

Ireneusz Wróbel

BADANIA STOSUNKÓW WODNYCH W REJONIE NARINTAJ-OBO WE WSCHODNIEJ MONGOLII

Streszczenie

W artykule przedstawione zostały wyniki badań stosunków wodnych wykonanych w ramach Siódmej Grupy Międzynarodowej Ekspedycji Geologicznej w Mongolskiej Republice Ludowej. Badania prowadzone na obszarach przedgórze Chenteju w t.zw. Wielkim Łuku Kerulenu. Jest to strefa górskiego stepu suchego ze skąpyimi opadami atmosferycznymi w postaci deszczu tylko w miesiącach letnich (czerwiec-lipiec). Ogólna suma opadów atmosferycznych wynosi około 200 mm w roku. W artykule dokonano podziału wód podziemnych na porowe i szczelinowe, wydzielając wodonośne i niewodonośne kompleksy litostratygraficzne. Oceniono na podstawie analiz chemizm wód podziemnych i powierzchniowych i dokonano oceny zasobów wodnych badanego regionu pod kątem możliwości ich wykorzystania dla celów gospodarczych. Największe znaczenie gospodarcze mają wody podziemne wodonośnych kompleksów czwartorzędowych — aluwialnego i aluwialno-proluwialnego (kompleks 1) i kompleksu proluwialno-deluwialnego (kompleks 2).

Wydzielenie kompleksów wodonośnych dokonano w oparciu o badania własne i materiały źródłowe. Synteza przeprowadzonych badań zestawiona została na wycinku mapy hydrogeologicznej stanowiącej rys. 1 niniejszego artykułu.

Zusammenfassung

Im Artikel wurden Ergebnisse den Untersuchungen der Wasserverhältnisse dargestellt, die im Rahmen der Siebten Internationaler Gruppe der Geologischen Expedition in MVR durchgeführt wurden.

Die Untersuchungen wurden auf dem Gebiet des Vorgebirge Chentej im sg Grossen Kerulen Bogen. Das ist die Zone der trockenen Berg-Wüste mit geizigen Fallen in Gestalt des Regens, nur im Sommer — Monaten (Juni, Juli). Die Gesamtsumme der atmosphärischen Fällten beträgt ca 200 mm im Jahr. Im Artikel wurde Teilung der Grundwasser auf Sand — und Spaltenwässer gemacht. Es wird hier der Wassertragene und Wassernichttragene Litostratigraphische Kompleks abgeordnet.

Man beurteilt auf Grund der Chemie Analyse Untergrundwasser und Grundwasser und vollendet man Schätzung des untersuchten Gebiets, mit besonderen Hinsicht auf Benutzung im Wirtschaft.

Die grosse Bedeutung für Wirtschaft haben Untergrundwässer der wassertragende viertragige Komplexe — der aluwial und Aluwial — proluwiale Kompleks (Kompleks — 1) und der proluwialaluwiale Kompleks (Kompleks 2).

Die Ausscheidungen der wassertragenden Komplexe vollendet man in Anlehnung an eigene Untersuchungen — ergebnisse und auf Grund der Mate-

riale. Die Synthese der durchgeführten Untersuchungen wurde auf dem Ausschnitt der hydrologischen Karte zusammengestellt. Diese Karte bildet das Bild 1 des vorliegenden Artikels.

Wstęp

W roku 1978 autor był uczestnikiem Międzynarodowej Ekspedycji Geologicznej w Mongolskiej Republice Ludowej. W ramach tej Ekspedycji grupa polsko-mongolska prowadziła badania geologiczno-poszukiwawcze w Wielkim Łuku Kerulenu we wschodniej Mongolii (na zachód od centrum ajmacznego Undurchan). Program badań obejmował wykonanie kompleksowego zdjęcia geologicznego oraz przeprowadzenie prac poszukiwawczych dla wykrycia złóż cynku, ołowiu, złota, wolframu, fluoru.

Badania stosunków wodnych objęły:

- obserwacje meteorologiczne (temperatury dobowe, parowanie, wilgotność względna i opady);
- kartowanie hydrogeologiczne obszarów dolinnych w czasie którego prowadzono obserwacje i pomiary źródeł, studni, cieków i zbiorników wód powierzchniowych, a także pobierano próby wody do analizy hydrochemicznej;
- ustalenie warunków litostratygraficznych występowania wód podziemnych oraz kartowanie naturalnych odsłoneń ze szczególnym uwzględnieniem osadów czwartorzędowych.

Na obszarze objętym badaniami o powierzchni około 420 km² zlokalizowano i przebadano 21 — źródeł, 3 — studnie wiercone, 17 — studni płytkich (kopanych), 2 — nieduże jeziora i jeden strumyk stały.

Łącznie pobrano 50 prób wody do analizy chemicznej. Większe źródła opróbowano dwukrotnie: wiosną i jesienią, dla wyjaśnienia stałości składu chemicznego i zmienności wydajności źródła. Analizy fizyko-chemiczne prób wody wykonało Centralne Laboratorium Geologiczne w Ułan Bator.

Na podstawie budowy geologicznej badanego obszaru, litostrukturalnych własności poszczególnych formacji i uwzględnieniu wyników badań hydrogeologicznych przeprowadzonych wcześniej (Marinow, Popow — 1963; Kalimulin, Kozłowska — 1968) wydzielono 6 kompleksów wodonośnych.

1. **Kompleks wodonośny czwartorzędowy, związany z osobami aluwialnymi i aluwialno-proluwialnymi wypełniający stare i współczesne doliny (Q_{a, a-p})**

Osady aluwialne i aluwialno-proluwialne o znacznej miąższości (do 50 m wg wierceń archiwalnych) wypełniają największe doliny badanego

obszaru: Geszegne, Nurentyjn-Dzun-Chunduj i Szeryjn-goł. Wodonośny kompleks osadów czwartorzędowych aluwialnych i aluwialno-proluwialnych tworzy jeden z największych zbiorników wód podziemnych i charakteryzuje się dobrą jakością wody. Pod względem litologicznym kompleks ten reprezentowany jest przez piaski drobno, średnio i gruboziarniste z przewarstwieniami i domieszką żwiru i otoczków (galeczniki). Materiał ten jest z reguły słabo obtoczony. Wśród osadów piaszczysto-żwirowych występują przewarstwienia burych glin piaszczystych o miąższości 0,5—2,0 m. Ku peryferiom dolin miąższość kompleksu wyklina się. Zwierciadło wody z reguły jest swobodne i zalega na głębokości od 2 do 7 m. Wydajność studni bazujących na tym kompleksie waha się w granicach od 1—2 l/s (tj. 3,6—7,2 m³/h) przy depresji od 1 do 15 m. Są to wody słabo zmineralizowane o zawartości od 0,3 do 0,9 g/l suchej pozostałości (punkty na mapie 6, 19, 21, 32). Pod względem hydrochemicznym są to wody wodorowęglanowe (HCO₃⁻) i wapniowo-magnezowe (Ca⁺² — Mg⁺²). Niekiedy wśród kationów przewagę mają jony potasowe (K⁺).

Wyniki hydrochemicznych analiz prób wody dla wybranych reprezentatywnych punktów przedstawia się poniżej za pomocą skróconego zapisu wg wzoru M. G. Kurlowa:

Studnia nr 6	$M_{0,42} \frac{HCO_3^{78} \cdot SO_4^{11} \cdot Cl^{10}}{(Na + K)^{39} \cdot Ca^{30} \cdot Mg^{25}} \cdot T^{3,5}$
Studnia nr 19	$M_{0,7} \frac{HCO_3^{70} \cdot SO_4^{18} \cdot Cl^5}{Ca^{46} \cdot Mg^{34} \cdot (Na + K)^{20}} \cdot T^3$
Studnia nr 21	$M_{0,44} \frac{HCO_3^{72} \cdot SO_4^{12} \cdot Cl^7}{Ca^{43} (Na + K)^{28} \cdot Mg^{27}} \cdot T^{4,5}$

Wody podziemne omawianego kompleksu są słabozasadowe (pH = 7,2—7,4) i tylko w punkcie nr 19 wystąpiły wody o odczynie słabo kwaśnym: pH = 6,6—6,2.

W suchej pozostałości analiza spektralna wykryła występowanie w niedużych ilościach następujących pierwiastków: Mn, Ti, Sr, Cz, Cu, Ni, Pb, Mo, Ag.

2. Wody podziemne czwartorzędowe w kompleksie osadów proluwialno-deluwialnymi (Q_{p-d})

Wody podziemne w osadach kompleksu proluwialno-deluwialnego występują lokalnie. Miąższość tych osadów jest niewielka i waha się w granicach 1—5 m. Do tego kompleksu zaliczono również wody podziemne

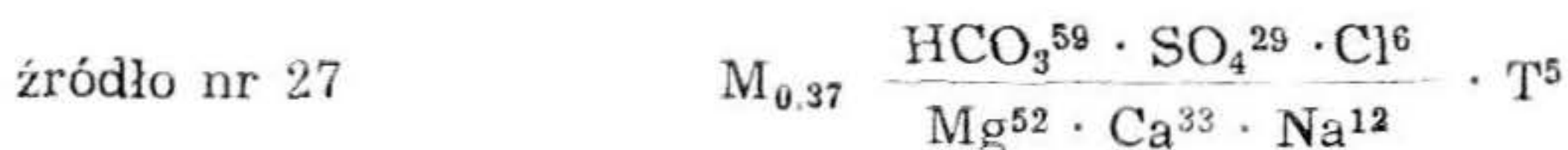
czwartorzędowe związane z innymi typami genetycznymi osadów. Przewagę mają tu osady proluwialno-deluwialne, które pokrywowo zalegają na połączonych skłonach, a także wypełniają śródgórskie kotliny i nieduże śródgórskie doliny okresowych potoków. Pod względem litologicznym osady tego kompleksu reprezentowane są przez materiał detrytyczny słabo obtoczony (drobny żwir i żwir) oraz piaski zaglinione z domieszką materiału aleurytowego. W kompleksie tym występują także soczewki glin i przewarstwienia aleurytowe — lessopodobne. Zróżnicowanie litologiczne omawianych osadów jest znaczne. W związku z powyższym bardzo zmienna jest wodonośność omawianych osadów, a poziom zwierciadła wody podlega w ciągu roku dużym wahaniom — osiągając amplitudy 1,0—1,5 m.

