

GEOCHEMICZNE POSZUKIWANIA RUD POLIMETALI W GÓRACH KACZAWSKICH

Na terenie Sudetów jest w chwili obecnej niewiele obszarów tak szczegółowo określonych pod względem surowcowym, aby upoważniały do większych bezpośrednich prac poszukiwawczych, takich jak wiercenia i roboty górnicze. Warunki terenowe Sudetów, a więc niewielki nakład, znaczne zmienności litologiczne i silne zdyslokowanie terenu powodują, że Sudety są obszarem szczególnie predysponowanym do stosowania badań geochemicznych i zdjęć geofizycznych metodami kombinowanymi.

Plan systematycznych badań metalometrycznych* obejmował Góry Kaczawskie oraz osłonę masywu Karkonoszy i część niecki wewnętrznosudeckiej. W pierwszym etapie prac wykonano zdjęcie metalometryczne metodą potoków rozszania (zdjęcie aluwialne) na obszarze kaledoniku kaczawskiego, gdzie zakrycie terenu nie przekracza 20 m a średnia grubość nadkładu waha się od kilku do kilkunastu metrów. Zdjęciem w skali 1:50 000 objęto obszar ok. 750 km². W próbkach oznaczono spektralnie: Cu, Pb, Zn, Ni, Co, V, Mo, Sn, Mn, a ponadto Ba, Sr i Ag. Dane określające koncentracje poszczególnych pierwiastków w pierwszej fazie oznaczeń spektralnych wykonanych w Laboratorium Głównym IG były niejednoznaczne, otrzymane wyniki nie były ścisłe, a przede wszystkim nieporównywalne. Rozpatrując jednak zawartość poszczególnych pierwiastków lub grup pierwiastków związanych pokrewieństwem geochemicznym można było określić rozpręstrzenie pierwiastków śladowych w badanym obszarze. Wyodrębnione pasy pól o podwyższonej i wyraźnie podwyższonej zawartości pierwiastków śladowych wiążą się na terenie Gór Kaczawskich ze strefą staropaleozoicznych łupków, wśród których dominują łupki serycytowe, serycytowo-chlorytowe, fylity oraz łupki zgrafityzowane. Obecność w łupkach żył kwarcowych często z mineralizacją polimetaliczną powoduje podwyższenie zawartości metali ciężkich.

Zdjęcie aluwialne Gór Kaczawskich dało podstawy do wykonania szeregu badań geofizycznych metodą indukcyjną i potencjałów własnych Ziemi. Badania te miały charakter zwiadowczy i nastawione były na przebadanie dużego obszaru w celu wykrycia i zlokalizowania ciał rudnych i wyznaczenia przebiegu głównych jednostek strukturalnych. W trakcie badań wykryto szereg zaburzonych, gdzie anomalne obniżenie potencjału dochodzi do 1100 mV, a amplitudy krzywych indukcyjnych wynoszą kilkadziesiąt stopni. Stwierdzono nakładanie się stref anomalii geochemicznych na uchwycone strefy zaburzeń geoelektrycznych, co jest zjawiskiem sugestywnym i stanowi perspektywę poszukiwawczą.

Geofizyczna interpretacja ustalonego zjawiska skłania do przyjęcia tezy, że główne ciągi anomalne wyznaczają wychodnie ilastych łupków grafitowych. Wysokie wartości anomalne w obrębie strefy zaburzeń sugerują obecność stref siarczkowych występujących w łupkach. Potwierdza to przypuszczenie, że uchwycone geochemiczne anomalie związane są z tym właśnie horyzontem litologicznym (ryc. 1). Wziąwszy jednak pod uwagę, że nie tylko łupki grafitowe, lecz także zespół fylitów nosi ślady siarczkowej mineralizacji w paragenezie z kwarcem, a obiektem eksploatacji kruszców w południowo-zachodniej części Gór Kaczawskich były żyły kwarcowe z siarczkami przecinające staropaleozoiczne serie, nasuwa się

podejście o genetycznym związku okruszcowania i żył kwarcowych. Ten punkt widzenia przyjęto jako hipotezę roboczą dla dalszych kompleksowych poszukiwań.

W obrębie powyższych stref zaburzeń wykonano szczegółowe badania geochemiczne i geofizyczne mające na celu:

1. Wyjaśnienie dalszych perspektyw metaloności terenów o znanym występowaniu złóż polimetalii (Wojcieszów — Stara Góra).

2. Wytypowanie obszarów perspektywicznych do dalszych prac poszukiwawczych w rejonach o nie stwierdzonej dotychczas mineralizacji (Ubocze-Rząsiny).

