

Roman OSIKA

FORMACJE MIEDZIONOŚNE W POLSCE

(1 Fig.)

Copper-bearing formations in Poland

(1 Fig.)

Roman Osika: Copper-bearing formations in Poland. *Summary*. Ann. Soc. Geol. Poloniae, 53/1—4: 187—206, 1983 Kraków.

Abstract: Copper-bearing formations occurring within the Polish territory are described. Among them, only the Zechstein copper-bearing shales are of economical importance. The other formations, showing perspective value are sedimentary or sedimentary-volcanic (6) in nature and are connected with intrusions or metamorphic complexes (3).

Key words: copper ore deposits, economic importance, Poland.

Roman Osika: ul. Rokosowska 27 m. 71, 02-348 Warszawa.

manuscript received: August 1980

accepted: July 1982

Treść: Scharakteryzowano formacje miedzionośne w Polsce, z których formacja łupków miedzionośnych ma znaczenie przemysłowe. Inne formacje, o znaczeniu perspektywnym, reprezentowane są przez formacje osadowe i osadowo-wulkaniczne (6) oraz formacje związane z intruzjami i metamorfizmem (3).

WSTĘP

Spośród kilkunastu typów i podtypów złóż rud miedzi znanych w świecie podstawowe znaczenie przemysłowe mają złoża: porfirowe, osadowe i osadowo-wulkaniczne, pirytów miedzionośnych i magmowe,

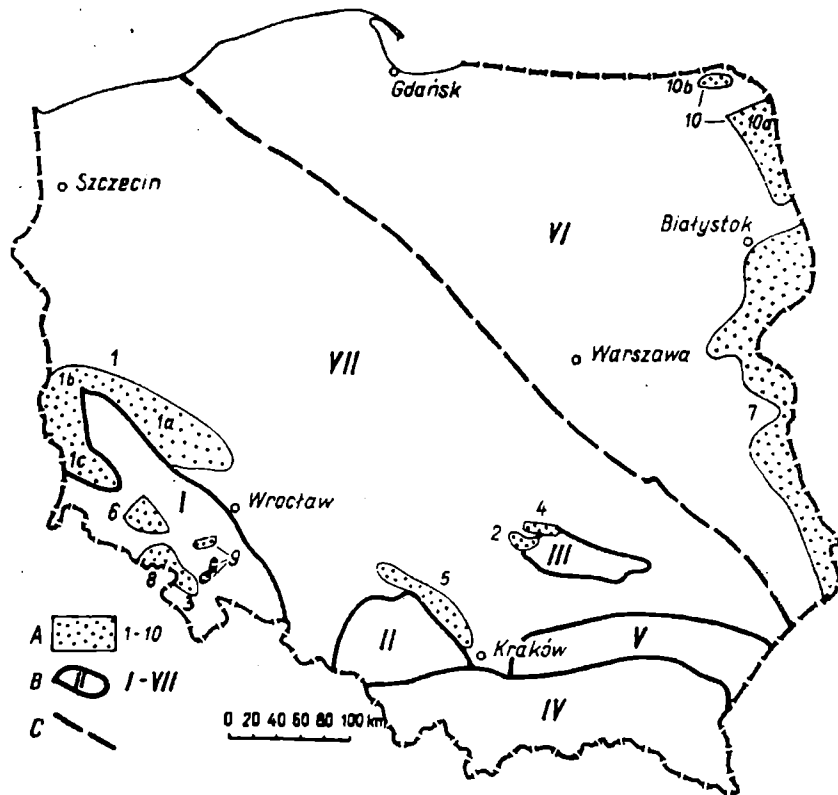


Fig. 1. Położenie perspektywicznych obszarów miedzionośnych w Polsce. A — Perspektywiczne obszary miedzionośne. 1 — Formacja łupków miedzionośnych dolnego cechsztynu 1 a — monoklina przedsudecka, 1 b — peryklina Żar, 1 c — synklinorium północnosudeckie; 2 — Formacja utworów dolnego cechsztynu i triasu z mineralizacją miedziową w syneklinie piekoszowskiej — Góry Świętokrzyskie; 3 — Formacja permokarbońska z mineralizacją miedziową w niecce śródsudeckiej, Sudety; 4 — Formacja ilów kruszonośnych dewonu środkowego, Góry Świętokrzyskie; 5 — Formacja osadowo-wulkaniczna z mineralizacją miedziową w północno-wschodnim obrzeżeniu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego; 6 — Formacja zielencowo-keratofirowa strefy kaczawskiej w Sudetach; 7 — Formacja osadowo-wulkaniczna wendy Wschodniej Polski; 8 — Formacja porfirów warwyscyjskich i postwarwyscyjskich w synklinorium śródsudeckim; 9 — Formacja ultramafitów i mafitów w Sudetach i bloku przedsudeckim; 10 — Formacja prekambryjskich ortoamfibolitów (10 a) i mafitów (10 b) NE Polski. B — Główne regiony geologiczne: I — Sudety i blok przedsudecki — warwyscydy; II — zapadlisko górnośląskie — warwyscydy; III — Góry Świętokrzyskie — paleozoidy; IV — Karpaty — alpidy; V — zapadlisko przedkarpackie — alpidy; VI — platforma wschodnio-europejska — prekambryjska; VII — platforma Środkowej i Zachodniej Europy — paleozoiczna. C — Wgłębny rozłam tektoniczny (linia Teisseyra-Tornquista) — granica między platformą prekambryjską (VI) i paleozoiczną (VII)

Fig. 1. The location of copper-bearing areas in Poland. A — Copper-bearing areas of economical value: 1 — The Lower Zechstein copper-bearing shale formation: a — Fore-Sudetic Monocline, b — Żary Pericline, c — North Sudetic Synclinorium; 2 — Copper-mineralized Lower Zechstein and Triassic deposits of the Piekoszów syncline (Holy Cross Mts.); 3 — Permo-Carboniferous copperbearing formation in the Intrasudetic Trough (Sudetes); 4 — Middle-Devonian copper-bearing clays formation in the Holy Cross Mts; 5 — Sedimentary-volcanic formation in the NE margin of the Upper Silesian Coal Basin; 6 — Greenstone-keratophyre formation of the Kaczawa Mts. (Lower Silesia); 7 — Vendian sedimentary volcanic formation of Eastern Poland; 8 — Variscan and post-Variscan porphyry formation in the Intrasudetic Trough; 9 — Ultramafic and mafic formation in the Sudetes and Fore-Sudetic block; 10 — Precambrian ortho-amphibolites (a) and mafites (b) in NE Poland. B — Main geological units: I — Sudetes and Fore-Sudetic block (Variscides); II — Upper Silesian Coal Basin (Variscides); III — Holy Cross Mountains (Paleozoides); IV — Carpathians (Alpides); V — Carpathian Foredeep (Alpides); VI — East-European Platform (Precambrian); VII — Middle and West European Platform (Paleozoic). C — deep-seated fracture zone (Teisseyre-Tornquist line), separating Precambrian (VI) and Paleozoic (VII) platforms

