

WYNIKI WSTĘPNYCH BADAŃ  
GEOELEKTRYCZNYCH W OKOLICY KREMPACH  
(PIEŃSKI PAS SKAŁKOWY)

UKD 550.837.31:551.762.2/781.022.4/024.551.243.4(438—924.51)

W rejonie Krempach pienięski pas skałkowy obejmuje trzy równoleżnikowe strefy strukturalne (1, 2, 3). Strefa północna, zbudowana z utworów serii magurskiej, kryje się częściowo pod aluwiami Białki. Stosunkowo wąską (ok. 300 m) strefę centralną budują utwory serii czorsztyńskiej, natomiast seria braniska zajmuje pozycję południową, a jej tektoniczny kontakt z niecką Podhala wyznacza południowy zasięg pasa skałkowego. Ogólnie szerokość pasa na tym odcinku dochodzi do 1600 m.

Skomplikowane stosunki strukturalne w pasie skałkowym wyrażają się przede wszystkim dużą zmiennością w występowaniu poszczególnych ogniw litostratygraficznych (powtórzenia tektoniczne). Stan odsłoneń na ogół uniemożliwia ciągle śledzenie tych zmian na dłuższych odcinkach, w większości wypadków nie jest to również możliwe poprzez fotointerpretację zdjęć lotniczych. W związku z tym podjęto próbę zbadania następstwa ogniw litologicznych i stosunków tektonicznych w utworach przypowierzchniowych metodą profilowania elektrooporowego.

Rejon Krempach wybrano do badań rekoniesansowych ze względu na stosunkowo dużą liczbę odsłoneń, prostą rzeźbę i możliwość rozszerzenia tych badań na obszary przyległe o zbliżonych warunkach morfologicznych i strukturalnych. Profil poprowadzony dolną potokiem Krętego przecina poprzecznie wszystkie wymienione strefy strukturalne. Dokonano także próby określenia wglębnego zasięgu skałek strefy czorsztyńskiej, otoczonych na powierzchni przeważnie przez margle puchowskie. Wobec braku wierceń w tym terenie dotychczasowe rozważania dotyczące wglębnej budowy pasa skałkowego opierają się na porównaniach płytkich przekrojów na różnych poziomach hipsometrycznych. W opisywanych

tu badaniach zastosowano metodę pionowych sondowań geoelektrycznych. Sondy zlokalizowano w obrębie zwierzełlin gruzowo-głiniastych, w bliskim sąsiedztwie wychodni skał (ryc. 1).

METODY BADAŃ ELEKTROOPOROWYCH

Występowanie poszczególnych ogniw w postaci wąskich, równoleżnikowych pasów zadecydowało o zastosowaniu metody profilowania poprzecznego w układzie symetrycznym, o kroku 20 m i rozstawach AB = 100 i 40 m. Układ ten (z rozstawami mieszczącymi się na ogół w jednym kompleksie skalnym) pozwolił uniknąć dodatkowych ekstremów na krzywej profilowania, utrudniających interpretację (3). Zastosowano podwójny pomiar przy tej samej wartości AB dla rozstawów MN = 5 m i MN = 20 m, z zamiarem uściślenia granic warstw niskooporowych zawartych w kompleksach o wyższych wartościach oporności (za M. I. Pachomowem — 3).

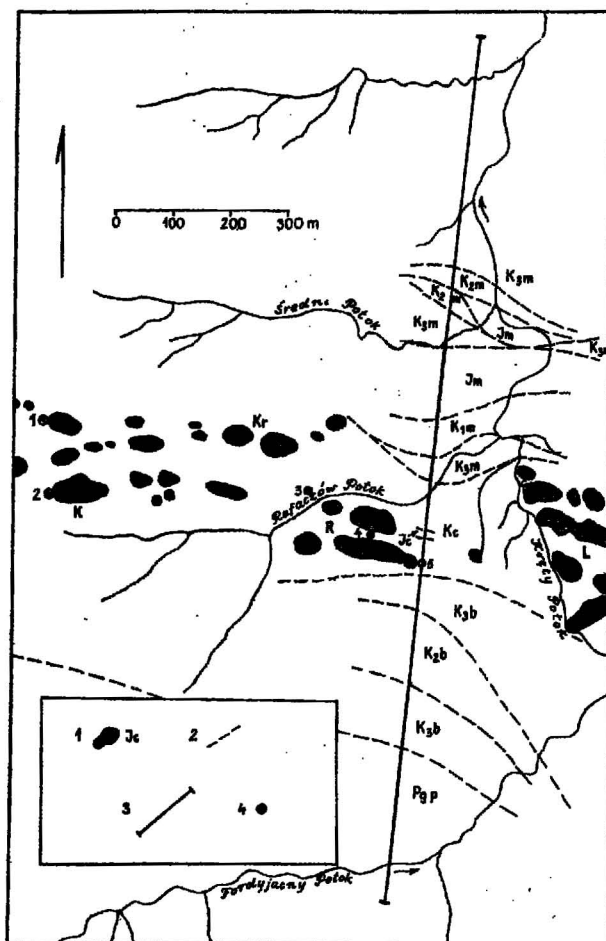
Na podstawie wydzielonych przedziałów zmian oporności pozornych na krzywych profilowania elektrooporowego podjęto próbę ich korelacji z ogniwami litostratygraficznymi, występującymi w odsłonięciach w pobliżu linii profilu oraz oznaczonymi na mapie geologicznej (1, 2). Sondowania elektrooporowe wykonano w symetrycznym układzie Schlumbergera, osiągnięto maksymalne rozstawy AB/2 = 400—500 m.