KOMPLEKSOWE BADANIA W REJONIE STARA GÓRA—WOJCIESZÓW

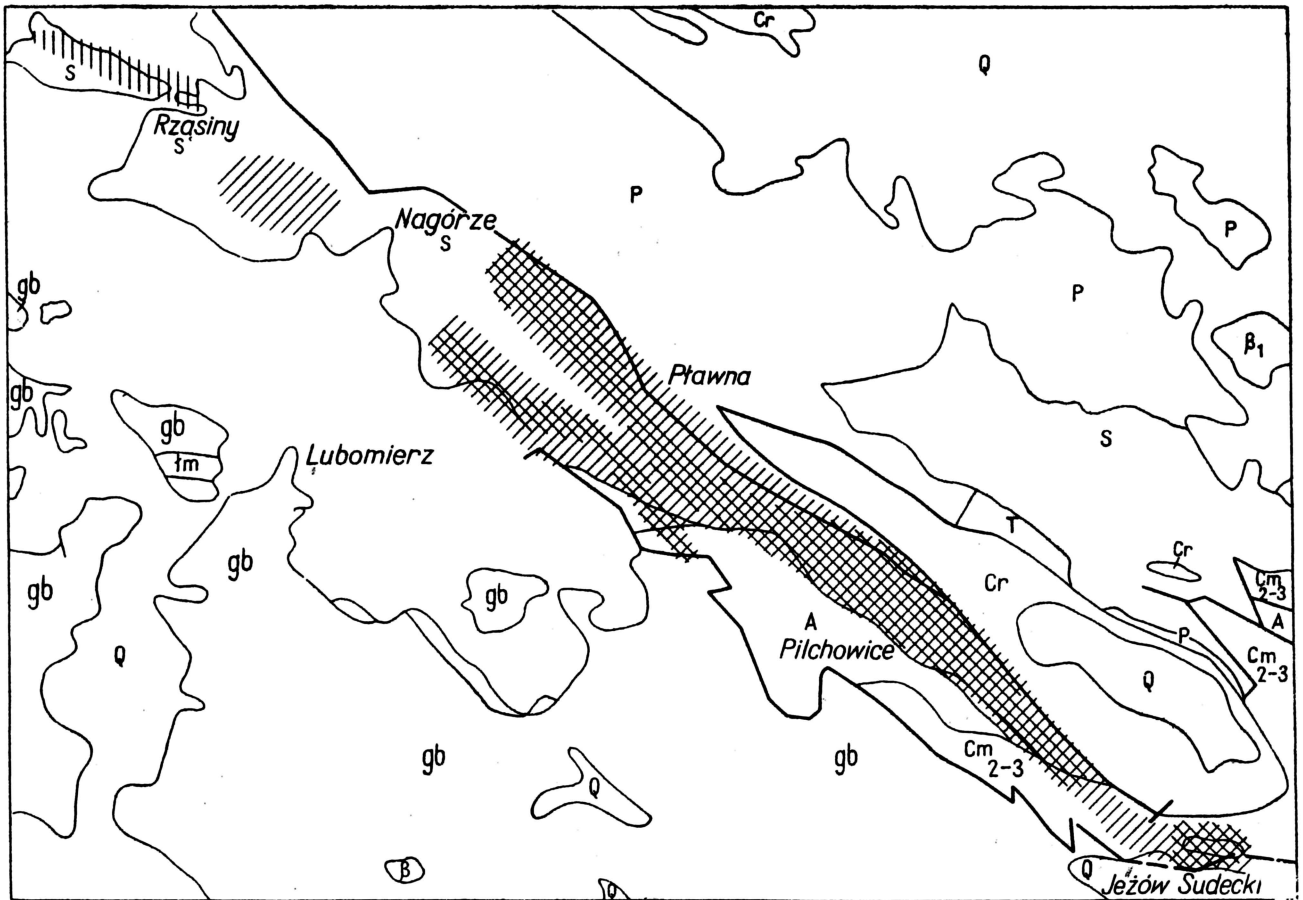
Pierwsze prace geofizyczne przeprowadzono na omawianym terenie w latach 1952—1953 przy dokumentowaniu złoża Stara Góra. Prace elektrooporowe objęły rejon o powierzchni ok. 5 km², w centrum którego znajdowała się Stara Góra. W wyniku tych prac wydzielone zostały obszary występowania skał wysokooporowych — (porfirów i wapieni oraz skał niskooporowych) — osadowych skał klastycznych i skał silnie zmetamorfizowanych. Minima oporowe otrzymane w wyniku tych prac wskazują na przedłużenie żył porfirowych znanych z robót górniczych oraz na prawdopodobieństwo występowania nowych żył (ryc. 2).