Tabela 1 — Table 1

Stwierdzone i przypuszczalne formacje miedzionośne w Polsce

Wiek	Typy i forma złóż	Strefy formacyjno-strukturalne
Formacja osadowa o stwierdzonej perspektywiczności		
Cechsztyń	Złóża stratyfikowane, Cu rozproszone w kompleksie czarnych łupków	1. Dolnocechsztyńska formacja miedzionośna monokliny przedłudeckiej, perykliny Żar i niecki północno-sudeckiej
Formacje miedzionośne o przypuszczalnej perspektywiczności		
Permo-trias	Złóża stratyfikowane, Cu rozproszone w kompleksie łupkowym	2. Permo-triasowa formacja metalogeniczna zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich
Permo-karbon	Złóża stratoidalne formacji miedziowo-molibdenowej, rozproszone w utworach ilasto-piaszczystych, moląsowych	3. Permokarbońska formacja zapadliska Centralnych Czech i niecki śródsudeckiej
Dewon	Złóża stratoidalne, Cu związane z kompleksem czarnych łupków w obrębie strefy dyslokacyjnej	4. Formacja ilów kruszconych dewonu w Górach Świętokrzyskich
Starszy paleozoik	Złóża stratoidalne i żyłowe Cu, Zn, Pb formacji osadowo-wulkanicznej	5. Formacja osadowo-wulkaniczna staropaleozoicznej strefy geosynklinalnej NE obrzeżenia GZW (monoklina śląskokrakowska)
Starszy paleozoik	Złóża stratoidalne i żyłowe Cu, Zn, Pb, Ba formacji osadowo-wulkanicznej	6. Formacja zieleńcowo-keratofirowa staropaleozoicznej strefy geosynklinalnej Gór Kaczawskich
Wend	Złóża stratoidalne Zn, Pb z fluorystem w utworach terygenicznych, i żyłowe złoża Cu związane z trapami	7. Wendyjska formacja osadowo-wulkaniczna wschodniej Polski
Formacje związane z intruzjami i metamorfizmem		
Waryscydy	Złóża stratoidalne i żyłowe miedzi z molibdenem	8. Formacja porfirowa
Prekambr	Złóża formacji miedziowo-niklowej, rudy rozproszone i masywne	9. Formacja intruzji ultrazasadowych i zasadowych w Sudetach i na Bloku Przedłudeckim
	Złóża rozproszone i żyłowe miedziowo-niklowe	10. Formacja prekambryjskich ortoamfibolitów NE Polski. Formacja proterozoicznych skał zasadowych NE Polski

głównie związane ze skałami ultrazasadowymi i zasadowymi. W Polsce znaczenie przemysłowe mają złoża osadowe reprezentowane przez formacje łupków miedzionośnych dolnego cechsztynu. Na obszarze Dolnego Śląska formacja ta jest częściowo rozpoznana w kat. C₂ i kategoriach wyższych, natomiast dla pozostałej części określono zasoby perspektywiczne w kat. D₁ i D₂. Na podstawie przesłanek geologicznych i oznak złożowych do formacji o przypuszczalnej perspektywiczności zaliczono w Polsce 9 stref formacyjno-strukturalnych, przedstawionych w tabeli 1. Sześć z nich reprezentuje formacje osadowe i osadowo-wulkaniczne a trzy związane są z procesami magmowymi i metamorfizmem. Położenie tych formacji na tle jednostek geologicznych Polski przedstawiono na fig. 1.

FORMACJA MIEDZIONOŚNA O STWIERDZONEJ PERSPEKTYWICZNOŚCI

Cechsztyńska formacja łupków miedzionośnych

Formacja łupków miedzionośnych jest rozwinięta w dolnym cechsztynie w obrzeżeniu waryscydwów środkowej Europy. W Polsce występuje ona na monoklinie przedsudeckiej, peryklinie Żar i w niecce północnosudeckiej, a w NRD w niecce mansfeldzkiej i sangerhauseńskiej. Łupki miedzionośne stwierdzono również w centralnej niecce Hanoweru i na wschodnim obrzeżeniu Gór Łupkowych (Sondra). Przejawy mineralizacji notowane są na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich.

Mineralizacja miedziowa w dolnym cechsztynie jest typu stratyfikowanego. Powstała ona prawdopodobnie w okresie postwaryscyjskiej aktywizacji tektoniczno-magmowej. Głównymi minerałami miedzi są chalkozyn, bornit i chalkopiryt oraz inne metale towarzyszące (Banaś i in. 1976, Harańczyk 1972, Konstantynowicz 1971, Tomaszewski 1962). Dotychczas udokumentowane złoża rud miedzi zajmują 365 km², natomiast perspektywiczna powierzchnia łupków miedzionośnych na obszarze Dolnego Śląska wynosi około 4500 km² (Wyżykowski 1970, Gospodarczyk 1978). Na podstawie dotychczas wykonanych wierceń pozytywnych i negatywnych oraz map geologicznych, paleogeograficzno-metalogenicznych i określenia powierzchni zajmowanej przez fację utlenioną (Rydzewski 1978) oraz porównania stref perspektywicznych z obszarami udokumentowanymi, ustalono współczynniki korygujące wielkość obszarów perspektywicznych. Średnie wydajności rudy w kg/m² (współczynnik rudonośności) ocenianych stref perspektywicznych ustalono na podstawie analogii z obszarami rozpoznanymi. Współczynniki rudonośności wyliczono ze stosunku powierzchni złóż z zasobami udokumentowanymi do całości przebadanego obszaru (obszar pozytywny i negatywny).

Ze względu na głębokość oceniane obszary podzielono na strefy głębokościowe, przy czym do głębokości 1500 m liczono zasoby progno-

styczne, natomiast od 1500 do 2000 m — zasoby potencjalne. W zależności od stopnia zbadania formacji miedzionośnej wyróżniono dwa stopnie wiarygodności zasobów, tj. zasoby kat. D₁, jako lepiej zbadane, przylegające do złóż udokumentowanych lub oparte o wyraźne oznaki złóżowe, oraz zasoby kat. D₂, oparte o przesłanki i oznaki geologiczne (Osika 1979). Stosunek ilości zasobów prognostycznych kat. D do ilości zasobów udokumentowanych ocenia się na 0,3—0,5 a dla potencjalnych na około 0,7

FORMACJE MIEDZIONOŚNE O PRZYPUSZCZALNEJ PERSPEKTYWICZNOŚCI

Formacje osadowe i osadowo-wulkaniczne

Do formacji osadowych i osadowo-wulkanicznych o przypuszczalnej perspektywiczności można zaliczyć: formację permotriasową północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, formację permokarbońską niecki śródsudeckiej, iłów kruszconych dewonu w Górach Świętokrzyskich, osadowo-wulkaniczną starszego paleozoiku NE obrzeżenia GZW, zieleńcowo-keratofirową Gór Kaczawskich i osadowo-wulkaniczną (trapową) wschodniej Polski.