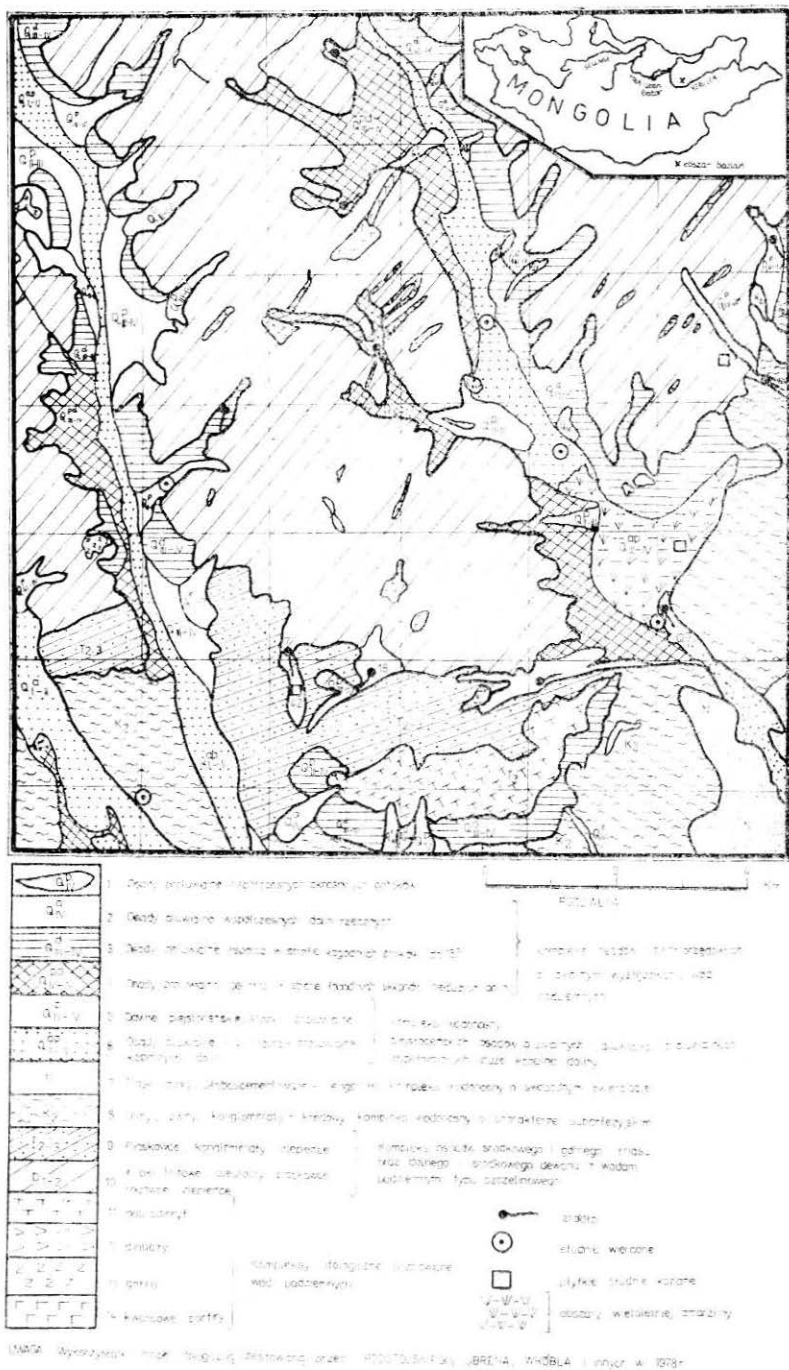
Wody podziemne kompleksu deluwialno-proluwialnego zasiane są przede wszystkim przez infiltrację opadów atmosferycznych a także pośrednio:

- wodami szczelinowymi przede wszystkim triasowego i dewońskiego kompleksu, na obszarach hydraulicznych połączeń (np. punkt 7, 13, 18, 33, 35);
- wodami wieloletniej marzłoty, z topienia soczewek kopalnego lodu — np. źródła: Gedzegennyj-bułak, Narin-us; Ubur-bułak II i inne.

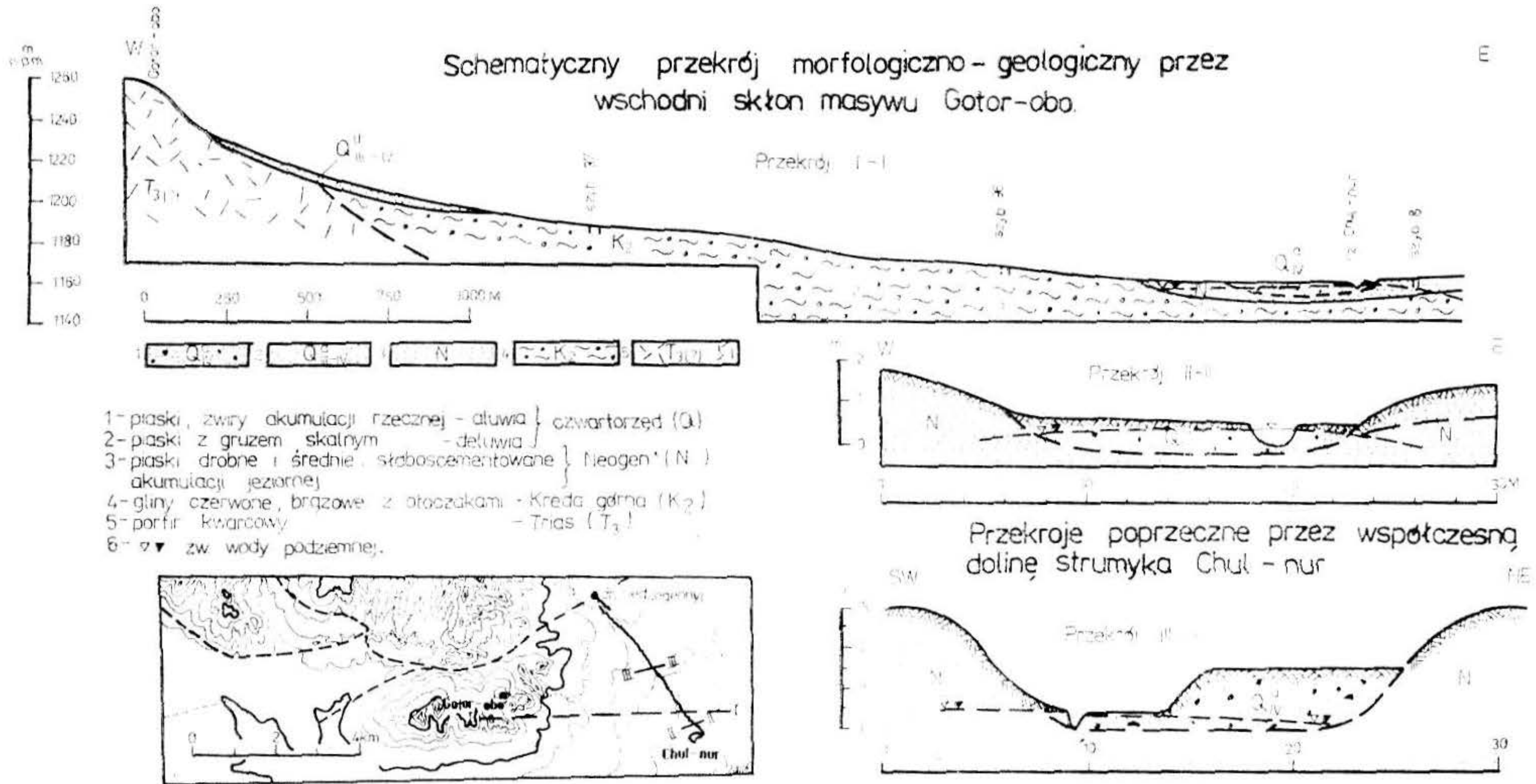
Wody podziemne omawianego kompleksu są eksploatowane za pomocą płytkich studni kopanych często bez obudowy (np. st. nr 23, 36, 42).