W 1959 r. rozpoczęto badania geoelektryczne metodą indukcyjną i potencjałów własnych Ziemi, dla zlokalizowania zdjęcia glebowego. Na terenie wydzielonej zdjęciem aluwialnym strefy anomalnej od Wojcieszowa po Mysłów, wykonano 30 profili indukcyjnych i 20 profili potencjalnych o długości ponad 5000 m i kierunku południkowym. W obrębie tej strefy profile, wykonane obu metodami są silnie zaburzone i dostarczają szeregu anomalii, których ilość, jak i amplitudy wzrastają w kierunku wschodnim. Wyznaczone ciągi anomalne układają się równoleżnikowo, zgodnie z biegiem głównych żył kruszczoonych. Krzywe potencjalne dostarczyły szerokiej strefy obniżonego potencjału, w obrębie której występuje szereg anomalii drugiego rzędu. Duża ilość tych ostatnich, gwałtowne spadki krzywych oraz ich amplitudy świadczą o stosunkowo płytkim położeniu ciał zaburzących i dość stromym ich zapadaniu. Anomalie drugiego rzędu wykazują dużą zgodność z anomaliami indukcyjnymi przypisać należy niewątpliwie mineralizacji siarczkowej.

Metalometryczne zdjęcie glebowe wykonano w tym rejonie w latach 1959—1960 dla szczegółowego rozpoznania anomalii określonej podczas pierwszego etapu prac i sugerującej możliwość występowania nowych punktów mineralizacji oraz wykrycia jej związku z anomalią geofizyczną (ryc. 3).

W budowie geologicznej omawianego rejonu biorą udział: prekambryjska formacja łupkowa złożona z fylitów szarowakowych i łupków kwarcytowo-serycytowych, paleozoiczne formacje metamorficzne obejmujące wapienie wojcieszowskie i fację zieleńcową oraz skały osadowe ordowiku i syluru wykształcone w postaci drobnopiaszczystych łupków i fylitów z wkładkami diabazów. Kwaśne skały wylewne cyklu młodowarsycyjskiego reprezentowane są przez pnie porfirowe i liczne żyły porfirowe przecinające niezgodnie starsze utwory metamorficzne. Cykl procesów hydrotermalnych związanych z in-

* Plan prac Sekcji Polimetalii Zakładu Ziół Rud Metali Nieżelaznych w latach 1957—1960.

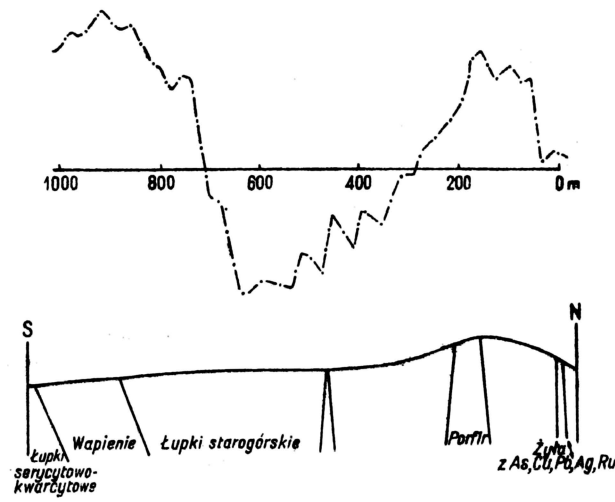


Ryc. 1. Anomalne strefy geochemiczne i geofizyczne w południowo-zachodniej części Gór Kaczawskich.

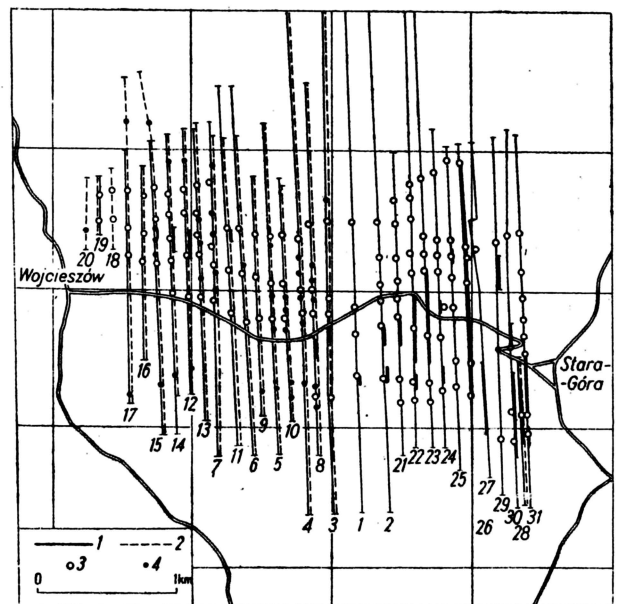
Q — czwartorzęd, β — bazalty, β₁ — melafiry, S — łupki grafitowe ilaste i fyllitowe, Cr — piaskowce kredowe, P — porfiryty, A — szarogłazy, gb — gnejsy biotytowe, Cm₂₋₃ — kwarcyty, lm — łupki mikowe, T — piaskowce i wapienie triasowe, // — anomalie geochemiczne, |||| — anomalie geofizyczne.