Formacja permotriasowa w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich

Mineralizacja siarczkowa notowana jest w utworach cechsztynu i triasu na południowym, zachodnim i północno-zachodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Dolna część cechsztynu zbudowana jest ze zlepieńców, wapieni, margli i łupków, górną zaś część tworzy pstra seria marglisto-okruchowa. Mineralizacja siarczkowa i barytowa obejmuje utwory dolnej części cyklotemu Werra. Notowana jest w Rudzie Strawczyńskiej, Rykoszynie, synklinie gałęzickiej i synklinie piekoszowskiej. Mineralizacja ta była szczegółowiej badana przez Rubinowskiego (1970, 1974) w synklinie piekoszowskiej. Nad zlepieńcami występuje kompleks utworów mułowcowo-marglistych z warstwami węglistymi i bitumicznymi. Stanowi on odpowiednik wapieni gałęzickich i kajetanowskich. Wyżej leżą mułowce margliste, pstre, zawierające żyłki kalcytu oraz impregnacje sfalerytu, chalkopiryty i piryty. Utwory cechsztynu kończy seria zlepieńców górnych.

W synklinie piekoszowskiej mineralizację miedziową stwierdzono również w pstrym piaskowcu na głębokości 110—370 m (Rubinowski 1974). W utworach terygenicznych środkowego pstręgo piaskowca

stwierdzono wystąpienia barytu oraz impregnację pirytową i chalkopirytową. Wprysnięcia siarczków zanotowano również w całym kompleksie dolnego retu, wśród wapieni i margli piaszczystych (sfaleryt, chalkopiryt, piryt), oraz impregnacje siarczków w wapieniach i dolomitach górnego retu.

Na podstawie oznak mineralizacji i budowy geologicznej obszaru stwierdzono, że mineralizacja siarczkowa w dolnym cechszynie ma zasięg regionalny. Obszar o przypuszczalnej perspektywiczności ocenia się na kilkadziesiąt km². Zdaniem Rubinowskiego (1974) najbardziej interesująca jest formacja ciemnych węglanowo-bitumicznych utworów dolnej części cechszynu. Siarczki miedziowo-polimetaliczne mogą być intensywniej rozwinięte w głębszych facjach morskich utworów cechszynu, a zwłaszcza w obrębie przegłębionych zatok, gdzie istniały bardziej sprzyjające warunki do koncentracji siarczków w warunkach środowiska redukcyjnego. Natomiast siarczki (Cu, Zn) z barytem napotykanie w dolnym i środkowym pstrym piaskowcu w niecce piekoszowskiej mają zasięg lokalny.

Mineralizacja miedziowa permokarbonu i jego podłoża na obszarze zapadliska Centralnych Czech i niecki śródsudeckiej

Na terenie Czechosłowacji (zapadlisko Centralnych Czech) i Polski w utworach permokarbońskich, znane są liczne wystąpienia rud miedzi. Utwory wychodzą na powierzchnię, w większości jednak leżą pod młodszą pokrywą. W ostatnich latach obszar zapadliska na obszarze Czechosłowacji został spenetrowany geofizycznie i wierceniami. Mineralizację miedziową stwierdzono w permokarbonie i w jego podłożu.

Mineralizacja w podłożu permokarbonu

W podłożu permokarbonu w zapadlisku Centralnych Czech występują skały proterozoiczne i staropaleozoiczne z rozwiniętą mineralizacją wieku waryscyjskiego reprezentowaną przez wystąpienia chalkopiryty, pirytu i pirotynu oraz galeny i sfalerytu. Siarczki związane są z żyłami kwarcowymi, a także tworzą impregnacje w skałach węglanowych proterozoiku. W wierceniach stwierdzono również mineralizację w utworach eokambryjskich, dolnokambryjskich i ordowickich. W granitoidach natomiast rozwinięta jest mineralizacja miedziowo-molibdenowa. Na podstawie tych badań i rozważań metalogenicznych ustalono kilka stref (pól) perspektywicznych typu miedziowo-niklowego, miedziowo-molib-

denitowego i miedziowo-cynkowo-ołowiowego (Malkowsky 1974). Podłoże permokarbonu na obszarze niecki śródsudeckiej po stronie Polski nie jest zbadane. Przez analogię z obszarem czeskim, można się liczyć z podobnymi strefami metalogenicznymi w okolicach Nowej Rudy oraz w północno-zachodniej części tej niecki, gdzie podłoże krystaliczne występuje płycej.

Mineralizacja w permokarbonie

Mineralizacja miedziowa związana jest ze skałami ilasto-bitumicznymi, węglistymi i organogenicznymi. Wystąpienia miedzi notowane są na terenie Centralnego Zapadliska Czech i w niecce śródsudeckiej, która jest integralną częścią tej wielkiej struktury. Mineralizacja miedziowa znana jest w utworach górnokarbońskich i permskich. Formacja permokarbońska formowała się w okresie westfalu, stefanu i dolnego permu przy stałej subsydencji zapadliska. W związku z tym powstał kompleks utworów molasowych o grubości ponad 1400 m. Utwory te występują na powierzchni, w większości jednak pokryte są utworami mezozoicznymi, głównie kredowymi. Na obszarze Centralnego Zapadliska Czech zostały one zbadane wierceniami. Według Malkowskiego (1974), w podłożu pokrywy kredowej permokarbon występuje na obszarze Hradec Kralove w środkowych i zachodnich Czechach i na obszarze sudeckim w niecce podkarkonoskiej i śródsudeckiej. Dolna część, szara (westfal B, C, D), jest reprezentowana przez arkozy zieleńcowe z tufitami i porfirami, a dolna część, czerwona (stefan A), przez arkozy (utwory deltowe). Część górna, szara (strefa B), składa się z piaskowców arkozowych, a górna część czerwona (stefan C i dolny autun) przez zlepieńce i arkozy z wkładkami ilastymi.

W utworach ilasto-piaszczystych autunu występuje mineralizacja miedziowa w rejonie Horních Vernerovic i Rtyne (Štola Ida), przy czym intensywniej zaznacza się ona w utworach organogenicznych i w strefach dyslokacyjnych. Wykryto ją również w utworach węglanowo-piaszczystych w spągu warstw bohoslavickich (durynek). W niecce podkarkonoskiej stwierdzono rudy w dolnym autunie związane z bitumicznymi iłowcami (Rudník i Hroní Kalna) i w piaskowcach (Koziniec i Ilemnice).

Wystąpienia rud miedzi znane są również w arkozowych utworach permu dolnego na obszarze Českobrodskim.