Wydajność źródeł waha się w granicach od 0,1 do 1,4 l/s. Wyjątkiem jest źródło Gedzegennyj-bułak, wypływające po południowej stronie obszaru wieloletniej marzliny, dla którego określona orientacyjnie wydajność wahała się w granicach 8—10 l/s. Ogólna mineralizacja dla wód podziemnych tego kompleksu wahała się w granicach od 0,28 do 0,98 g/l. Są to wody słabo zasadowe ($\text{pH} = 7,1\text{—}8,2$), typu wodorowęglanowo-wapniowego (HCO_3^-) ze zmienną ilością jonów wapnia (Ca^{++}), magnezu (Mg^{++}) i sodu (Na^+). Wyjątkiem pod względem jakości jest woda pochodząca ze studni o nazwie Dzabiłgyjn położonej na północ od źródła Gedzegennyj. Jest to woda bardzo mętna o ogólnej suchej pozostałości 5,06 g/l. Pod względem chemicznym wodę z omawianej studni zaliczyć należy do typu wodorowęglanowo-siarczanowego typu ($\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{--}$), z dużą zawartością kationów sodu (Na^+) i magnezu (Mg^{++}). Przyczyny podwyższonej mineralizacji wody ze studni Dzabiłgyjn nie zostały wyjaśnione. Poniżej przedstawia się uproszczony zapis wyników analizy chemicznej dla wybranych punktów wód podziemnych kompleksu osadów proluwialno-deluwialnego:





Rys. 1. Wycinek mapy hydrologicznej



Rys. 2. Schematyczne przekroje morfologiczno-geologiczne przez wschodni skłón Gotor-obo i przez dolinę strumyka Chul-nur

źródło nr 28	$M_{0,43} \frac{\text{HCO}_3^{58} \cdot \text{SO}_4^{21} \cdot \text{Cl}^{12}}{\text{Ca}^{41} \cdot \text{Na}^{31} \cdot \text{Mg}^{21}} \cdot T^{4,5}$
studnia nr 42	$M_{0,85} \frac{\text{HCO}_3^{72} \cdot \text{SO}_4^{23} \cdot \text{Cl}^4}{\text{Mg}^{53} \cdot \text{Na}^{27} \cdot \text{Ca}^{18}} \cdot T^5$
Studnia Dzabilgyjn	$M_{5,06} \frac{\text{HCO}_3^{42} \cdot \text{SO}_4^{35} \cdot \text{Cl}^{11}}{\text{Na}^{56} \cdot \text{Mg}^{36} \cdot \text{Ca}^5} \cdot T^9$

Należy zwrócić uwagę na stosunkowo niskie temperatury wód podziemnych kompleksu osadów proluwialno-deluwialnych, co związane jest z występowaniem wśród tych osadów pól wieloletniej marzliny z soczewkami martwego lodu.

3. Wody podziemne piaszczystych osadów neogenu (Ng)

Osady neogenu w rejonie objętym badaniami były stwierdzone na niedużych powierzchniach w rejonie jeziora Chul-nur oraz w południowo-zachodniej części obszaru badań. Osady neogenu reprezentowane są przez piaski średnio i gruboziarniste, żwiry oraz galeczniki (otoczaki), to jest osady bardzo porowate stanowiące dobry kolektor dla gromadzenia wód podziemnych.

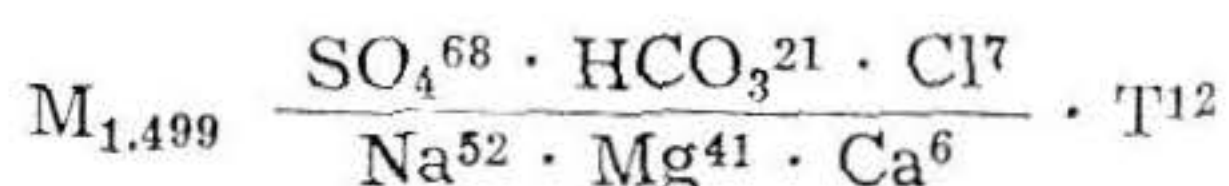
Na obszarach występowania osadów neogenowych nie zarejestrowano źródeł ani studni w związku z czym nie zebrano danych dla dokonania charakterystyki hydrogeologicznej tego kompleksu. Biorąc jednak pod uwagę typ osadów neogenowych, obszar ich występowania należy traktować jako perspektywiczny dla występowania horyzontu wód podziemnych.

4. Wody podziemne górnej kredy (K₂)

Wodonośny kompleks osadów górnej kredy reprezentowany jest przez słabocementowane piaski grubo i średnioziarniste, żwiry i galeczniki (pokłady otoczaków). Cement stanowi mieszaninę minerałów iłowych, które bardzo poważnie utrudniają przepływ wód podziemnych i ograniczają dopływ do studni. Litologiczny skład omawianego kompleksu został ustalony wykonanym w 1978 roku otworem badawczym nr 7/v. W profilu tego otworu stwierdzono:

- 0,0—15,2 m — gliny czerwono-brązowe, konglomeraty i aleurolity;
- 15,2—52,7 m — piaski i żwiry słabocementowane, galeczniki z przewarstwieniami eleurytów i glin piaszczystych;
- 52,7 m — gliny, iłowce.

Kompleks górnokredowy wód podziemnych od powierzchni izolowany jest serią osadów spoistych o miąższości ponad 15 m w związku z tym zasilanie tych wód może zachodzić jedynie poprzez kondensację pary wodnej i w wyniku dopływu wód podziemnych z innych kompleksów wodonośnych. Wody tego kompleksu mają subartezyjski charakter. Wydajność źródła (nr punktu 25) występującego w strefie osadów górnokredowych wiosną 1978 r. wynosiła 1 l/s a jesienią tego roku źródło zanikło. Temperatura wody dla tego źródła wynosiła 12°C przy temperaturze powietrza 24°C a ogólna mineralizacja 1,499 g/l. Są to wody typu siarczanowego z podwyższoną zawartością kationów Na⁺ i Mg⁺⁺. Ogólna charakterystyka chemiczna wód podziemnych kompleksu górnokredowego przedstawia się następująco:



Wody podziemne poziomu kredowego w rejonie prowadzonych badań nie były wykorzystywane dla celów pitnych i gospodarczych.

5. Wody podziemne szczelinowe w osadach triasowych (T₂₋₃)

Osady środkowego i górnego triasu (T₂₋₃) w rejonie prowadzonych badań reprezentowane są przez kompleks skał osadowych spoistych (skalistych) tj. piaskowców grubo i średnioziarnistych, zlepieńców i konglomeratów z przewarstwieniami aleurolitów o miąższości do 0,5 m. Osady triasowego kompleksu wychodnie na powierzchni mają na skrzydłach tzw. cerchingolskiej muldy i ciągną się z południowego-zachodu na północny-wschód. Przyjmuje się, że maksymalna miąższość triasowych osadów występuje w centralnej części cerchingolskiej muldy i osiąga około 800 m. Osady te są intensywnie spękane. Na wychodniach obserwuje się szczeliny przebiegające w różnych kierunkach z tym, że przeważają szczeliny równoległe do warstwowania (diaklazy). Na kontaktach z kompleksem skał dewońskich obserwuje się dyslokacje nieciągłe i występowanie systemu szczelin typu paraklaz. Występujące w tym kompleksie skał źródła są typu descensyjnego a ich wydajność wahała się w granicach od 0,1 do 4,0 l/s. Wody podziemne kompleksu triasowego zasilane są na wychodniach przez infiltrację opadów atmosferycznych i częściowo w wyniku kondensacji wilgoci gruntowej. Występuje także intensywna więź hydrauliczna wód podziemnych omawianego horyzontu z wodami podziemnymi innych wodonośnych kompleksów geologicznych.

Wody podziemne kompleksu triasowego charakteryzują się dobrą jakością. Temperatura wody wahała się w czasie pomiarów od 2 do 7°C

przy temperaturze powietrza 10—22°C. Są to wody pod względem ogólnej mineralizacji słodkie (do 0,5 g/l suchej pozostałości) i o podwyższonej mineralizacji — akratopegi (od 0,5 do 1,0 g/l suchej pozostałości). Pod względem odczynu są to wody słabo zasadowe (pH = 7,2—8,2).

Pod względem chemicznym są to wody typu wodorowęglanowo-magnezowo-wapniowego. Skrócony zapis analizy chemicznej wód podziemnych kompleksu triasowego wg wzoru Kurlowa przedstawia się następująco:

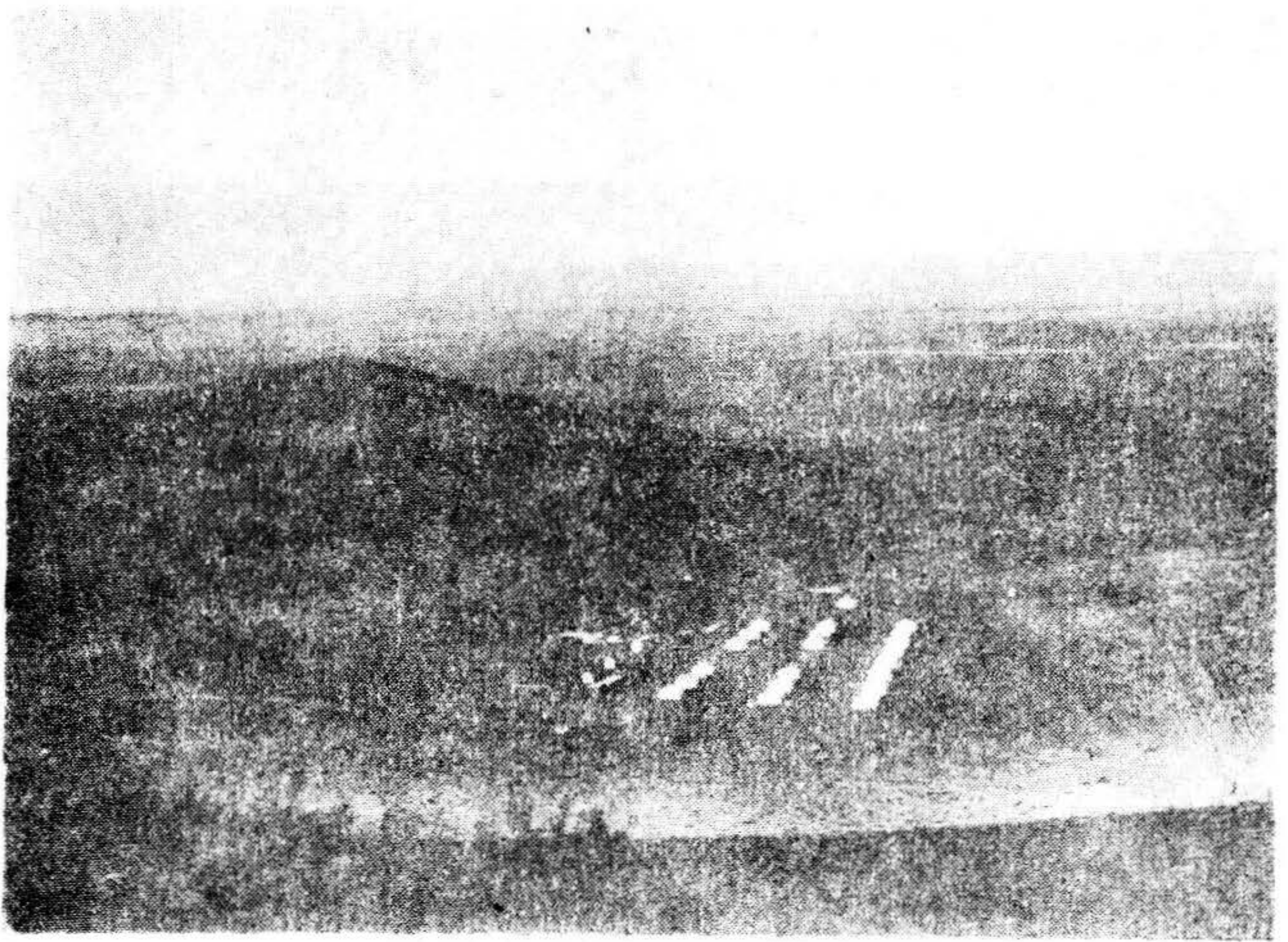
$$\text{studnia nr 11} \quad M_{0.62} \frac{\text{HCO}_3^{53} \cdot \text{SO}_4^{36} \cdot \text{Cl}^5}{\text{Mg}^{41} \cdot \text{Ca}^{37} \cdot \text{Na}^{21}} \cdot T^{1,5}$$

$$\text{źródło nr 16} \quad M_{0.71} \frac{\text{HCO}_3^{54} \cdot \text{SO}_4^{34} \cdot \text{Cl}^5}{\text{Mg}^{49} \cdot \text{Ca}^{27} \cdot \text{Na}^{24}} \cdot T^{1,5}$$

Poddana analizie spektralnej sucha pozostałość wykazała zawartość w niedużych ilościach następujących mikroelementów: Mn, Ti, Sz, Cu, Ni, Zr.

6. Wody podziemne szczelinowe kompleksu skał osadowych i piroklastycznych dewonu dolnego i środkowego (D_{1-(2?)})

Wodonośny kompleks dewonu (D_{1-(2?)}) ma największe rozprzestrzenienie na badanym obszarze. Osady omawianego kompleksu reprezentowane są przez łupki, łupki okrzemionkowane, aleulity, piaskowce, aleulito-piaskowce, zlepieńce i konglomeraty. Cyrkulacja wód podziemnych dokonywana jest dzięki występowaniu w tym kompleksie licznych szczelin. Występują tu szczeliny różnego typu i charakteru. Są to przede wszystkim szczeliny typu tektonicznego — diaklazy i paraklazy. Wpływ wód na powierzchnię bardzo często związany jest ze strefami uskoków (rozłamów). Wodonośność omawianego kompleksu jest słaba. Wydajność źródeł waha się w granicach od 0,01 do 3,5 l/s z tym, że niektóre źródła charakteryzują się zmienną wydajnością w ciągu sezonu w granicach od 0,1 do 1,5 l/s. Wszystkie przebadane źródła były typu desensyjnego. Zasilanie wód podziemnych omawianego kompleksu odbywa się poprzez infiltrację opadów atmosferycznych i częściowo poprzez kondensację wilgoci atmosferycznej w skale. Badane obszary charakteryzują się bardzo słabym pokryciem szaty roślinnej lub jej zupełnym brakiem (rys. 3, 4). Temperatura wody mierzona w źródłach wahała się od 2 do 12°C. Pod względem ogólnej mineralizacji są to wody słodkie lub o podwyższonej mineralizacji (0,3—0,7 g/l) przy odczynie słabozasadowym (pH = 7,0—8,0).



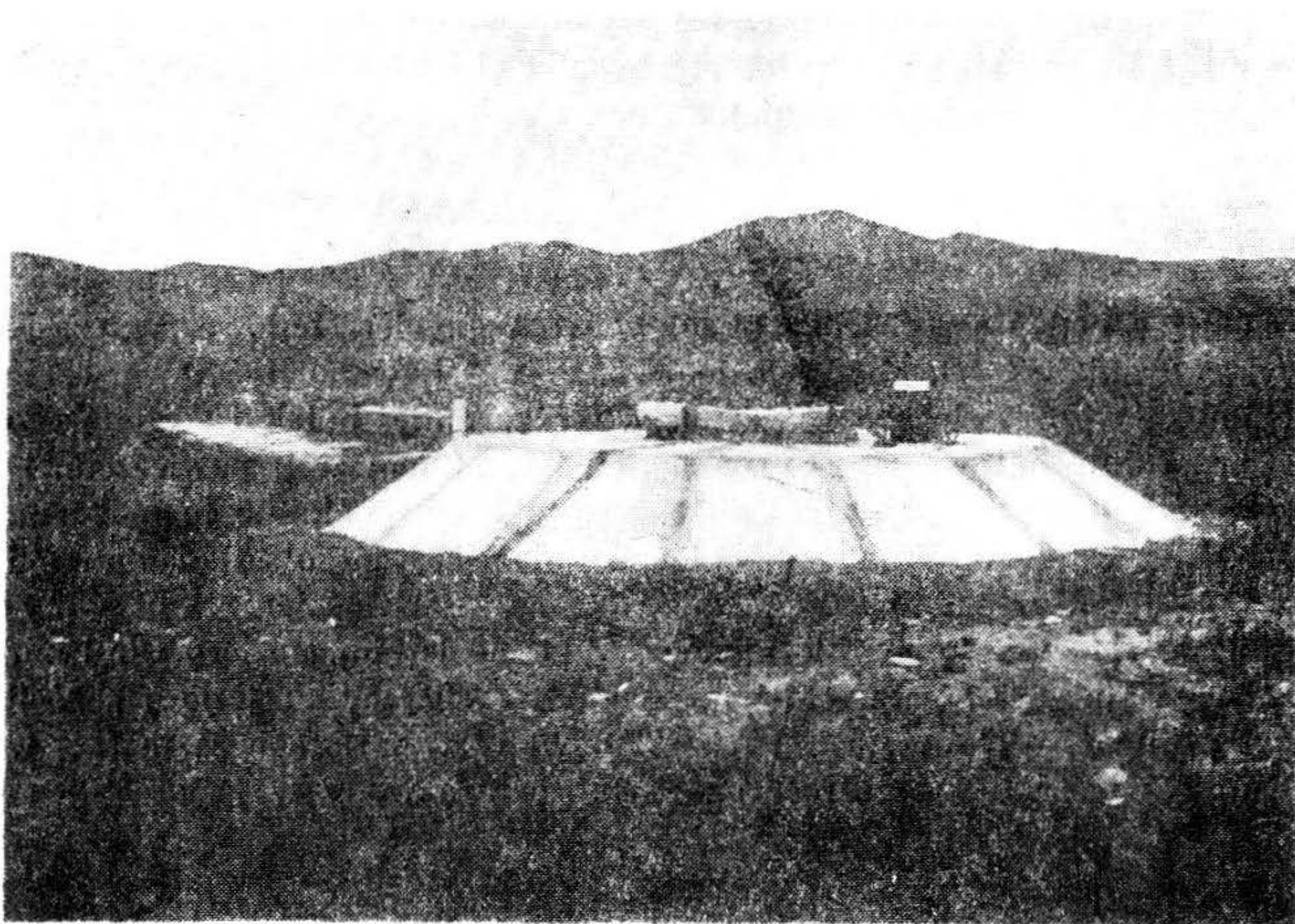
Rys. 3. Obóz polsko-mongolskiej grupy Międzynarodowej Ekspedycji Geologicznej pod Gotor-obo, 1978 r. Fot. I. Wróbel

W zależności od ilościowej zawartości poszczególnych anionów i kationów wody podziemne kompleksu dewońskiego zaliczyć należy do typu wodorowęglanowo-siarczanowo-sodowo-magnezowego i wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowego. We wszystkich możliwych kombinacjach wiodącym jest jon wodorowęglanowy (HCO_3^-). Poniżej przedstawia się kilka przykładów składu chemicznego wód podziemnych kompleksu dewońskiego wg skróconego zapisu:

Źródło Dunda-bułak I	$M_{0.539} \frac{\text{HCO}_3^{56} \cdot \text{SO}_4^{33} \cdot \text{Cl}^5}{\text{Mg}^{47} \cdot \text{Ca}^{45} \cdot \text{Na}^8} \cdot T^{5.5}$
Źródło Ubur-bułak I	$M_{0.398} \frac{\text{HCO}_3^{59} \cdot \text{SO}_4^{28} \cdot \text{Cl}^5}{\text{Ca}^{44} \cdot \text{Mg}^{41} \cdot \text{Na}^{14}} \cdot T^8$
Studnia nr 26	$M_{0.550} \frac{\text{HCO}_3^{72} \cdot \text{SO}_4^{14} \cdot \text{Cl}_6}{\text{Na}^{47} \cdot \text{Ca}^{30} \cdot \text{Mg}^{22}} \cdot T^8$

W suchej pozostałości poddanej spektralnej analizie dla dwóch prób stwierdzono podwyższoną zawartość srebra (0,06 mg/l) i obecność w śladowych ilościach Mn, Ti, Sr, Cu, Ni, Pb i Zn. Wody podziemne komplek-

su dewońskiego na obszarze przeprowadzonych badań bardzo rzadko były wykorzystywane na potrzeby gospodarcze miejscowej ludności.