Fig. 1. Geochemical and geophysical anomalies zones in the south-western part of the Kaczawskie Mountains.

Q — Quaternary, β — basalts, β₁ — melaphyres, S — graphitic schists clayey and phyllitic, Cr — Cretaceous sandstones, P — porphyrites, A — greywackes, gb — biotite gneisses, Cm₂₋₃ quartzites, lm — mica schists, T — Triassic sandstones and limestones, // — geochemical anomalies, |||| — geophysical anomalies.



Ryc. 2. Profil elektrooporowy z rej. Starej Góry.
Fig. 2. Resistivity profile from the Stara Góra region.



Ryc. 3. Profile geofizyczne i geochemiczne z rej. Stara Góra—Wojcieszów.

1 — profil potencjalny, 2 — profil indukcyjny, 3 — ciąg anomalny indukcyjny, 4 — ciąg anomalny potencjalny.

Fig. 3. Geophysical and geochemical profiles from the Stara Góra — Wojcieszów region.

1 — potential profile, 2 — induction profile, 3 — induction anomaly draught, 4 — potential anomaly draught.

trują granitu karkonoskiego dał w efekcie 6 żył polimetalicznych tworzących złożę w Starej Górze i charakteryzujących się następującym kompleksem minerałów rudnych: piryt, arsenopiryt, pirotyn, magnetyt, chalkopiryt, tetradryt, sfaleryt, galena srebronośna, bulanżeryt, burnonit, antymonit i nikielin. Żyły te przecinają porfiry i łupki algonckie lub występują na kontakcie obu skał.

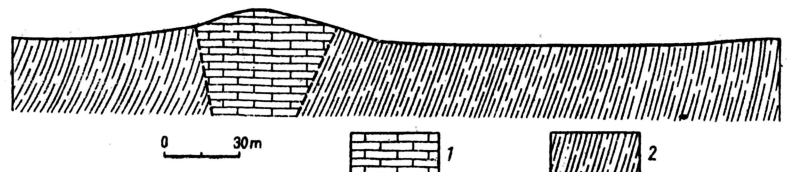
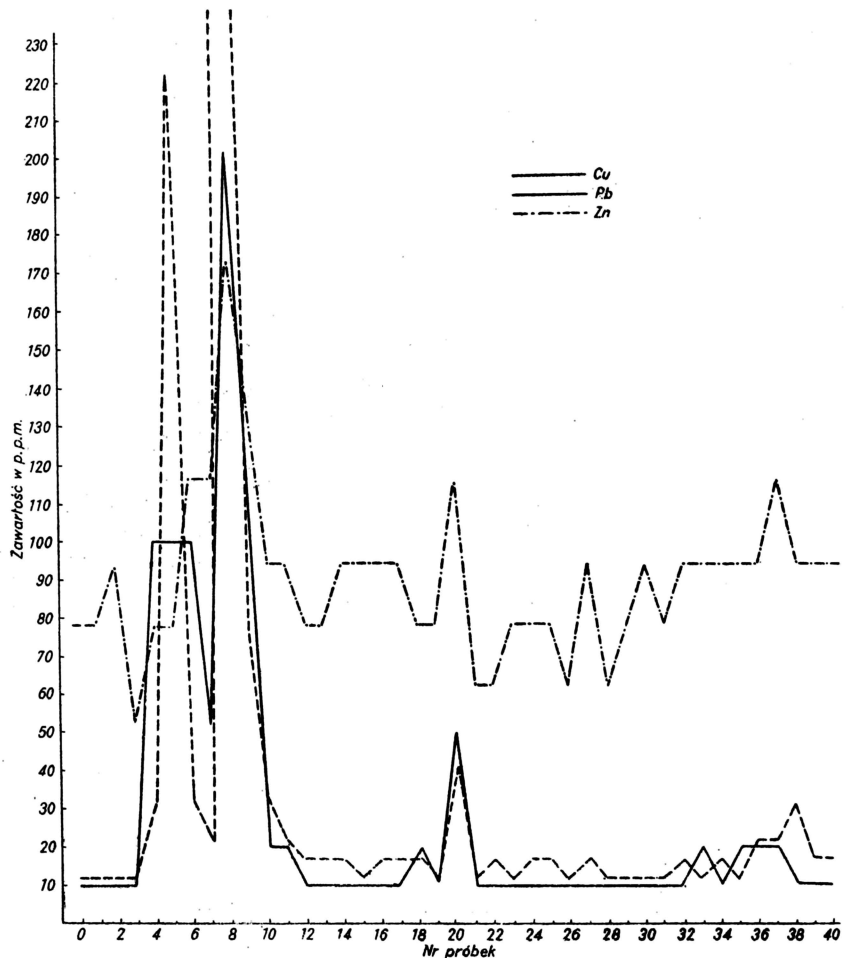
Na odcinku Stara Góra — Wojcieszów wykonano 27 profili geochemicznych. Łącznie pobrano 2883 próbki podglebia z głębokości 0,50—1 m zależnie od stopnia wykształcenia profilu glebowego. Odległość między punktami pobrania próbek wynosiła 10 m. Długość profili glebowych była różna, zależna od szerokości strefy zaburzeń geofizycznych. Analizie poddano frakcję 0,06 mm oznaczając spektralnie następujące pierwiastki śladowe: Cu, Pb, Zn, Mn, V, As, Mo, Ni, Co, Sn i Ag. Określenia anomalnych zawartości pierwiastków śladowych w glebie dokonano po uwzględnieniu tzw. tła, czyli normalnej koncentracji metali w skałach niezmineralizowanych i w związanych z nimi glebach. Część anomalnych zawartości takich pierwiastków, jak: Cu, Pb, As, Ni i Co na profilach od 23 do 27 położonych na E od Wojcieszowa i przebiegających przez złożę kop. Stara Góra — odzwierciedla znane żyły kruszcowe. Najwyższą koncentracją wszystkich wymienionych pierwiastków charakteryzują się natomiast profile 22 i 23, przebiegające poza strefą żył kruszcowych, wskazując bądź na zachodnie przedłużenie jednej z tych żył, bądź na nowe niewielkie żyły. Zawartość poszczególnych pierwiastków w profilach tych przedstawia się następująco.