W polskiej części niecki śródsudeckiej permokarbon jest reprezentowany przez warstwy wałbrzyskie (namur A) o profilu regresyjnym, warstwy z Przedwojowa (namur B), warstwy białokamieńskie (namur C), warstwy zaclerskie (westfal) i warstwy z Ludwikowic i z Unisławia (stefan), przy czym w górnej części leży poziom Łupków antrakozjowych. Ożywiona działalność wulkaniczna przypada na pogranicze westfalu

B, C (Grocholski 1968). Znane są tu tufy wulkaniczne, porfiry, melafiry, które występują w formie wylewów, małych ciał intruzyjnych i lakkolitów. Na utworach górnokarbońskich występują zlepieńce i piaskowce „budowlane”, wulkanity (porfiry, tufy porfirowe, melafiry) i seria łupków piaszczystych i zlepieńców z górnym poziomem łupków antrakozjowych. Mineralizacja miedziowa znana jest z łupków antrakozjowych. Występuje ona w dwóch obszarach, tj. zachodnim (Unisław, Okrzeszyn) i wschodnim (Nowa Ruda), przy czym każdy zajmuje powierzchnię kilkadziesiąt km². Dolny poziom łupków antrakozjowych (stefan) ma miąższość 50—60 m, górny zaś (czerwony spągowiec) 2—5 m. Intensywniejsza mineralizacja jest w basenie wschodnim, w górnych łupkach antrakozjowych. Obejmuje ona cienką warstwę o miąższości 28—45 cm. Ruda zawiera 0,1—0,5% Cu, a w przypadku występowania kongrecji osiąga 2,5% Cu (J. Wyżykowski 1970). Głównymi minerałami jest chalkozyn, kowelin i chalkopiryt, w strefie zaś przypowierzchniowej azuryt i malachit. Poza nieką śródsudecką koncentracje mineralne występują w licznych miejscach Centralnego Zapadliska Czech. Powstały one w jednakowych warunkach i należą do jednego typu złóż. Są to złoża osadowe stratyfikowane i stratoidalne, utworzone w formacji molasowej z rozwiniętym wulkanizmem. Geneza złóż nie jest ostatecznie wyjaśniona. Wiadomo tylko, że koncentracje miedzi mają ścisły związek z utworami ilasto-piaszczysto-bitumicznymi lub organogenicznymi, co jest związane z absorpcją związków miedzi przez te utwory. Związki miedzi mogą być pochodzenia descenzyjnego (Petrascheck 1936), bądź też ich źródłem są wody hydrotermalne, dostarczane do zbiornika w okresie aktywizacji tektoniczno-magmowej w westfalu lub w dolnym permie. Do perspektywicznych należą strefy przejściowe od facji gruboklastycznych do pelitycznych. Tego typu prawidłowości znane są w wielu złożach osadowych typu molasowo-wulkanicznego. Zagadnienie to jest interesujące i zasługuje na przeprowadzenie „analizy formacyjnej” tych utworów na obszarze Centralnych Czech i niecki śródsudeckiej w ramach współpracy geologicznej między Polską i Czechosłowacją. Badania będą polegały nie tylko na skorelowaniu utworów ilasto-bitumicznych typu łupków antrakozjowych, ale również innych przejawów rud miedzi i uranu, notowanych w utworach piaskowcowych permokarbonu.

Formacja ilów kruszconośnych dewonu w Górach Świętokrzyskich

Na pograniczu dewonu dolnego i środkowego (ems) występuje formacja ilów ciemnych, która na obszarze Miedzianej Góry i Ławeczna zawiera piryt, siarczki miedzi i inne kruszce. Obszar ten był przedmiotem badań metalogenicznych Piekarskiego (1961) i Rubinowskiego (1974).

Mięszość ilów wynosi maksymalnie 10,3 m, przy czym głębokość ich występowania w poszczególnych wierceniach waha się od 47,2 do 110 m, tylko w otworze Miedziana Góra wynosi 150—164,5 m. Ze względu na charakter i intensywność mineralizacji Rubinowski (1974) dzieli tę formację na dwie do pięciu warstw, o grubości 0,4 do 3,1 m. Zawartość miedzi w rudzie waha się od 0,2 do 0,5% Cu, a w jednym otworze, w dwóch warstwach o łącznej grubości 3,8 m, stwierdzono zawartość 0,96 i 1,1% Cu. Głównym minerałem kruszcowym jest chalkopiryt, występujący w formie rozproszonej. W większej ilości notowany jest też piryt, który tworzy kilkumilimetrowe skupienia, a także jest rozproszony w ilach. Dość często notowany jest sfaleryt, natomiast w małych ilościach występuje galena. Mineralizacja jest związana z procesami hydrotermalnymi, nałożonymi na kompleks utworów ilastych (bitumicznych), w obrębie dyslokacji miedzianogórskiej. Na tej podstawie można sądzić, że ility kruszczone dewonu stanowią perspektywiczną formację o znaczeniu regionalnym. Obszar wstępnie przebadany wynosi kilka km², natomiast zasięg tej formacji jest znacznie większy i ocenia się na kilkadziesiąt km².

Formacja osadowo-wulkaniczna,
staropaleozoicznej strefy geosynklinalnej
północno-wschodniego obrzeżenia GZW

Na obszarze NE obrzeżenia GZW Bukowy (1978) wyróżnia piętro strukturalne kaledońskie (kambr, ordowik i sylur) i piętro strukturalne warycyjskie (dewon, karbon).

Utwory staropaleozoiczne występują głęboko, a tylko w strukturach antyklinalnych, o dużym ścięciu erozyjnym występują płycej. Piekarski i Ślósarz (1977) wydzielają trzy obszary, w których utwory staropaleozoiczne leżą pod nakładem skał mezozoicznych o grubości mniejszej od 800 m, tj. obszar Częstochowa—Pilica — 120 km², Olkusz—Kraków — 400 km² i Lubliniec—Kalety — 160 km².

Kaledońskie piętro strukturalne zbudowane jest z łupków, mułowców, szarogłazów, zlepieńców z wkładkami wapieni detrytycznych, z różnego rodzaju wulkanitami (tufity, diabazy spilitowe i augitowe, proterobazyty, keratofiry i paleodacyty), utworzonymi pod koniec stadium geosynklinalnego. Kompleks skał staropaleozoicznych został następnie przecięty przez liczne ciała magmowe wieku warycyjskiego (żyły, dajki, małe intruzje subwulkaniczne, jak porfiry, mikrogranity). W utworach ilastych ordowiku i syluru notuje się mineralizację pirytową, sfalerytową, bornitową i galenową oraz okruszcowanie syderytem i rodochrozytem. Przejawy te mają wyraźny związek z facjalnym wykształceniem utworów. W obrębie przeobrażonych keratofirów i paleobazytów środkowego

syluru występuje sfaleryt, galena, chalkopiryt, piryt i markasyt oraz akcesorycznie bornit i pirotyn typu impregnacyjnego i żyłowego (Piekarski, Ślósarz 1977). Na podstawie kryteriów geologicznych (charakteru utworów geosynklinalnych, rozwiniętego wulkanizmu, obecności małych intruzji granitoidowych) i oznak złożowych w wymienionych utworach można się liczyć z istnieniem formacji spilitowo-keratofirowo-łupkowej z typem złóż miedziowo-cynkowych typu złoża „Podolskiego” na Uralu. Można wyróżnić typ mineralizacji zgodnej z utworami osadowo-wulkanicznymi (typ stratyfikowany i stratoidalny), reprezentowany przez piryty miedzionośne oraz rudy typu impregnacyjnego i żyłowego związane ze skałami magmowymi. Według Piekarskiego i Ślósarz (1977) pierwszy typ może mieć związek z podmorskim wulkanizmem, drugi zaś z przejawami typu kwaśnego wulkanizmu typu keratofirowego i małych intruzji granitoidowych. Morfologia ciał rudnych nie jest ściśle ustalona. Na podstawie charakteru mineralizacji stwierdzonej w wierceniach i analogii z obszarami modelowymi (złożo „Podolskie” na Uralu, Nowy Brunzwik — Kanada) można przypuszczać, że piryty miedzionośne mają formę pokładów lub soczew, a zawartość miedzi w rudzie oscyluje od 0,5 do 1,5% Cu. Natomiast ciała rudne typu impregnacyjnego mają formę gniazdową i sztokwerkową, a zawartość Cu w rudach (na podstawie wykonanych wierceń) waha się od 0,2 do 0,4%.