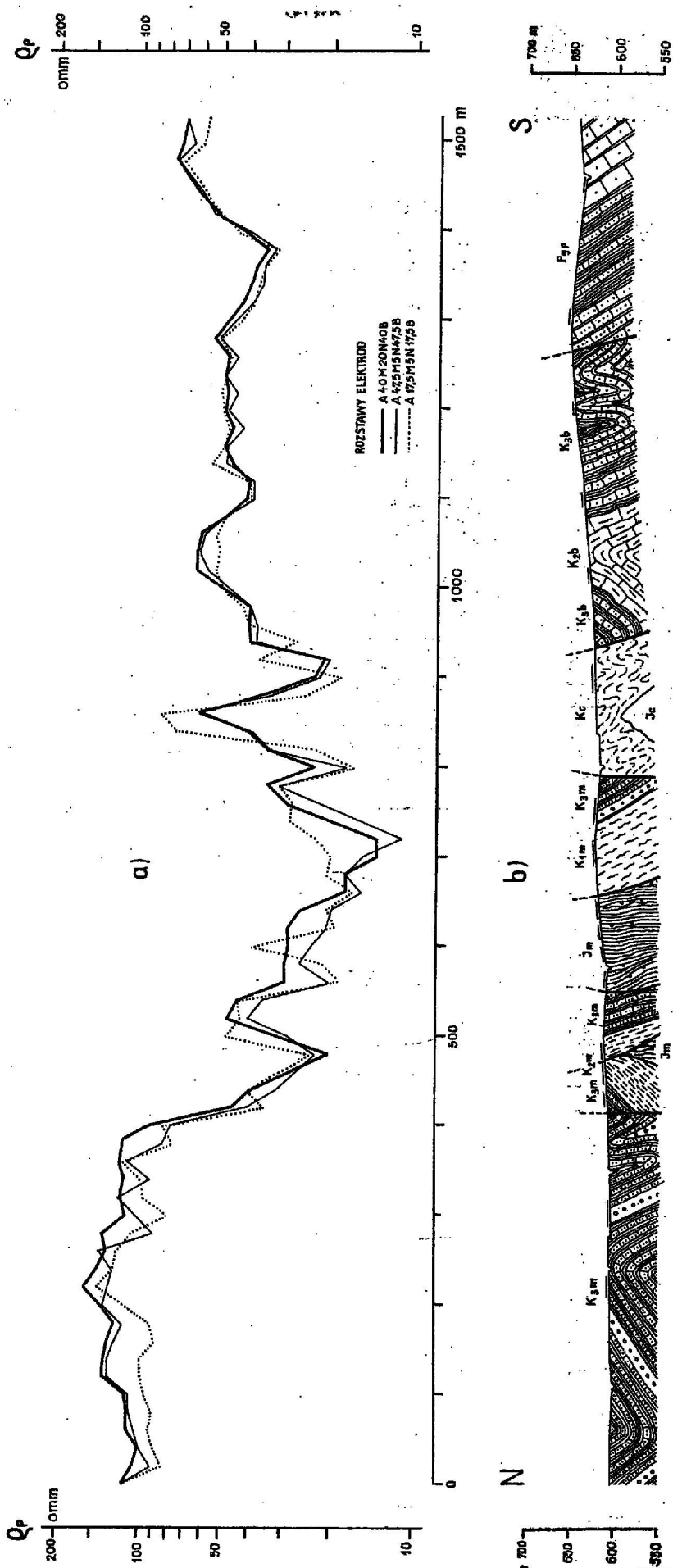
Ryc. 1. Szkic sytuacyjno-geologiczny rejonu badań.