Maksymalne ilości Cu dochodzą do 1,84%. Najwyższa średnia zawartość Cu w profilu 23 wynosi dla 10 próbek 0,92%, przy wartości tła równej 0,01%. Najwyższa koncentracja ołowiu wynosi 1,20%, średnia dla 8 próbek — 0,63%. Zawartość kobaltu w profilach 22 i 23 waha się w granicach 0,005—0,01% przy średniej zawartości w glebie 0,0013%. Ilość niklu w profilach tych jest podwyższona w stosunku do tła, wynoszącego 0,01% i wynosi maksymalnie 0,05%. Arsen występuje w badanym obszarze w ilościach od 0,01 do 1,20%. Wysoką koncentracją arsenu charakteryzują się zarówno profile przecinające żyłę kruszconośną, jak i profile na jej ewentualnym zachodnim przedłużeniu. Maksymalną zawartością wanadu charakteryzuje się gleba nad łupkami grafitowymi (0,5%). W profilach na wschód i na zachód od złoża stwierdzono zawartość wanadu od 0,001—0,05%.

Na podstawie analizy przeprowadzonych prac oraz na podstawie istniejących materiałów dotyczących terenu i budowy złoża Stara Góra, można stwierdzić, że:

a) minima oporowe otrzymane w wyniku badań elektrooporowych wskazują na przedłużenie żył porfirowych i prawdopodobieństwo występowania nowych żył;

b) wyznaczone ciągi anomalne indukcyjne i potencjalne przebiegają zgodnie z biegiem głównych żył kruszconośnych i składają się z szeregu stref anomalnych, występujących także poza obrębem zna-



Ryc. 4. Wykres zawartości Cu, Pb, Zn w profilu R-11.
1 — wapień, 2 — fyllity.