Bogatsze złoża rud miedzi i innych metali mogą występować w dolnych częściach profilu na skrzydłach antyklin. Takie położenie ciał rudnych stwierdzono w złożu Nowy Brunzwik w Kanadzie i w złożu Podolskim na Uralu.

Formacja zieleńcowo-keratofirowa staropaleozoicznej strefy geosynklinalnej Gór Kaczawskich

Góry Kaczawskie w szerszym pojęciu obejmują struktury staropaleozoiczne Gór Kaczawskich i bloku przedsudeckiego oraz jednostki przyległe, jak na przykład podłoże synklinorium północnosudeckiego. Oberc (1972) wydziela piętro staroassyntyjskie, starowaryscyjskie, nassauskie intruzje waryscyjskie i piętro laramijskie. W utworach staropaleozoicznych notowane są przejawy magmatyzmu oraz mineralizacja kruszcowa. Nad wapieniami wojcieszowskimi leży formacja wulkaniczno-zieleńcowa (kambr środkowy i górny) o miąższości 1000 m. Powstała ona w związku z gwałtownym obniżeniem się dna geosynkliny kaledońskiej. W dalszym rozwoju geosynkliny kaledońskiej powstaje seria łupkowa ordowiku, przy czym w górnej części występują pokaźnych wymiarów utwory tufo-geniczne (Jerzmański 1965). Zasadowe skały wulkaniczne znane są również w utworach sylurskich, przy czym w okolicy Luboradza mają wy-

stepować diabazy w serii łupkowo-ilastej i piaszczystej wieku staropaleozoicznego. Ogólnie biorąc, w kompleksie piaszczysto-łupkowym utworów staropaleozoicznych wulkanizm jest szeroko rozwinięty. Przed metamorfizmem był on reprezentowany przez lawy, tufy i płytkie intruzje. Jest to głównie wulkanizm zasadowy typu bazaltowego. Najważniejszą rolę odgrywają spility, diabazy i keratofiry oraz tufy, które po zmetamorfizowaniu znane są w literaturze jako zieleńce. Występują one w całym profilu utworów staropaleozoicznych, przy czym najszerszej są one rozwinięte w środkowym i górnym kambrze.

W kompleksie łupkowym utworów staropaleozoicznych notowane są wystąpienia pirytu, chalkopirytu i innych minerałów kruszcowych. Z działalnością wulkaniczną formacji zieleńcowo-keratofirowej wiążą się złoża siarczkowe północno-wschodniej części Gór Kaczawskich w okolicach Stanisławowa, Chełmca, Męcinki i Wilczej (Jerzmański 1966). Złoża występują po zewnętrznej części wulkanitów. Na tym obszarze rozwój mineralizacji siarczkowej kontynuuje się następnie w okresie waryscyjskim, przy czym baryty powstały głównie w okresie postwaryscyjskiej aktywizacji tektoniczno-magmowej (perm-trias). Jednostka strukturalna Gór Kaczawskich zajmuje obszar o powierzchni ponad 1000 km², przy czym strefę formacyjno-strukturalną o przypuszczalnej perspektywiczności ocenia się co najmniej na kilkadziesiąt km². Do strefy tej zalicza się staropaleozoiczny kompleks utworów łupkowych i formację zieleńcowo-keratofirową występujące na głębokości od paruset do 1000 m (Jerzmański, Sawicki 1964). Biorąc pod uwagę kryteria geologiczne, a zwłaszcza charakter geosynklinalny utworów, szeroki rozwój formacji zieleńcowo-keratofirowej, przesłanki geologiczne i oznaki mineralizacji, można przez analogię z podobnymi jednostkami geosynklinalnymi i złożami (Nowy Brunzwik — Kanada, złożo „Podolskie” na Uralu) wydzielić dwa typy rud, tj. pirytów miedzionośnych, które mogą tworzyć koncentracje w formacji łupkowej (rudę stratoidalną) oraz rudę impregnacyjną i żyłową, miedziowo-cynkowe z barytem, związane z formacją zieleńcowo-keratofirową.

Wendyjska formacja osadowo-wulkaniczna w pokrywie platformowej wschodniej Polski

W formacji wendyjskiej mineralizacja znana jest na Białorusi i Podolu na terenie ZSRR i we wschodniej Polsce (Białystok—Hrubieszów). Utwory tej formacji składają się ze skał terygeniczných i wulkanogeniczných (bazalty, aglomeraty i brekcje tufowo-lawowe). Według Lendzion i in. (1968) miąższość piaskowców arkozowych nie przekracza 40 m. Na serii tej, lub bezpośrednio na podłożu krystalicznym, występuje formacja skał tufogeniczno-wylewnych. Grubość tej formacji jest zmien-

na i waha się od 6 m w Kruszynianach do 373 m w Kaplonosach. Na Białorusi w piaskowcach arkozowych znane jest złożo cynkowo-ołowiowe z fluorytem (około 10⁰/o fluorytu). Na Podolu i Białorusi w tufogenicznych piaskowcach wendu występuje mineralizacja miedziowa. Wystąpienia miedzi notowano również na Wołyniu przez wielu badaczy w latach 1930—1939. W Polsce w serii sławatyckiej (wisznickiej) — odpowiednik serii wołyńskiej na obszarze Ukrainy i Białorusi miedź rodzimą notowano w skałach wulkanogenicznych formacji trapowej (bazalty, brekcje, tufowo-lawowe). Stwierdzono ją również w bazaltach w otworze Kaplonosy IG 1. Mineralizacja jest przypuszczalnie hydrotermalna, okruszcowanie zaś ma charakter zmienny. W związku z tym można mieć wątpliwości odnośnie do perspektywiczności tej formacji. Trzeba jednak podkreślić, że na terenie Białorusi, Ukrainy oraz w Polsce, specjalnych badań metalogenicznych w tym zakresie nie prowadzono, a złoża miedzi występujące w formacjach osadowo-wulkanicznych znajdują się zwykle na większych głębokościach. Biorąc pod uwagę znaczną grubość wendu i szeroko rozwinięty magmatyzm trapowy z objawami licznych wystąpień miedzi oraz fluorytu z cynkiem i ołowiem, formację tę można uznać za „przypuszczalnie perspektywiczną”.

