznych. Czyżby przedstawiały sobą przebieg pola elektrycznego lub elektromagnetycznego potencjału filtracji albo potencjału dyfuzyjno-adsorbcyjnego: w jaki sposób rejestrują pole ciepłe związane z filtracją? Trudno obecnie na te pytania odpowiedzieć. Nie ulega jednak chyba wątpliwości, że przybyła jeszcze jedna możliwość wstępnego rozpoznania budowy geologicznej, która może pomóc w projektowaniu badań hydrogeologicznych. Należy jednak podkreślić, że analiza zdjęć satelitarnych nie jest metodą uniwersalną i nie może wyeliminować innych metod badawczych, może jedynie ograniczyć ich zakres wskazując miejsca, w których występują bliżej nie określone anomalie związane obecnie przez autorów z przepływem wód podziemnych.

W jaki sposób powstanie tych struktur hydrogeologicznych jest związane z elementami budowy głębszych osadów pozostaje sprawą nadal otwartą. W przypadku, gdyby fotolineamenty odzwierciedlały rzeczywistość elementy tektoniki nieciągłej można byłoby się spodziewać występowania nad nimi dodatnich anomalii geotermicznych, wpływających w plejstocenie na zmniejszenie miąższości i podwyższenie temperatury wieloletniej marzłoci. To z kolei w etapie zaniku lądolodu mogło ułatwić powstanie szczelin w lodzie i ruch wód sub- i inglacjalnych (10).

W rejonie o gęstej sieci uskoków mogły w trakcie deglacjacji dominować formy i osady związane z działalnością wód lodowcowych. Pewnym potwierdzeniem związków przynajmniej niektórych fotolineamentów z tektoniką jest przecięcie się dwóch z nich w rejonie zauważonej depresji glacitektonicznej w okolicy Jeziora Ostrzyckiego (ryc. 1). Są jednak miejsca (np. w SE części obszaru), gdzie przecięciu się trzech fotolineamentów do głębokości 150 m nie towarzyszą wyraźne zmiany miąższości osadów sypkich. Jest to strefa zaburzeń glacitektonicznych.

Można odnieść wrażenie, że poza wspomnianymi wyżej strefami zaburzeń glacitektonicznych osady leżące poniżej poziomu „P” leżą stosunkowo spokojnie. Można byłoby więc przypuszczać, że wykryta przez J. Bażyńskiego i M. Granicznego (4) struktura kolistą była aktywna w czasie zlodowacenia bałtyckiego, zaznaczając się nie tylko wymuszeniem granic fazy pomorskiej, lecz i silnym udziałem wód lodowcowych w procesie zaniku lądolodu. Głębsze wiercenia być może pozwolą stwierdzić aktywność tej struktury również w starszym czwartorzędzie.



Ryc. 2. Przekrój geologiczny A-A'.

Ryc. 3. Przekrój geologiczny B-B'.

Objaśnienia do przekrojów: 1 – żwiry i otoczaki, 2 – otoczaki zaglinione, 3 – piaski i żwiry, 4 – zaglinione piaski ze żwirem, 5 – piaski, 6 – piaski pylaste, 7 – piaski gliniaste, 8 – pyły i mułki, 9 – ility, 10 – gliny zwałowe, 11 – linia ciśnień przewodniego poziomu wodonośnego, 12 – otwory wiertnicze (a – na linii przekroju, b – rzutowanej), 13 – nawiercone i ustabilizowane zwierciadło wód podziemnych, 14 – oznaczenie poziomu wodonośnego przewodniego, 15 – poziom wody w jeziorach, 16 – miejsca przecięcia fotolineamentów z linią przekroju, 17 – czwartorzęd.

Fig. 2. Geological cross-section A-A'.

Fig. 3. Geological cross-section B-B'.

Explanations to cross-section A-A' and B-B': 1 – gravels and pebbles, 2 – pebbles with clay, 3 – sands and gravels, 4 – loamy sands with gravels, 5 – sands, 6 – silty sands, 7 – loamy sands, 8 – silts and muds, 9 – clays, 10 – tills, 11 – line of pressures major aquifer, 12 – boreholes (a – at the cross-section line, b – projected), 13 – stabilized groundwater table in borehole, 14 – determinations of major aquifer, 15 – water table in lakes, 16 – points of crossing of photolineaments and cross-section line, 17 – Quaternary.

WNIOSKI

1. W wielu miejscach rejonu Jezior Raduńsko-Ostrzyckich fotolineamentom odczytanym ze zdjęć satelitarnych towarzyszy zdecydowana zmiana cech filtracyjnych ośrodka do głębokości kilkudziesięciu metrów, wyrażająca się przede wszystkim wzrostem miąższości warstw wodonośnych.

2. W przypadku struktur o znacznej szerokości fotolineamenty towarzyszą ich krawędziom.

3. Nie można wykluczyć związku tych struktur z tektoniką podłoża czwartorzędu, być może nawet głębokiego.

4. Interpretacja zdjęć satelitarnych nie może zastąpić innych metod badawczych w hydrogeologii, może tylko wskazać miejsca, w których występują bliżej nie określone dotychczas anomalie związane być może z niejednorodnością warunków hydrogeologicznych.