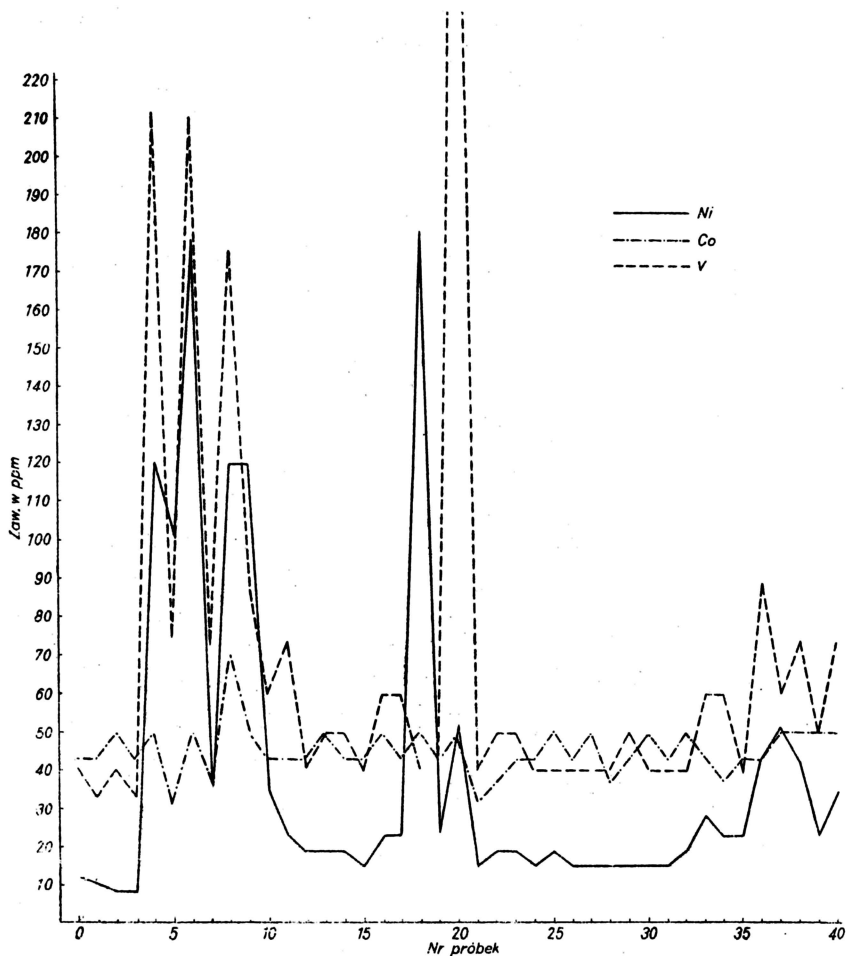
Fig. 4. Diagram of Cu, Pb and Zn contents at the profile R-11.

1 — limestones, 2 — phyllites.

nych żył, co może wskazywać na ich przedłużenie:
c) wyniki badań geochemicznych potwierdziły występowanie znanych żył kruszcowych oraz wskazały na nowe miejsca charakteryzujące się objawami okruszcowania w obszarach zaburzonych geofizycznie.

BADANIA KOMPLEKSOWE W REJONIE UBOCZE — RZĄSINY

Badany obszar, położony w odległości 4 km na północo-wschód od Gryfowa, objęty był zdjęciem aluwialnym. Regionalnie obszar ten należy do Pogórza Izerskiego oraz wchodzi w skład Gór Kaczawskich. Obejmuje on dwie serie skalne: osadową serię niecki północno-sudeckiej oraz serię staropaleozoiczną — fyllity i granitognejsy. Przedmiotem zainteresowania była metamorficzna seria reprezentowana przez fyllity, łupek grafitowy i łupek ilasty, łupek szarogłazowy i wapień krystaliczne. Największą część badanego obszaru zajmują fyllity. W całej



Ryc. 5. Wykres zawartości Ni, Co, V w profilu R-IV.
Fig. 5. Diagram of Ni, Co and V contents at the profile R-IV.

serii fyllitowej spotyka się nieregularne żyłki kwarcowe, często z mineralizacją siarczkową. Powierzchnie złupkowaceń fyllitów są niejednokrotnie pokryte siarczkami: pirytem, chalkopirytem, galeną.

Z minerałów akcesorycznych spotyka się magnetyt, hematyt, tytanit. Łupki grafitowe i łupki ilaste oraz wapienie występują w fyllicie w postaci wkładki. Łupki grafitowe odsłaniają się w pobliżu Rżasina, wapień odsłania się w nieczynnym kamieniołomie przy szosie Lwówek-Gryfów. Na przedłużeniu soczewek wapienia znajduje się pas „żelaziaka brunatnego” (1).