Zagadnienie to wymaga przeprowadzenia szerszej analizy formacyjno-metalogenicznej w ramach współpracy geologicznej polsko-radzieckiej.

Formacje związane z intruzjami i metamorfizmem

Do tej grupy należy: formacja porfirowa, formacja intruzji ultrazasadowych i zasadowych na bloku przedsudeckim i w głębszych strefach Sudetów oraz formacje zasadowe prekambriu NE Polski.

Formacja porfirowa

Około 50⁰/o zasobów rud miedzi w świecie jest związane z porfirami lub granitoidami miedzionośnymi. Są to różnego rodzaju porfiry, porfiryty, andezyty, dioryty, granodioryty, monzonity oraz różne skały efuzywne. Skały te przynależą do różnych okresów geologicznych, głównie jednak występują na obszarach geosynklynalno-tektonicznych alpidów (kreda — kenozoik), rzadziej waryscydów (kambr — permo-karbon). Głównymi minerałami rudnymi jest chalkopiryt, chalkozyn, kowelin, piryt, molibdenit, sfaleryt i in. Kruszcze impregnują porfiry, rzadziej skały otaczające. Zawartość miedzi w porfirach miedzionośnych waha się od 0,1 do 0,5⁰/o, rzadziej powyżej 1⁰/o; molibdenu 0,05—0,15⁰/o, rzadziej 0,2⁰/o (formacja miedziowo-porfirowa). W Polsce nie stwierdzono

dotychczas miedzionośnych porfirów, pomimo dość szerokiego rozwoju formacji porfirowej. Formacja ta znana jest w wendzie wschodniej Polski, w utworach staropaleozoicznych Gór Kaczawskich i NE obrzeżenia GZW. Najszerzej rozwinięta jest w utworach górnokarbońskich i permskich w Sudetach i słabiej na obszarze śląsko-krakowskim, oraz w Górach Świętokrzyskich. Skały formacji porfirowej wieku trzeciorzędowego znane są na obszarze przedsudeckim, śląsko-krakowskim i w Karpatach. Spośród wymienionych na uwagę zasługują porfiry górnokarbońskie i permskie, w których notowane są nieliczne przejawy mineralizacji miedziowej w niecce śródsudeckiej, jak i na obszarze zapadliska Centralnych Czech. Na tym obszarze zarejestrowano również wystąpienia molibdenitu, co świadczy o możliwości istnienia formacji porfirów z mineralizacją miedziowo-molibdenową. W Czechosłowacji podjęto intensywne badania formacji porfirowej. Na mapach metalogenicznych wytypowano potencjalne strefy występowania porfirów miedzionośnych. Podobnego typu prace rozpoczęto w ostatnich latach w Instytucie Geologicznym. Dopiero po przeprowadzeniu odpowiednich badań petrograficzno-mineralogiczno-metalogenicznych będzie można określić charakter tych skał i ewentualnie strefy perspektywiczne.

Formacja intruzji ultrazasadowych i zasadowych w Sudetach i na bloku przedsudeckim

Formacja plutonitów ultramaficznych i maficznych, znana jest w świecie z występowania rud miedziowo-niklowych. Jest ona ważną formacją co do zasobności miedzi oraz podstawową formacją dla niklu w świecie. Formacja ta jest szeroko rozprzestrzeniona na tarczach prekambryjskich oraz na obszarach tektoniczno-geosynklinalnych, a zwłaszcza alpidów. Mineralizacja występuje wewnątrz intruzji, jak również w skałach otaczających w formie masywnej, impregnacyjnej i rozproszonej. Głównymi minerałami jest chalkopiryt, pentlandyt i pirotyt. Zawartość miedzi w rudzie waha się od 0,2 do 1⁰/₀, rzadziej jest ona wyższa (3⁰/₀).

Z formacją ultrazasadową związane są również duże złoża chromitów, a z niektórymi masywami zasadowymi złoża rud żelaza i tytanu i innych kopalin. Zawartość miedzi w skałach magmowych w ppm podano poniżej (Gmelin 1955).

troktolity	3550	gabra oliwinowe	110
perydotyty	800	dioryty piroksenowe	100—10
amfibolity	160	aplity	100
gabro	20—320	dioryty kwarcowe	50
bazalty	100	diabazy	30
porfiryty	150—120	granity	1

Największe koncentracje minerałów miedzi i niklu notowane są w troktolitach, perydotytach, amfibolitach i gabrach.

Na obszarze Polski, prekambryjskie skały ultramaficzne i maficzne są dość pospolite na Dolnym Śląsku. Na bloku przedsudeckim plutonity ultramaficzne i maficzne występują w obrzeżeniu bloku gnejsowego Gór Sowich, na S od Sobótki w okolicach Ząbkowic Śląskich i Nowej Rudy.

Skały ultrazasadowe w południowej części masywu Ślęży i w okolicach Ząbkowic Śląskich zbudowane są z serpentynitów, które są wynikiem przeobrażenia perydotytów występujących w głębszych strefach tych masywów. W niewielkiej ilości znane są również dunity i piroksenity. Przypowierzchniowa część serpentynitów jest zwietrzała, a miejscami skały te przechodzą w „saprolity”, z rozwiniętymi złożami rud krzemianowo-niklowych (Szklary). W wyniku tektoniki dyzjunktywnej i wietrzenia tych skał powstało wiele żył magnezytu, chalcedonitu i chryzoprazu oraz talkochlorytów. Głębsze strefy serpentynitów, które zbudowane są ze świeżych perydotytów, nie zostały dotychczas należycie zbadane. W strefach takich istnieją potencjalne możliwości występowania siarczkowych złóż niklowo-miedziowych typu masywnego, jak i rozproszonego. Koncentracje mogą obejmować wewnętrzne części masywów perydotytowych, mogą być też rozwinięte na kontakcie tych skał z gnejsami. Interesujące są również większe strefy dyslokacyjne.

Ogólna powierzchnia masywów serpentynitowych na Dolnym Śląsku wynosi około 220,0 km².

Masywy zasadowe typu gabrowego znane są w północnej części Góry Ślęży, w południowej części masywu Brzeźnicy (rejon Ząbkowic Śląskich), w okolicach Nowej Rudy i Słupca. W Gorzuchowie (na S od Nowej Rudy) występują natomiast gabra zamfibolityzowane. W strefach o silnym zaangażowaniu tektonicznym gabra uległy przeobrażeniu w amfibolity

Według Oberca (1972) skały zasadowe i ultrazasadowe są wieku prekambryjskiego. Intruzje magmowe powstały w strefie osłabień tektonicznych w brzeźnych partiach kry sowiogórskiej. Z badań petrograficznych i geochemicznych przeprowadzonych przez Maciejewskiego (1957) wynika, że masywy te są zróżnicowane. Znane są tu prawie wszystkie zasadnicze dyferencjaty magmy zasadowej i ultrazasadowej. W niektórych strefach obserwuje się wyraźną segregację magmową, np. w masywie Nowej Rudy.