Rys. 4. Dolina Geszegne. Studnia wiercona z urządzeniem „kieratowym” do czerpania wody, ujmująca wody podziemne kompleksu aluwialno-proluwialnego
Fot. I. Wróbel

Geologiczne kompleksy pozbawione wód podziemnych

Kompleksy litologiczne pozbawione wód podziemnych to przede wszystkim skały magmowe i osadowo-wulkanogeniczne charakteryzujące się zbitymi, masywnymi teksturami oraz małomiąższe pokrywy skał osadowych.

Do kompleksów niewodonośnych zaliczono:

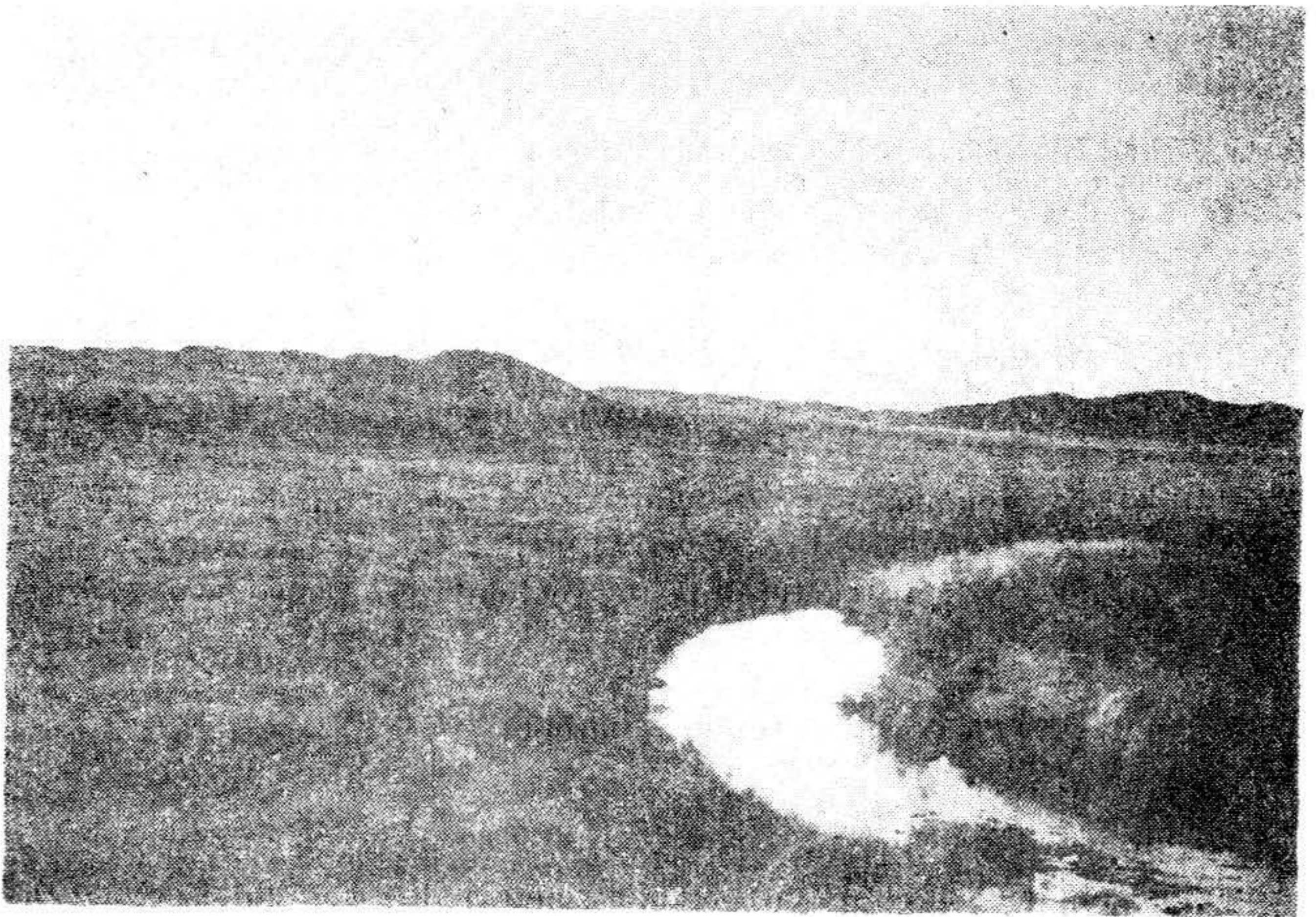
- bazalty dolnej kredy (K_1);
- intruzje mezozoiku: granity (J_1), porfiry kwarcowe (T_3), mające wychodnie na powierzchni lub pod niewielką pokrywą skał osadowych czwartorzędowych,
- osadowo-wulkanogeniczne skały permu, triasu i jury;

— diabazy, gabro-dioryty, gabra, dioryty, zalegające wśród serii skał wulkanogenicznych i osadowych dolnego i środkowego dewonu (D_{1-2}).

W rejonie występowania wyżej wymienionych litostratygraficznych kompleksów nie stwierdzono występowania objawów wód podziemnych na powierzchni (źródła, sączenia).

Wody powierzchniowe

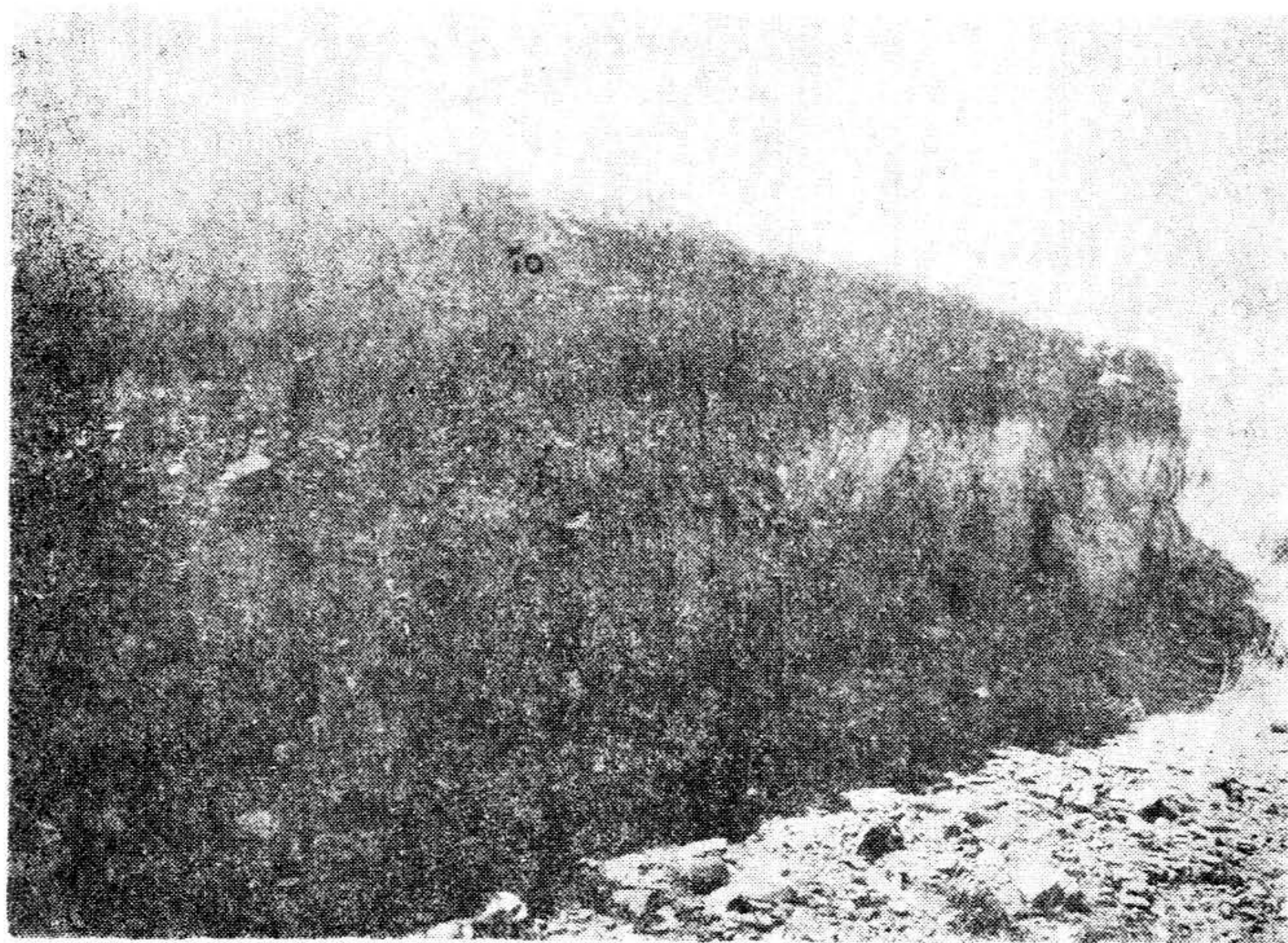
Obszar badań jest bardzo ubogi w wody powierzchniowe. W czasie wykonywania zdjęcia hydrogeologicznego opróbowano źródłową część strumyka wypływającego ze źródłiska Gedzegennyj-bułak i zasilającego jezioro Chul-nur (rys. 5, 8, 9). Drugim zbiornikiem wód powierzchniowych w rejonie badań jest nieduże, bardzo płytkie (ok. 1,5 m maksym. głęb.) jezioro położone w szerokiej dolinie Szeryjn-goł. Badania wód powierzchniowych dotyczyły ustalenia stopnia ich zasolenia i utrzymania się wody w tych zbiornikach w okresie letnim. Jezioro Chul-nur we wrześniu wyschło zupełnie, a strumyk zasilający to jezioro skrócił swoją długość o około 1,5 km (tj. 40%). Wody w jeziorach są mętne, w strumyku natomiast przezroczyste. Temperatura wody w jeziorach wa-



Rys. 5. Obszar wieloletniej marzliny źródła Gedzegennyj-bułak
Fot. I. Wróbel

hała się w granicach od 11 do 14°C. Stopień zmineralizowania wód powierzchniowych przedstawia się następująco:

- jezioro w dolinie Szeryjn-goł posiada wodę zmineralizowaną zawierającą 2,8 g/l suchej pozostałości;
- jezioro Chul-nur i strumyk posiadały wody słodkie o mineralizacji 0,408—0,507 g/l suchej pozostałości.