Wyniki analiz próbek aluwii pozwoliły na wydzielenie w omawianym rejonie stref o podwyższonej zawartości Ni, Co, V oraz stref o wyraźnie podwyższonej zawartości Cu, Pb, Zn, Ag, w której koncentracja miedzi wahała się w granicach 300–500 ppm; koncentracja cynku 200–300 ppm; zaś koncentracja ołowiu osiągała wartość kilku tysięcy ppm. W obrębie tych stref, które przylegały do siebie prawie bezpośrednio, przeprowadzono badania geofizyczne metodą indukcyjną i potencjałów własnych Ziemi. Badania te dały szereg ciekawych, zgodnych dla obu metod stref i ciągów anomalnych, które wiązać należy m. in. z występującymi wkładkami łupków grafitowych i towarzyszącą im mineralizacją siarczkową, a także ze strefą kontaktową wapienia i fyllitów. Występowanie łupków grafitowych wpływa na powiększenie amplitudy i poszerzenie anomalii, co nie pozwala na interpretację ilościową i wyznaczenie głębokości ciał zaburzających. Interpretacja jakościowa polegała na wydzieleniu z całego obszaru badań wyćinków o najniższych wartościach potencjałów.

W strefie najniższego potencjału wyznaczono profile pod zdjęcie glebowe, którego głównym celem było wykrycie mineralizacji polimetalicznej, będącej przypuszczalnie źródłem wysokiej zawartości szeregu pierwiastków w aluwjach.

Pierwiastkiem charakterystycznym dla złóż polimetalicznych jest ołów, występujący zawsze wespół z takimi pierwiastkami, jak: Zn (głównie), Ag, Cd, często także Cu, As, Bi i Sb.

Dla każdej prowincji metalogicznej i poszczególnych rejonów okruszczenia są charakterystyczne typowe asocjacje ołowiu tak w sensie towarzyszącego zespołu pierwiastków, jak i ich ilościowych stosunków. Dlatego też przy poszukiwaniach złóż polimetalicznych należy przede wszystkim wybrać zespół pierwiastków, które będą oznaczane. W przypadku omawianego zdjęcia oznaczono spektralnie Pb, Zn, Cu, Ag, a także Ni, Co i V.

Jedenaście profili o długości 300 m usytuowano poprzecznie do biegu fyllitów, obejmując obszar zaburzony geofizycznie. Środkową część profili zajmowała soczewka wapienia oraz żyła „żelaziaka”. Próbkę pobrano co 10 m, a w partii środkowej co 5 m z głębokości 60–80 cm.

Na podstawie wyników analiz próbek wydzielono dwie anomalie. Pierwsza z nich charakteryzująca się podwyższoną zawartością Cu, Pb, Zn i Ag związana jest z wystąpieniem wapienia, a maksymalne

koncentracje wymienionych pierwiastków mają miejsce w profilach przecinających strefę kontaktową wapienia i fyllitu (ryc. 4). Zawartość ołowiu w tych profilach waha się w granicach od 17 ppm nad fyllitami do 220 ppm w strefie kontaktowej przy tle terenu, wynoszącym 6 ppm. Średnia zawartość miedzi w glebie okolic Ubocza wynosi 20 ppm, zaś w strefie kontaktowej wapienia i fyllitów jest już dziesięciokrotnie podwyższona i wynosi 200 ppm. Cynk występuje w ilości od 52 ppm w profilach nad fyllitami i 117 ppm nad wapieniem do 210 ppm nad strefą kontaktową. Srebro wykryto w próbkach profili z nad strefy kontaktowej w ilości nieprzekraczającej 0,005%.

Podwyższona zawartość Ni, Co i V jest charakterystyczna dla drugiej anomalii, występującej nad fyllitami z wkładkami łupków grafitowych i żyłą „żelaziaka”. Nikiel występuje tu w granicach od 10 do 200 ppm przy zawartości tła 10 ppm. Zawartość kobaltu jest wyraźnie podwyższona i waha się od 32 do 200 ppm przy zawartości Co w glebach w granicach od 1 do 40 ppm. Maksymalną zawartość wanadu wynoszącą 720 ppm zanotowano w profilu przecinającym wkładkę łupku grafitowego (ryc. 5). Pozostałe profile z obszaru występowania fyllitów i łupków ilastych zawierały wanad w ilościach od 210 do 565 ppm.

Ciekawe jest współwystępowanie wanadu z Ni i Co w drugiej anomalii. Należy podkreślić, że zespoły pierwiastków występujących w paragenezach osadowych łupków ilastych oraz w paragenezach mineralizacji hydrotermalnych są często bardzo podobne. Najwyraźniejszym elementem różniącym te dwie asocjacje jest obecność większych koncentracji wanadu, nigdy nie notowana w utworach hydrotermalnych. Tak więc obecność wanadu dowodziłaby, że anomalia ta jest związana z koncentracjami metali, występującymi w łupkach grafitowych. Natomiast an-

malia pierwsza, nie zawierająca wanadu, może być hipotetycznie związana z mineralizacją hydrotermalną żyłową.