1 — skałki serii czorsztyńskiej, 2 — granice geologiczne (na podstawie map — 1, 2 — oraz badań własnych), 3 — linia profilu elektrooporowego i przekroju geologicznego, 4 — miejsca pionowych sondowań elektrooporowych.  
Symbole: seria magurska: Jm — aalen flyszowy (łupki z wkładkami piaskowców i mułowców) — dolny aalen, K<sub>1m</sub> — warstwy wronińskie (łupki i ility z konkrecjami pirytowymi) — alb, K<sub>2m</sub> — pstrze warstwy podjarmuckie (łupki ilaste) — turon, K<sub>3m</sub> — warstwy jarmuckie (kompleks piaskowcowo-lupkowy z poziomami zlepieńców) — kampan-mastrycht.  
Seria czorsztyńska: Jc — różne odmiany wapieni skałkotwórczych — bajos sr. — walangyn, Kc — margle puchowskie — turon-kampan. Seria braniska: K<sub>2b</sub> — margle globotruncanowe — cenoman-turon, K<sub>3b</sub> — warstwy sromowieckie (flysz) — turon g.-kampan g.  
Seria podhalańska: Pgp — warstwy szaflarskie (flysz) — paleogen. L — Lorencowe Skałki, R — Rafaczowe Skałki, Kr — Krzysztokowe Skałki, K — Korowa Skała.

Fig. 1. Location-geological sketch map of the area studied.

1 — crags of the Czorsztyń series, 2 — geological boundaries (after maps (1, 2) and author's data), 3 — line of electric resistance profile and geological cross-section, 4 — location of point electric-resistance logging. Explanations: Magura series: Jm — Flysch Aalenian (shales with sandstone and siltstone intercalations) — Lower Aalenian, K<sub>1m</sub> — Wronińskie Beds (shales and clays with pyrite nodules) — Albanian, K<sub>2m</sub> — mottled Sub-Jarmuckie Beds (clay shales) — Turonian, K<sub>3m</sub> — Jarmuckie Beds (sandstone-shale complex with conglomerate horizons) — Campanian-Maestrichtian.  
Czorsztyń series: Jc — various types of crag-forming limestones — Middle Bajocian — Valanginian, Kc — Puchowskie marls — Turonian-Campanian.  
Branisko series: K<sub>2b</sub> — Globotruncan marls — Cenomanian-Turonian, K<sub>3b</sub> — Sromowieckie Beds (Flysch) — Upper Turonian — Upper Campanian.  
Podhale series: Pgp — Szaflarskie Beds (Flysch) — Paleogene. L — Lorencowe Skałki, R — Rafaczowe Skałki, Kr — Krzysztokowe Skałki, K — Korowa Skała.





Ryc. 2. Przekrój geofizyczno-geologiczny.

a) krzywe profilowania elektrooporowego, b) przekrój geologiczny wykonany na podstawie odsłoneń i profilowania elektrooporowego. Objasnienia symboli jak na ryc. 1. Pozioma kreska nad powierzchnią morfologiczną wskazuje miejsca odsłoneń na linii profilu lub w jej pobliżu.

Fig. 2. Geophysical-geological cross-section.

a) electric-resistance logging curve, b) geological cross-section made on the basis of outcrops and electric-resistance logging. Explanations as given in Fig. 1. Horizontal stroke above morphological surface indicates outcrops situated at or nearby the line of cross-section.

**OPIS GEOFIZYCZNO-GEOLOGICZNY PRZEKROJU**

W północnej części profilu elektrooporowego, uzyskana krzywa oscyluje w granicach od 100 do 150 omów oporności pozornej (ryc. 2). Na 220 m profilu krzywa osiąga maksimum, po którego obu stronach zachodzi symetryczny spadek wartości oporności. Maksimum to przypada pomiędzy dwoma odsłoneciami warstw jarmuckich, gdzie występują przeciwstawne (północne i południowe) upady warstw. Przejście krzywej może więc odpowiadać przegubowi antyklinalnemu. W południowym odsłoneciu występują zlepieńce, w północnym (bliższym przegubowi) zespół piaskowcowo-lupkowy. Przez analogię odtworzono prawdopodobne, symetryczne wystąpienie zlepieńców w skrzydle północnym.