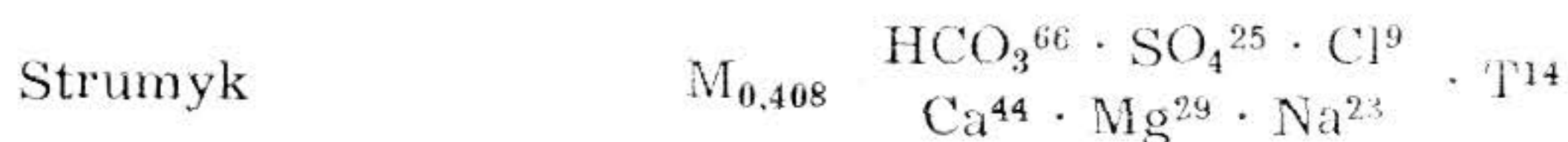
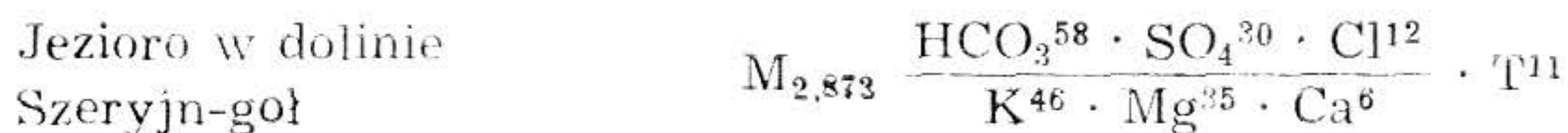
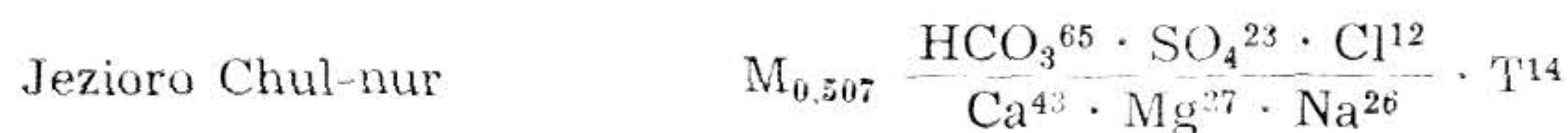


Rys. 6. W zboczach sajrów odsłaniają się profile litostratygraficzne czwartorzędu. Na zdjęciu osady proluwialne starsze (1) i współczesne (1a) rozdzielone kopalną gleba (2). Fot. I. Wróbel

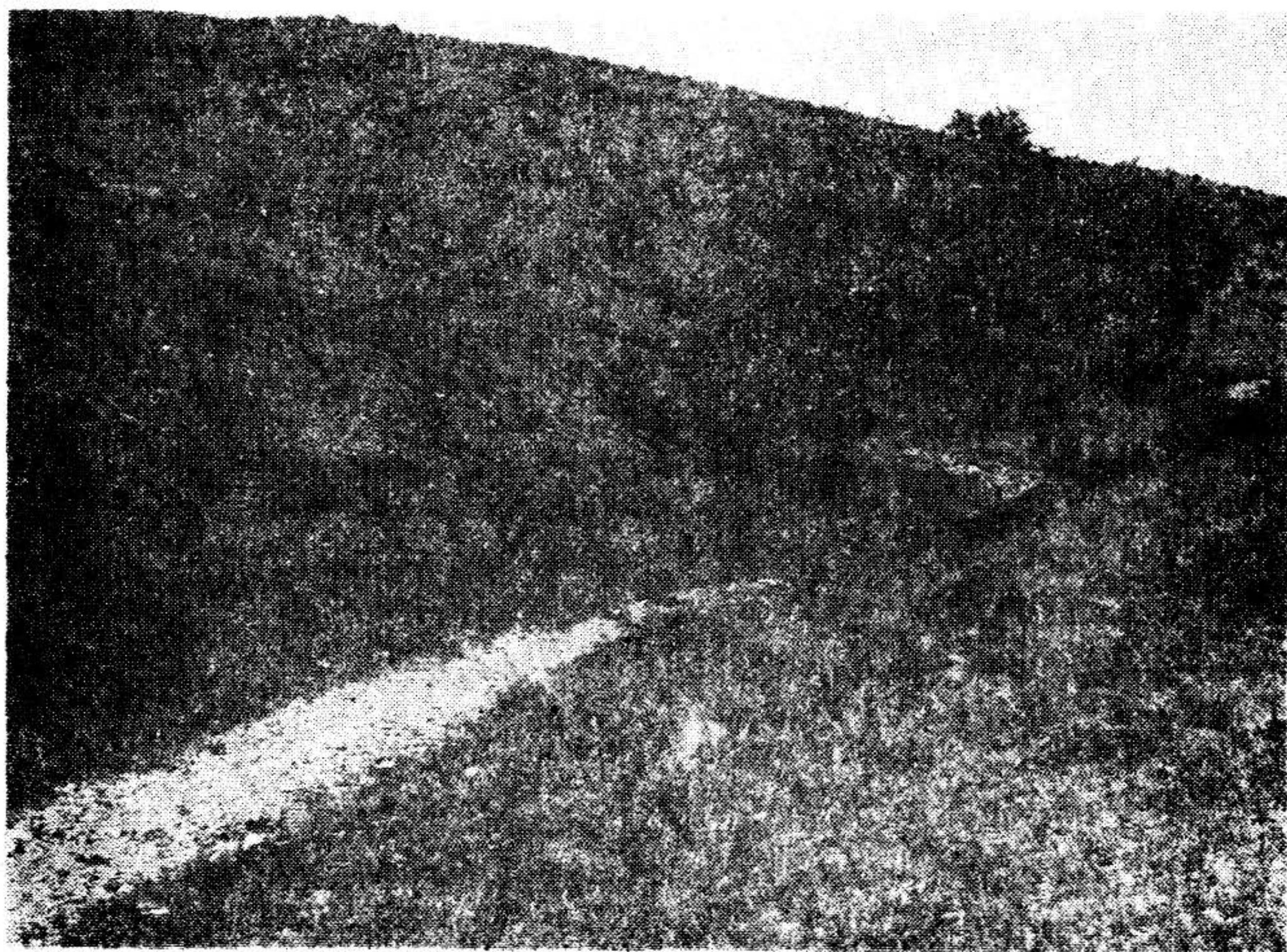
Wody powierzchniowe są wodami słabozasadowymi o pH w granicach 7,2—7,4. Pod względem chemicznym ogromną przewagę mają jony wodorowęglanowe (HCO_3^-) oraz wapnia (Ca^{++}) i magnezu (Mg^{++}).

Analizy wody z jeziora z doliny Szeryjn-goł wykazały znaczną zawartość jonów potasu (K^+). Przebadane wody powierzchniowe można zakwalifikować do typów wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowego (Chul-nur i wodorowęglanowo-potasowo-wapniowego (w dolinie Szeryjn-goł). W wodach obydwu jezior stwierdzono także obecność w niedużych ilościach jonów NH_4^- i NO_2^- wskazujących na zanieczyszczenie wód jezior sub-

stancją organiczną. Poniżej przedstawia się skróconą analizę chemiczną wód powierzchniowych wg zapisu Kurlowa:



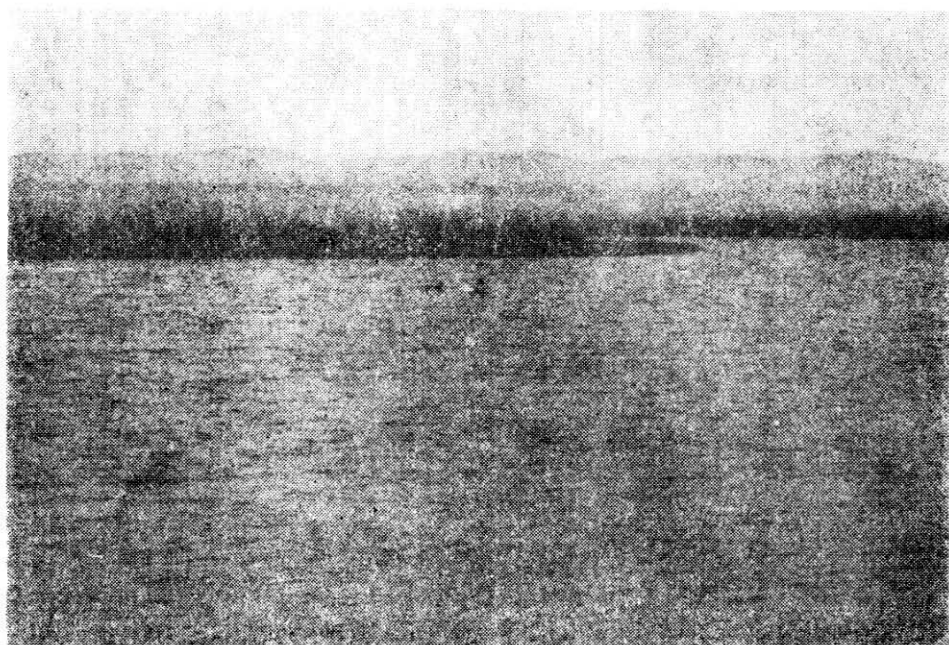
Wody powierzchniowe zasilane są przede wszystkim wodami podziemnymi i w niewielkim stopniu opadami atmosferycznymi.