Maksymalna koncentracja pierwiastków ma miejsce nieco poniżej wzniesienia, zbudowanego z wapienia w pobliżu kontaktu tego wapienia z fyllitem. Wyłoniły się głównie trzy możliwości jeśli idzie o źródło tak wysokiego podkoncentrowania metali. Albo okruszczowane są same wapienie, albo łupki ilaste i fyllity, albo kontakt wapieni i fyllitów, będący kontaktem tektonicznym. Makroskopowo nie stwierdzono śladów okruszczowania wapieni, obecności mineralizacji nie wykazały również analizy chemiczne. Związek okruszczowania z łupkami wydaje się również mało prawdopodobny, gdyż trudno przypuścić, aby tak mały obszar był właśnie najbardziej predysponowany do nagromadzenia metali ciężkich. Najwłaściwsze wydało się powiązanie źródła mineralizacji ze strefą kontaktową. Cały ten niewielki obszar jest dość gęsto poprzecinany uskokami. Kwaśne wody wędrując szczelinami uskokowymi, napotkały wapienie, które zalkalizowały te wody, co z kolei mogło doprowadzić do wytrącenia metali ciężkich. Przypuszczenia te zostały potwierdzone wynikiem wiercenia, które na głębokości 21 m przeszło kontakt wapienia i fyllitów z widoczną makroskopową mineralizacją siarczkami (piryt, chalkopiryt, galena).

Przydatność metod geochemicznych do poszukiwań kruszców jest niewątpliwa. Wyniki pierwszego etapu badań, polegające na wstępnym rozpoznaniu terenu, pozwalają na wydzielenie rejonów o podwyższonej koncentracji pierwiastków wskaźnikowych. Drugi etap prospekcji geochemicznej prowadzi do scharakteryzowania metalogenezy badanego obszaru i zlokalizowania przypowierzchniowych stref okruszczowanych. W wynikach badań znajdują odbicie występujące znane żyły kruszczośne i ich przypuszczalne przedłużenia oraz nowe punkty mineralizacji.

L I T E R A T U R A

1. Berg G. — Objaśnienia do ark. Gryfów Śl. 1935.
2. Geologia Regionalna Polski, T. III, z. 2, Sudecy. Warszawa 1957.
3. Kłos T. — Dokumentacja geologiczna złoża Stara Góra. 1952.
4. Krasnikow W. I. — Рациональные поиски рудных месторождений. Москва 1959.
5. Lindner M. — Sprawozdanie roczne z prac wykonanych w rej. Rząsiny-Ubocze. 1961. Archiwum IG.
6. Lindner M. — Sprawozdanie tymczasowe z prac poszukiwawczych w zach. części Gór Kaczawskich. 1959. Archiwum IG.

7. Lindner M. — Sprawozdanie z badań geochemicznych przeprowadzonych w rej. Rząsiny-Oleszna. 1958. Archiwum IG.
8. Lindner M. — Sprawozdanie z przeprowadzonych badań metalometrycznych w SW części Gór Kaczawskich (Wleń-Wojcieszów). 1958. Archiwum IG.
9. Rulska S. — Sprawozdanie z prac geoelektrycznych metodą indukcyjną i potencjałów własnych. 1959. Archiwum IG.
10. Pendas H. — Geochemiczne profile w okolicy Radzimowic na Dol. Śląsku (Arch. Rękop. IG — Warszawa).

S U M M A R Y

The article deals with the results of geochemical prospecting made in two stages of works in the area of the Kaczawskie Mountains.

The results of the first stage of investigations based on the preliminary geochemical reconnaissance of the terrain (alluvial survey) allowed to detach regions of increased concentration of index elements.

The author discusses in detail the results of the second stage of investigations, the purpose of which was to explain the new perspectives of metal contents in the areas of known occurrence of polymetallic deposits and to detach the prolific areas for future prospecting works in the regions, where mineralization was not recorded up to now. The results of the second stage of investigations allow to determine the metallogeny of the area under study and to localize the near-surface metallizing zones.

Р Е З Ю М Е

В статье описываются результаты двух этапов геохимических поисков, проводимых в Качавских горах (Нижняя Силезия).

В итоге геохимических исследований I этапа (опробование аллювиев) были определены участки с повышенным содержанием рудных элементов.

Автор детально излагает итоги второго этапа исследований, целью которого являлось определение дальнейших поисковых перспектив районов с известными рудными залежами и указание новых перспективных районов, в которых до сих пор не были выявлены рудные проявления. Результаты второго этапа исследований послужат для создания металлогенической характеристики исследуемого района.