Ku S obserwuje się odwrócenie warstw; występują tu zapewne intensywniejsze zafaldowania. Południowy, dobrze wyrażony skłon krzywej jest zaburzony, wiąże się to zapewne z odsłoneciem w pobliżu fliszem jarmuckim, zapadającym na N. Dalej ku S zjawia się zwietrzelina czerwonych łupków ilastych (pstre warstwy podjarmuckie). Strefie występowania tej zwietrzeliny odpowiadają niskie wartości oporności. Przypuszczalnie istnieje tu normalne, sedimentacyjne przejście, przejawiające się stopniową zmianą proporcji łupków podjarmuckich do piaskowców jarmuckich. Wymieszenie warstw podjarmuckich jest prawdopodobnie wynikiem działania uskoku rozcinającego strefę synklinalną.

Kolejnemu odcinkowi wzrostu oporności pozornej odpowiada zwietrzelina fliżu jarmuckiego. Warstwy te zapewne stanowiły niegdys północne skrzydło wyniesionej i rozciętej uskokiem antykliny, której jądro wypełniały warstwy podjarmuckie. Od S flisz ten graniczy z szeroką strefą aałenu fliżowego, dobrze odsłoneńtą w dnie potoku. Za nią zaznacza się spadek oporności do najmniejszej wartości. W pojedynczych odsłoneciach obserwuje się kolejno czarne łupki ilaste, a następnie zielonobłękitne iły z kongrekcjami pirytowymi (warstwy wronińskie). Kolejnemu podwyższeniu oporności towarzyszy występowanie zlepieńców jarmuckich, przechodzących ku S w piaskowce i łupki o upadach południowych.

Od S z warstwami jarmuckimi kontaktuje 135 m strefa o wyraźnym symetrycznym rozkładzie oporności. Podwyższone wartości oporności pozornej w jej centrum wyjaśnia bliskie sąsiedztwo pasma Rafaczowej Skałki (względne przedłużenie północnej Rafaczowej Skałki lub ukryta pod powierzchnią inna skałka z tego samego szeregu). Od S z masami margli puchowskich kontaktuje strefa o podwyższonej oporności, średnio do ok. 50 omm. Odpowiada jej obszar występowania filiszowych warstw sromowickich serii branskiej. Zróznicowanie krzywej elektrooporowej na tym odcinku, a zwłaszcza dość wyraźne układy symetryczne, sugerują sfałdowanie kompleksów łupkowo-piaskowcowych. Poza tę interpretację wykracza wysokie maksimum na odcinku od 1000 do 1080 m profilu. Spotykane w zwierzeliźnie okrucy wapienno-marglistych warstw globotruncanowych sugerują, że na tym odcinku odpreparowane zostało jądro jednego z fałdów jednostki branskiej.

Wyraźny spadek, a następnie wzrost oporności pozornej na końcowym odcinku profilu, przypadające już na filisz podhalański, prawdopodobnie spowodowane są istnieniem kompleksu o przewodzących łupków, zapadającego ku S pod piaskowce gruboławicowe.

#### WYNIKI PIONOWYCH SONDOWAŃ ELEKTROOPOROWYCH

Poniżej przedstawiono przykładowo wyniki interpretacji ilościowej 2 sondowań:

S—1	AB = 400 m	Az. 160°
$h_1 = 1,9$ m	$\rho_1 = 22$ omm (zwierzeliżna gliniasto-gruzowa)	
$h_2 = 9,5$ m	$\rho_2 = 51$ omm (wapień)	
$h_3 = 3,5$ m	$\rho_3 = 11$ omm (il)	
	$\rho_4 = 34$ omm (margle)	
S—2	AB = 500 m	Az. 160°
$h_1 = 2,5$ m	$\rho_1 = 41$ omm (zwierzeliżna gruzowo-gliniasta)	
$h_2 = 11,0$ m	$\rho_2 = 76$ omm (wapień)	
$h_3 = 3,5$ m	$\rho_3 = 20$ omm (margle żółte)	
	$\rho_4 = 59$ omm (wapień lub margle wapienisty)	

Według interpretacji autorów, poniżej utworów wapiennych (skałek) występują utwory niskooporowe, niewątpliwie odpowiadające margliom puchowskim. Na przejściu do nich zaznacza się warstwa o szczególnie niskiej oporności, prawdopodobnie powstała przez tektoniczne rozłzarcie margli na iły przy współdziałaniu zawodnienia.