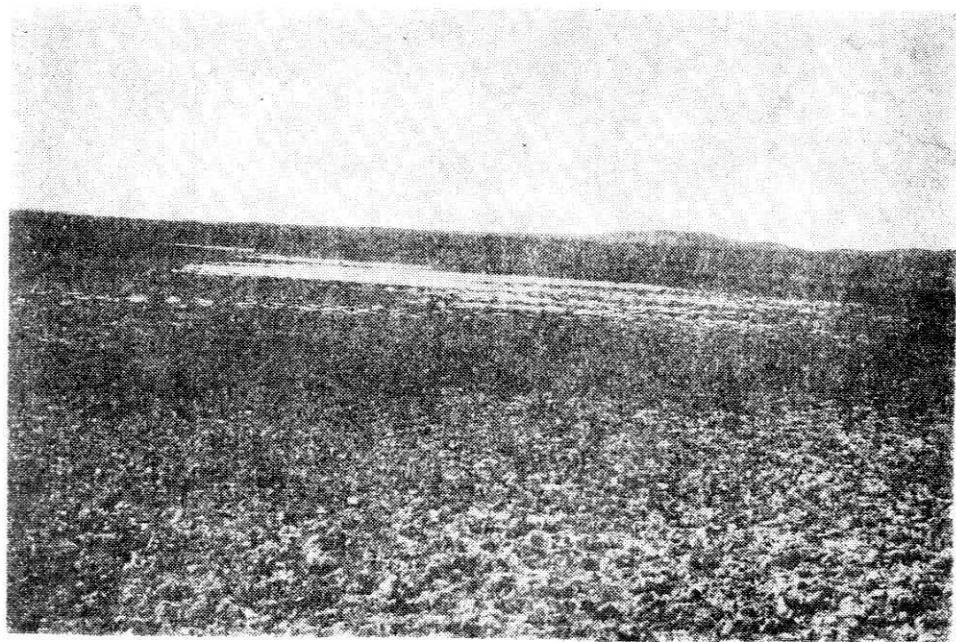
Rys. 7. Tworzenie się współczesnego stożka proluwialnego w dolinie górskiej
Fot. I. Wróbel

Podsumowanie

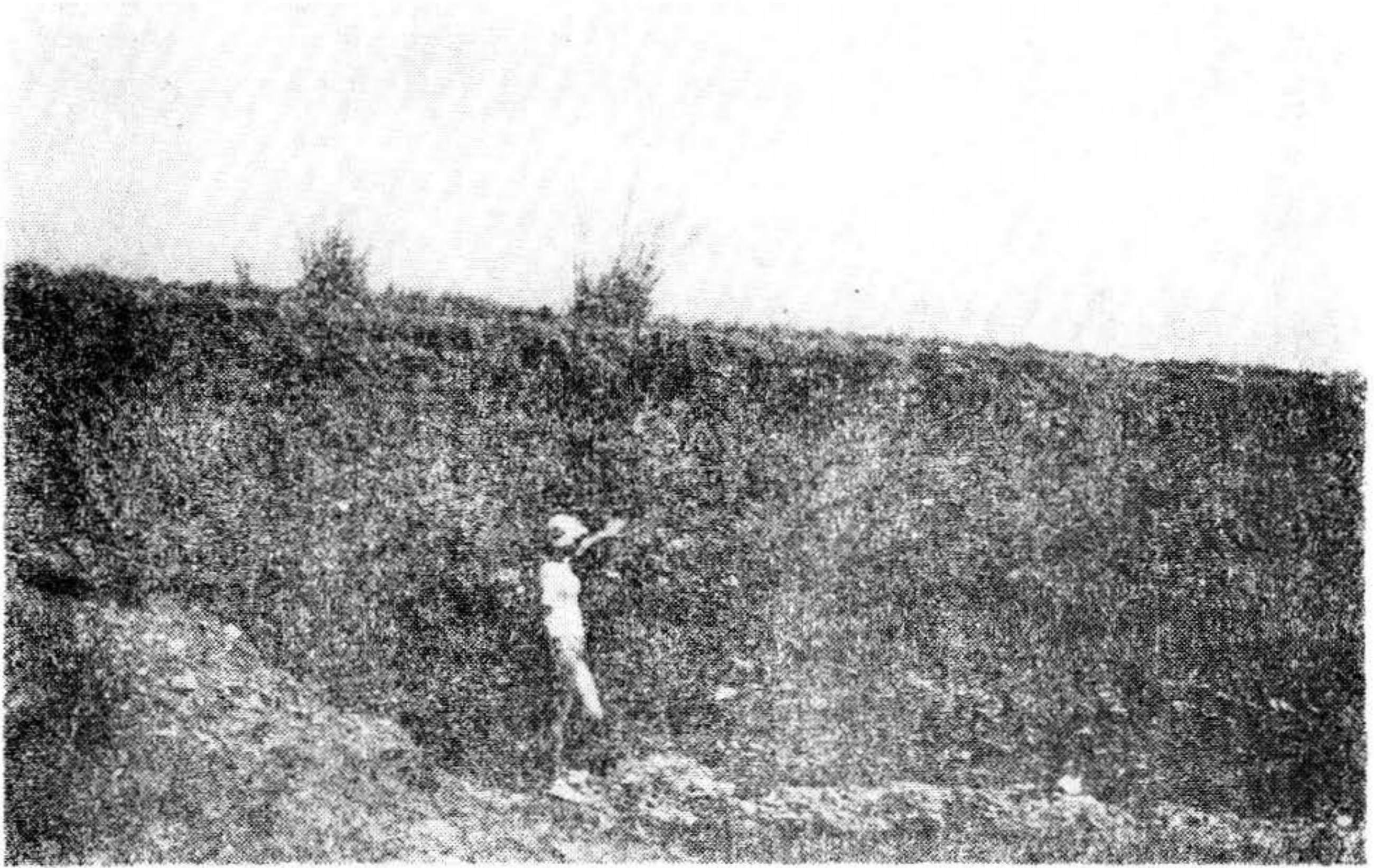
- Najbardziej zasobnymi w wody podziemne są obszary występowania kompleksów osadów czwartorzędowych aluwialnych i aluwialno-pro-



Rys. 8. Jezioro Chul-nur na początku lata (w czerwcu)
Fot. I. Wróbel



Rys. 9. Jezioro Chul-nur jesienią
Fot. I. Wróbel



*Rys. 10. Proluwalne osady plejstocieńskie. W spągu niewielkie źródło
Fot. I. Wróbel*