Pomimo dobrego rozpoznania mafitów i ultramafitów w strefie przypowierzchniowej oraz w wierceniach wykonanych dla innych celów (magnezyty, nikiel), bezpośrednie oznaki świadczące o występowaniu siarczkowej mineralizacji niklowo-miedziowej są bardzo skąpe. Również niewyraźne są wyniki zdjęć litochemicznych i hydrochemicznych wykonanych na niektórych częściach masywów. W związku z tym nasuwa się pytanie, czy brak mineralizacji siarczkowej należy wiązać z charakterem

pierwotnej magmy bazaltowej, z której powstały intruzje, czy też niewystarczająca jest ilość przeprowadzonych dotychczas badań. Geolodzy ZSRR zastanawiają się nad ubóstwem mineralizacji masywów zasadowych i ultrazasadowych na obszarze tarczy ukraińskiej, gdzie znane są tylko ubogie złoża wietrzeniowych rud niklu, gdy natomiast na tarczy bałtyckiej podobne masywy zawierają bogate złoża siarczków miedziowo-niklowych i innych metali. Trzeba brać również pod uwagę to, że skały zasadowe i ultrazasadowe uległy głębokim zmianom supergenicznym. W związku z tym mineralizacja siarczkowa może występować głębiej i nie ujawniać się w strefie przypowierzchniowej. Interesująca mineralizacja może występować w strefie kontaktowej masywów zasadowych i ultrazasadowych ze skałami kry sowiogórskiej i w strefie Niemczy.

Interesujące jest również gabro okolic Nowej Rudy wykazujące wiele wspólnych cech ze strefą miedzionośną Starego Rańska na obszarze Masywu Czeskiego.

Ogólnie biorąc, kryteria i przesłanki geologiczne upoważniają do zaliczenia wymienionych masywów do formacji o przypuszczalnej perspektywiczności miedziowo-niklowej. Jednak dla ilościowej oceny zasobów prognostycznych, plutonity zasadowe i ultrazasadowe powinny być objęte szerszym programem badań litochemicznych, geofizycznych, mineralogiczno-petrograficznych z zastosowaniem głębszych wierceń w celu uzyskania świeżych skał peridotytowych.

Formacja skał zasadowych prekambriu NE Polski

Formacja skał zasadowych oraz prekambryjskie podłoże krystaliczne NE Polski ma niektóre wspólne cechy z tarczą bałtycką, z tym że podłoże w NE Polsce leży pod grubym nakładem utworów młodszych, utrudniających prowadzenie badań. Na podstawie mapy geologicznej podłoża krystalicznego tego obszaru (Karaczun, Kubicki, Ryka 1975), charakterystyki złóż oraz analogii ze znanymi typami złóż rud miedzi w Finlandii i innych krajach, można skały zasadowe NE Polski zaliczyć do formacji o przypuszczalnej perspektywiczności pod względem miedzionośności.

W podłożu krystalicznym NE Polski na głębokości 500—1500 m zarejestrowano skały zasadowe wieku prekambryjskiego.

Zasadowe skały archaiczne są reprezentowane przez ortoamfibolity. Występują one wśród kompleksów gnejsowych na obszarze augustowskim i białostockim, gdzie tworzą średniej wielkości masywy o powierzchni od kilku do kilkunastu km². Ogólną ich powierzchnię ocenia się na około 400 km². Skały te występują na głębokości od 380 do 500 m.

Z amfibolitami związane są złoża niklowo-miedziowe znane na tarczy bałtyckiej, afrykańskiej, kanadyjskiej i australijskiej. Np. w Afryce

w strefie Limpopo (Pikwe, Selebi) mineralizacja miedziowo-niklowa związana jest z amfibolitami archaicznymi (2000—2600 mln lat). Siarczki są rozproszone w amfibolitach, rzadziej tworzą one strefy impregnacyjne. Rudy zawierają 0,94% Cu i 1,15% Ni. Niewielka mineralizacja miedziowo-niklowa została zarejestrowana również w wierceniach badawczych na obszarze augustowskim i białostockim (Kubicki 1968). Na podstawie analogii kryteriów geologicznych skały ortoamfibolitowe na obszarze augustowskim i białostockim NE Polski należy zaliczyć do formacji o przypuszczalnej perspektywiczności.

Zasadowe skały proterozoiczne są reprezentowane przez masywy anortozytowe, na peryferiach których występują noryty i dioryty. Do tego typu należy masyw suwalski o powierzchni około 300 km², gdzie skały występują pod pokrywą platformową o grubości 800—1000 m. Masyw ten, jak i innego typu intruzje alkaliczno-zasadowe położone na zachód, związane są przypuszczalnie z większym rozłamek tektonicznym. Z podobnymi rozłamekami wiążą się liczne strefy ze złożami rud miedziowo-niklowych. Na przykład na obszarze Finlandii złoża niklowo-miedziowe, związane ze skałami zasadowymi i ultrazasadowymi, występują w obrębie wielkiego rozłamu tektonicznego o kierunku NW—SE, od Zatok Botnickiej do Jeziora Ładoga. Ogólnie biorąc, jest on mniej więcej równoległy do linii Teisseyra—Tornquista przebiegającej przez obszar Polski, od Koszalina ku SE. W strefie dyslokacyjnej Kotalahti wykryto wiele złóż miedziowo-niklowych, jak: Hitura, Kotalahti, Pohjois—Haukivesi, Laukunkangas. Oprócz tego określono kilkanaście pól perspektywicznych. W strefie północno-zachodniej tego rozłamu występują złoża cynkowo-ołowiowe, na północ zaś od strefy Kotalahti złoża miedziowo-niklowe Outokumpu. Oprócz typowych złóż miedziowo-niklowych, znane są złoża tytanomagnetytowe z siarczkami miedzi i niklu (Otanmäki). Złoża Cu-Ni związane są ze skałami zasadowymi i ultrazasadowymi (amfibolity, gabro, perydotyty rzadziej diabazy). Skały występują wśród prekambryjskich gnejsów lub łupków krystalicznych. Głównymi minerałami jest chalkopiryt, pentlandyt i pirotyn. Zawartość Cu waha się od 0,1 do 0,5% i niklu 0,2—0,7%, rzadziej spotykane są wyższe koncentracje. Prawdopodobieństwo mineralizacji siarczkowej w NE Polsce związane może być ze skałami dolnego i środkowego proterozoiku i z utworami metasomatyczno-hydrotermalnymi. W niektórych otworach w formacji zasadowej stwierdzono objawy mineralizacji miedziowej i niklowej. Akcesoryczną mineralizację siarczkową (1—3% objętości skał) stwierdzono w rudach ilmenitowo-magnetytowych i w skałach zasadowych suwalskiego masywu (Kubicki 1968). Głównymi minerałami jest pirotyn z chalkopirytem i pentlandyt, czyli jest to podobny zestaw siarczków, występujący w złożach miedziowo-niklowych w świecie. Jak wykazały badania technologiczne z rud i skał można uzyskiwać koncentraty o zawartości 0,8—1,5% Cu, 0,3—1,2% Ni i 0,1—0,5% Co.