Stosunkowo niskie wartości oporności rzeczywistych przypisywane zagłębionym częściom skałek można tłumaczyć niewielkim rozmiarem skałek w stosunku do wielkości rozstawu AB oraz istnieniem

#### SUMMARY

Electric resistance profile transversally cutting the Pieniny Klippen Belt comprises several lithostratigraphic units belonging to different tectonic units. Attempts were made to correlate apparent resistance values and lithological units cropping out in the proximity of the profile line. It appeared that such correlation is possible even in the case of areas with so complex structure as the Pieniny Klippen Belt and that the electric resistance curve may be treated as a basis for interpretation and supplement of surface geological observations. Moreover, the electric resistance profiling has shown that crag bodies of the Czorsztyn series are submerged at relatively shallow depths in surrounding marls. Lower surface of the crags represents a zone of strong tectonic disintegration presumably related to overthrusting and decollement.

w ich obrębie licznych i zapewne zawodnionych szczelin. W odsłoniętych partiach skałek obserwuje się różnokierunkowe zespoły ciosu i kłutwa o otwartych szczelinach i rozstępach od 1 do 20 cm.

#### WNIOSKI

1. Na obszarze pienńskiego pasa skałkowego istnieje możliwość łączenia połowych, wycinkowych obserwacji geologicznych w pełniejszy, ciągły obraz poprzez korelację z wynikami profilowań geoelektrycznych. Potwierdzają to także badania J. Trojan (PPG) wykonane w okolicy Czorsztyna w 1962 r.

2. Z przeprowadzonych badań geoelektrycznych w okolicach Krempach wynika, że skałki występujące w strefie czorsztynskiej stanowią oddzielne, izolowane marglami puchowskimi bloki, przy czym część z nich kryje się całkowicie pod powierzchnią terenu. Kontakt spągowych części bloków skałkowych z podścielającymi je marglami ma charakter odkład lub nasunięć. Zastosowanie na szerszą skalę metod geofizycznych pozwoli na pełniejsze rozpoznanie rozkładu przestrzennego brył skałkowych i towarzyszących im powierzchni tektonicznych.

3. Na krzywych profilowania A 40 M 20 N 40 B i A 47,5 M 5 N 47,5 B zarysowuje się niemal identyczny obraz zmienności oporności pozornej. Zastosowanie krzywej dodatkowej, poza odcinkiem profilu 680—780 m nie wniosło istotnych informacji o znaczeniu interpretacyjnym. Prawdopodobnie należy to przypisać zbyt dużym miąższościom stref o obniżonych wartościach oporności w stosunku do zastosowanych rozstawów MN. Warunkiem uzyskania pozytywnych rezultatów przy zastosowaniu podwójnego układu elektrod MN do szerokości strefy niskooporowej. Układ ten mógłby znaleźć zastosowanie dla uzyskania większej czytelności tych odcinków krzywych profilowania elektrooporowego, gdzie zmiany wartości oporności są stosunkowo niewielkie, np. dla utworów filiszowych.

#### LITERATURA

1. Birkenmajer K. — Mapa geologiczna pienńskiego pasa skałkowego 1:10 000 ark., Nowa Białka, 1964.
2. Birkenmajer K. — Mapa geologiczna pienńskiego pasa skałkowego, 1:10 000 ark., Trybun, 1964.
3. Birkenmajer K. — Zarys budowy geologicznej pienńskiego pasa skałkowego Polski. Roczn. Pol. Tow. Geol., 1965, z. 3.
4. Bloch I. M. — Elektroprofilowanie metodą sondowań. Izd. Niedra, Moskwa, 1971.

#### РЕЗЮМЕ

В поперечном сечении Пенин был сделан электросопротивительный профиль охватывающий ряд литостратиграфических звеньев принадлежащих к разным тектоническим единицам. Проведена попытка корреляции величины полного сопротивления с отдельными литологическими звеньями наблюдаемыми в открытиях вблизи линии профиля. Автор приходит к выводу, что эта корреляция является возможной даже при очень сложном геологическом строении рассматриваемого района, а электросопротивительная кривая хорошо дополняет поверхностные наблюдения. Электросопротивительные зондирования проведенные в районе Пенин показали относительно неглубокое погружение скальных мас чорштинской серии в окружающих мергелях. Нижнюю поверхность этих мас составляют зоны сильной тектонической дезинтеграции связанные вероятно с надвиганием и откалыванием.