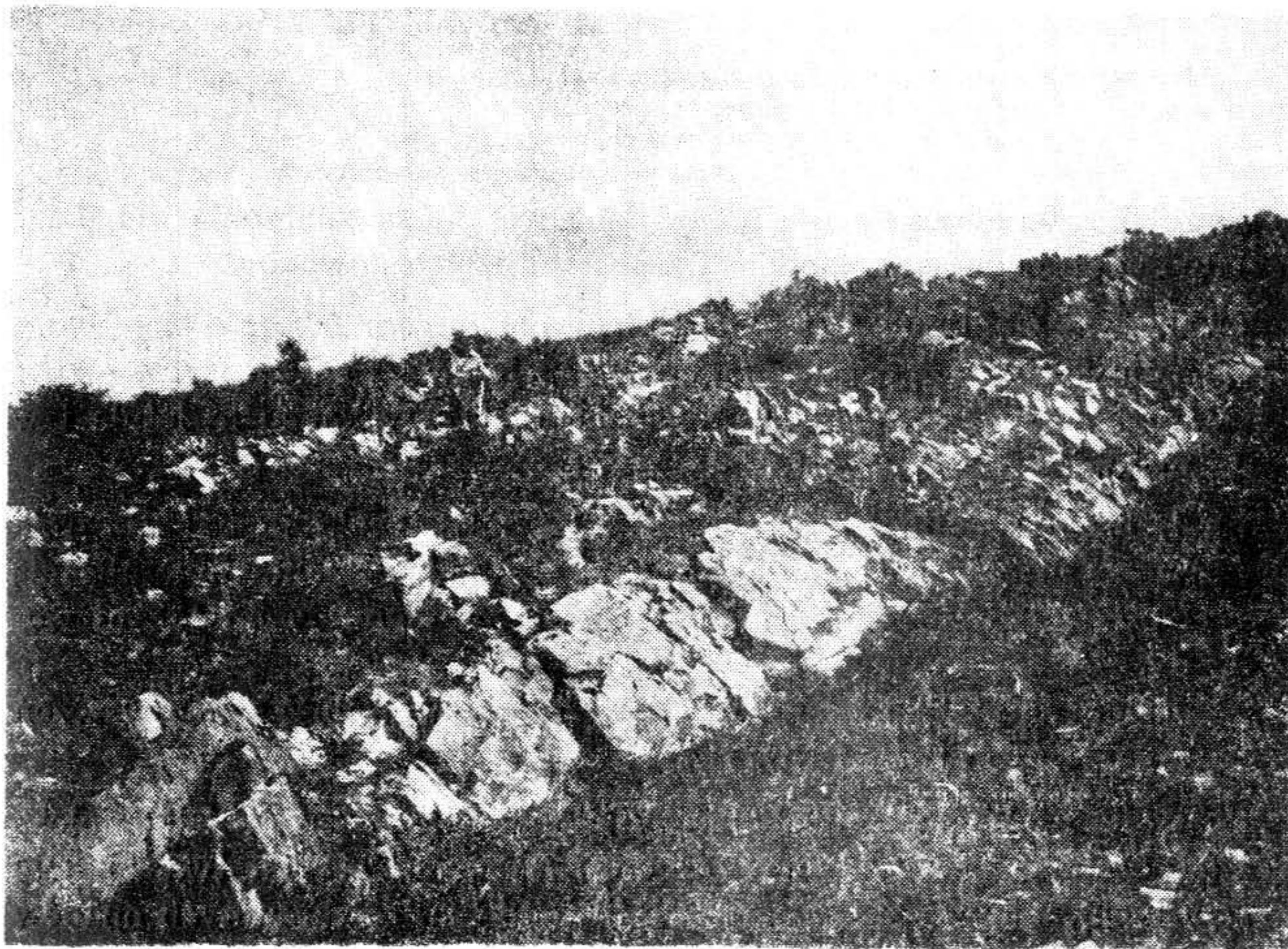


*Rys. 11. Źródło na kontakcie plejstocieńskich osadów proluwialno-deluwialnych
i dewońskich łupków filitowych. Fot. I. Wróbel*

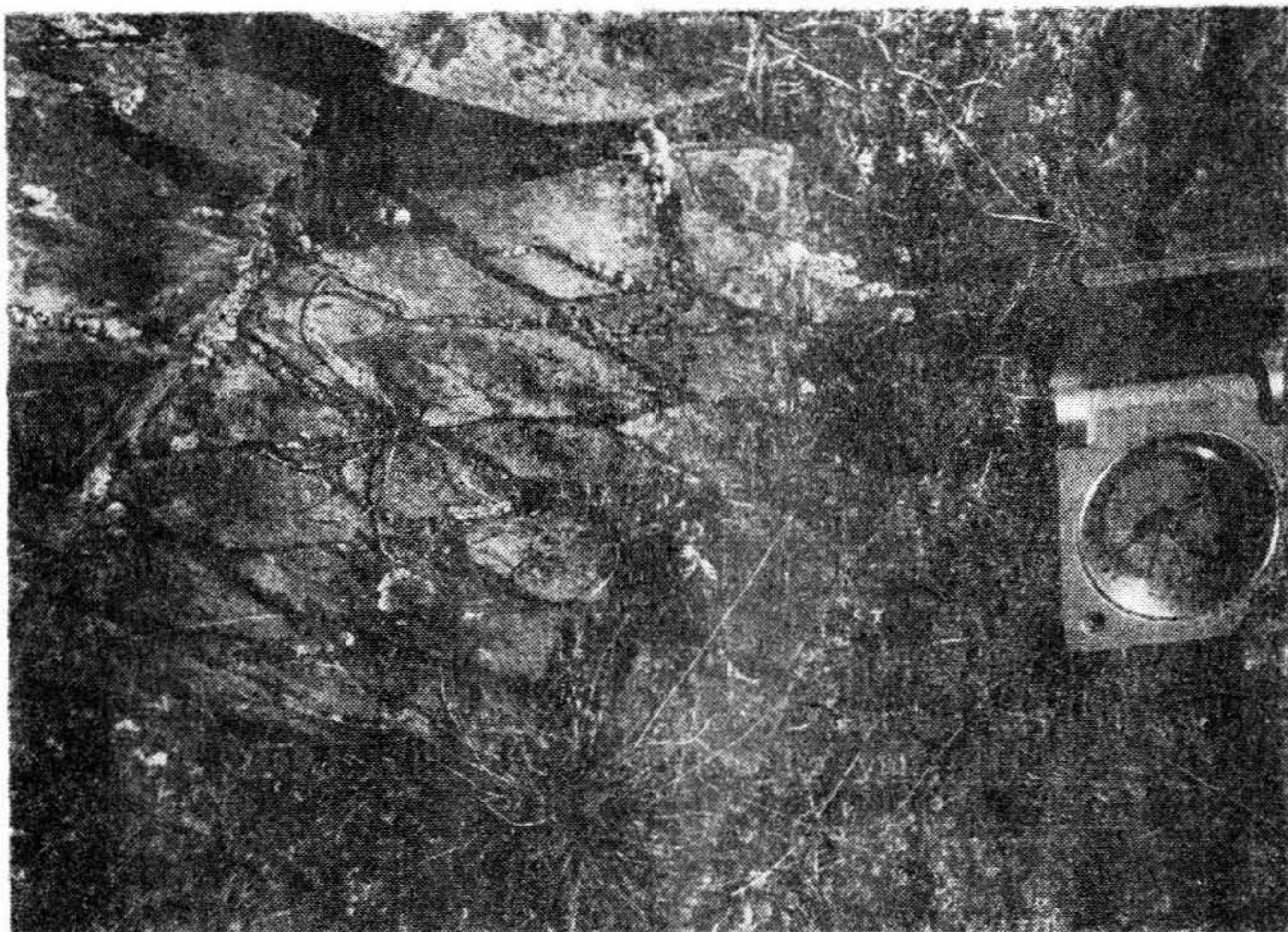
luwialnych, wypełniające stare doliny Geszegne, Szeryjn-goł i Nurentyjn-Dzun-Chunduj.

Na podstawie analizy budowy geologicznej badanego rejonu można założyć, że zasobnymi w wody podziemne będą także osady kompleksu neogenowego (Ng) i górnokredowego (K_2).

- Rejonami perspektywicznymi dla występowania wód podziemnych są:
 - a) kopalne, zagrzebane doliny, wypełnione aluwialnymi i aluwialno-proluwialnymi osadami kenozoiku i górnej kredy,
 - b) intensywnie spękane osady triasu środkowego i górnego (T_{2-3}), osady dewonu dolnego i środkowego (D_{1-2}) a w szczególności strefy deformacji nieciągłych (uskokowo-rozłamowe).
- Pod względem składu chemicznego wody podziemne wydzielonych kompleksów zaliczyć należy do wodorowęglanowo i siarczanowego typów. Charakteryzują się one niskim stopniem mineralizacji (0,300—0,960 g/l) i zupełnym brakiem jonów Fe^{+++} i Fe^{++} . Wody podziemne z zawartością suchej pozostałości powyżej 1 g/l były stwierdzone tylko w dwóch punktach (23 i 25).



Rys. 12. Wychodnie łupków dewońskich (D_{1-2}). Obszary występowania wód podziemnych szczelinowych. Fot. I. Wróbel



Rys. 13. Charakterystyczny system spękań (kriważ) łupków dewońskich (D_{1-2}) ułatwiających infiltrację wód opadowych oraz wymianę powietrza atmosferycznego i gruntowego. Fot. I. Wróbel

- Wody powierzchniowe nie mogą mieć większego znaczenia dla działalności gospodarczej człowieka z następujących powodów:
 - a) Jezioro Chul-nur jest zbiornikiem powierzchniowym i we wrześniu wysycha zupełnie. Ponowne zapełnienie tego zbiornika rozpoczyna się po wiosennych roztopach to jest w końcu kwietnia i w maju.
 - b) jezioro w dolinie Szeryjn-goł utrzymuje wodę przez cały rok. Wody tego jeziora charakteryzują się podwyższoną mineralizacją (2,873 g/l) i wodorowęglanowo-potasowo-magnezowym typem wody. Jeziora są płytkie a ich wody zawierają pewną ilość zanieczyszczeń organicznych (NH_4 i NO_2').
- Zasilanie wód podziemnych, za wyjątkiem kompleksu nr 4 (kompleks wód kredowych przykryty 15-metrowej grubości warstwą osadów spoistych), odbywa się w drodze infiltracji bardzo skromnych opadów atmosferycznych (ok. 200 mm rocznie) i w znacznej części w drodze kondensacji pary wodnej zawartej w powietrzu atmosferycznym.



Rys. 14. Porfiry kwarcowe (liparyty) z charakterystycznymi spękaniami mrozowymi. Jest to strefa pozbawiona wód podziemnych. Fot. I. Wróbel

LITERATURA

- [1] Iwanow W. W., Niewrajew G. W., *Klasyfikacja podziemnych mineralnych wód*. Izdatielstwo „Niedra”, Moskwa 1964.
- [2] Kalimulin S. M. i inni, *Otčet o geologo-sjemocnych rabotach masztaba 1:200 000 wypoznienych otrjadom nr 5, ekspedycji nr 15 w 1966-68*, Moskwa 1968 r.
- [3] Marinow A. P., Popow W. N., *Gidrogeologia Mongolskoj Narodnoj Respubliki*, Gostoptierkizdat, Moskwa 1963.
- [4] Podstolski R., Uberno J., Wróbel I., *Otčet geologo-sjemocnych rabot w masztobie 1:50 000, 7-oj Partii, Międzynarodowej Ekspedycji Geologicznej w Mongolii*, Ulan-Bator 1969 r. (Maszynopis — archiwum M.E.G.).