5. W świetle otrzymanych wyników wydaje się celowe kontynuowanie prac nad związkami między przebiegiem fotolineamentów a warunkami krążenia wód podziemnych na obszarach o miąższej pokrywie osadów wieku czwartorzędowego.

LITERATURA

1. Aarnisalo J. – Use of Satellite Pictures for Determining Major Shield Fractures Relevant for Ore Prospecting. Northern Finland. Report of Investigation No. 21, Geol. Survey of Finland, 1978.
2. Augustowski B., Sylwestrzak J. – Zarys budowy geologicznej i rzeźba terenu: Pojezierze Kaszubskie. Pr. zbior. Gdańskie Tow. Nauk. 1979.
3. Bażyński J., Graniczny M. – Fotolineament i ich znaczenie w geologii. Prz. Geol. 1978 nr 5.

4. Bażyński J., Graniczny M. – Fotogeologiczna analiza obrazów satelitarnych Landsat z rejonu Pojezierza Pomorskiego. Arch. Inst. Dróg i Mostów PW (maszynopis). Warszawa 1979.
5. Czerwińska J., Czerwiński T., Wiński J. – Dokumentacja badań geotermicznych w rejonie Jeziora Ostrzyckiego. Ibidem.
6. Janowska H. – Wody podziemne dorzecza górnej Raduni i ich znaczenie w zasilaniu jezior rynnowych. Mat. sesji nt. Zasoby wodne Pojezierza Kaszubskiego a zaopatrzenie w wodę aglomeracji gdańskiej. Gdańskie Tow. Nauk., Uniw. Gdański, Urząd Woj. w Gdańsku. Gdańsk 1979.
7. Kautzleben H. i in. – First results of the experiment Raduga for photographic remote Sensing ESA sp. 134. Paris 1978.
8. Kronberg P. – Fault and fracture patterns of the Rhenish Massif, the Münster Basin and the lower Rhine Valley mapped on imagery from the ERTS-1 Satellite. Geol. Jb. 1976 H. 33.
9. Michalska M., Michalski T., Pałys M. – Sprawozdanie z prac przeprowadzonych w roku 1978 nad realizacją programu rządowego PR-7, podtematu: Koncepcja wykorzystania strefy pojezierzy Polski Północnej dla retencjonowania wód powierzchniowych. Arch. Inst. Dróg i Mostów PW (maszynopis). Warszawa 1978.
10. Michalski T. – Mechanizm powstawania niektórych zaburzeń glacictektonicznych. Biul. Inst. Geol. nr 317, 1979.
11. Mojski J. E. – Zarys stratygrafii plejstocenu i budowy jego podłoża w rejonie gdańskim. Ibidem.
12. Mühlfeld R. – Relationship between Vegetation, Soil, Bedrock, and other Geologic Fractures in Moderate Humid Climate (Central Europe) as seen on ERTS-1 Imagery. Geol. Jb. 1976 H. 33.
13. Nowak B. J., Tomaszewski A., Balcer M. – Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne Pojezierza Kaszubskiego. Mat. sesji nt. Zasoby wodne Pojezierza Kaszubskiego a zaopatrzenie w wodę aglomeracji gdańskiej. Gdańskie Tow. Nauk., Uniw. Gdański, Urząd Woj. w Gdańsku. Gdańsk 1979.
14. Ostaficzuk S. – Lineamenty jako odwzorowanie zjawisk tektonicznych na tle wybranych przykładów z Polski (pr. hab., maszynopis – 1979). Wyd. Geol. UW.
15. Ruszczyńska-Szenajch H. – Glacictektoniczne depresje i kry lodowcowe na tle budowy geologicznej południowo-wschodniego Mazowsza i południowego Podlasia. Stud. Geol. Pol. 1976 vol. 50.
16. Ruszczyńska-Szenajch H. – Zróżnicowanie zaburzeń glacictektonicznych w zależności od przewagi oddziaływania ciężaru lodu lub ruchu lodu. Biul. Geol. 1979 t. 23.
17. Sylwestrzak J. – Rozwój sieci dolinnej na tle recesji lądolodu w północno-wschodniej części Pomorza. Wyd. Uniw. Gdańskiego. Gdańsk 1973.
18. Sylwestrzak J. – Rozwój sieci dolinnej na Pomorzu pod koniec plejstocenu. Gdańskie Tow. Nauk. Gdańsk 1978.
19. Zwiagielski A. A. – Metodyka fotointerpretacji geologicznej. Wyd. Geol. 1976.

SUMMARY

In analysing the conditions of occurrence of groundwater in the Radunia—Ostrzyce lakes, the authors often noted coincidence of the course of photolineaments and zones of increased thickness of non-cohesive deposits, occurring at various depth. The paper presents tentative explanation of that coincidence.

РЕЗЮМЕ

Анализируя условия распространения подземных вод в районе Радуньско—Остшицких озер авторы обращают внимание на многократно повторяющееся согласие пробега фотолинеаментов с зонами увеличения мощности сыпучих осадков выступающих в разных глубинах. Авторы проводят предварительную попытку выяснения этого сходства.