Na podstawie przedstawionych kryteriów i przesłanek geologicznych oraz oznak złożowych proterozoiczne skały zasadowe NE Polski można zaliczyć do miedzionośnej formacji o przypuszczalnej perspektywiczności.

WNIOSKI

Z przytoczonej charakterystyki wynika, że w Polsce istnieje jeszcze kilka formacji perspektywicznych, w których mogą występować złoża rud miedzi. Z wyjątkiem dolnocechsztyńskich łupków miedzionośnych, są to formacje miedzionośne o teoretycznym znaczeniu wymagające dalszych badań geofizycznych, a zwłaszcza petrograficzno-mineralogiczno-metalogenicznych i przeprowadzenia szerszej analizy formacyjno-metalogenicznej w celu ustalenia stref lub obiektów perspektywicznych dla prowadzenia dalszych badań geologiczno-poszukiwawczych.

WYKAZ LITERATURY — REFERENCES

- Banaś M., Kucha H., Salamon W. (1976), Występowanie niektórych metali towarzyszących w złożach rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej. *Prz. geol.* 5: Warszawa.
- Bukowy S. (1978), Aktualne zagadnienia budowy geologicznej paleozoiku regionu śląsko-krakowskiego i jego okruszcowania. *Prz. geol.* 2: Warszawa.
- Gmelin's Handbuch der anorganischen Chemie (1955) — Kapitel Kupfer — 3 Edit. Weinheim.
- Gospodarczyk E. (1978) — Miedzionośność utworów spągowych cechsztynu na monoklinie przedsudeckiej i peryklinie Żar oraz możliwości dalszych poszukiwań. *Prz. geol.* 2: Warszawa.
- Grocholski A. (1968), Budowa geologiczna Polski. Tom 1. Część 1. *Wyd. Geol.* Warszawa.
- Harańczyk C. (1972), Mineralizacja kruszcowa dolnocechsztyńskich osadów euksynicznych monokliny przedsudeckiej. *Archiwum miner.*, 30. 1—2:
- Jerzmański J. (1965), Budowa geologiczna północno-wschodniej części Gór Kaczawskich i ich wschodniego przedłużenia. *Biul. Inst. Geol.* 185. Warszawa.
- Jerzmański J. (1966), Uwagi o genezie złóż kruszczowych w północno-wschodniej części Gór Kaczawskich. *Kwart. geol.* 10: 4. Warszawa.
- Jerzmański J., Sawicki L. (1964), Regionalny projekt badań podstawowych i perspektyw poszukiwawczych złóż surowców mineralnych. *Archiwum Inst. Geol.* Warszawa.
- Karaczun K., Kubicki S., Ryka W. (1975), Mapa geologiczna podłoża krystalicznego platformy wschodnio-europejskiej w Polsce 1 : 500 000.
- Konstantynowicz E. (1971), Geneza sudeckich polimetalicznych złóż żyłowych ze szczególnym uwzględnieniem mineralizacji miedziowej. *Biul. Inst. Geol.* 241. Warszawa.
- Kubicki S. (1968), Ocena perspektyw i kierunki dalszych badań podłoża krystalicznego Ne i E Polski. *Archiwum Inst. Geol.* Warszawa.

- Lendzion K., Oberc J., Zak C. (1968), Eokambr, Budowa geologiczna Polski. *Inst. Geol. Warszawa.*
- Maciejewski S. (1957), Masyw gabrowo-diabazowy Nowej Rudy. *Przew. do XXX Zjazdu PTG w Ziemi Kłodzkiej, Wrocław.*
- Malkowsky M. (1974), Geologie české křídové pánve a jejího podloží. *Ústřední ústav geologický, Praha.*
- Oberc J. (1972), Budowa geologiczna Polski. Tektonika, T. IV. cz. 2. *Inst. Geol. Warszawa.*
- Osika R. (1979), Ogólne zasady oceny perspektywicznych obszarów i zasobów kopalin. *Prz. geol., 3: Warszawa.*
- Petrascheck W. E. (1936), Sedimentation Vulkanismus und Kupfererzführung im mittelschlesischen Rotliegende. *Festschr. 60 Geburst. Hans Stille, Stuttgart.*
- Piekarski K. (1961), W sprawie genezy złoża rud miedzi w Miedzianej Górze koło Kielc. *Pr. geol. Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie nr 3.*
- Piekarski K., Ślósarz J. (1977), Mineralizacja Cu, Zn i Pb w geosynklynalnych utworach osadowo-wulkanicznych w strukturze kaledońsko-warycyjskiej monokliny śląsko-krakowskiej (maszynopis).
- Rubinowski Z. (1970), Wyniki badań rudonośności w rejonie Miedzianej Góry i Ławeczna. *Archiwum Inst. Geol., Warszawa.*
- Rubinowski Z. (1974), Rudonośność osadów dewonu, permu i triasu w synklinie piekuszowskiej. *Archiwum Inst. Geol., Warszawa.*
- Rydzewski A. (1978), Facja utleniona cechsztyńskiego łupku miedzionośnego na obszarze monokliny przedsudeckiej. *Prz. geol. 2: Warszawa.*
- Tomaszewski J. (1962), Problemy stratygrafii monokliny przedsudeckiej. *Rudy i metale nieżelazne, 12.*
- Wyżkowski J. (1970), Rudy miedzi (W:). Geologia i surowce mineralne Polski. *Inst. Geol., Warszawa.*

SUMMARY

In this paper, ten copper-bearing formations occurring within the Polish territory are presented. Among them, only shaly Zechstein deposits of Lower Silesia are of economical value. All the other formations are characterized on the basis of geological data and by comparison with modal deposits occurring in similar geological conditions abroad.

1. The Lower Zechstein copper-bearing shale formation in Lower Silesia represents a stratiform deposit associated with a series of black bituminous shales and carbonate rocks. This formation is very widespread in Europe but the intensity of mineralization is variable and depends on numerous paleogeographic and structural factors.

Generally, it occurs in the bottom of the Zechstein deposits at the margins of Central European Variscides. In Poland, these shales occur on the Foresudetic Monocline where their mineralization is best pronounced. In addition, they were found to occur in the North-Sudetic trough and in the Żary Perycline where copper ores are accompanied by significant concentrations of lead and zinc ores. Further to the west, copper-bearing shales are reported to occur in the Mansfeld and San-

gerhausen troughs in the GDR and were also found in the Hannover trough and at the E margin of the Rhenische Schiefergebirge Mts. In the east, copper mineralization was found in the Werra cyclotheme in N margin of the Holy Cross Mts. More abundant mineralization of economical value is reported: a) in troughs and depressions of Lower Zechstein deposits and, b) within dislocation zones connected with late Variscan tectono-magmatic activity. These deposits are presumably of the exhalation-sedimentary type whereby clay the bituminous shales acted as sorbents for copper compounds.

The area of occurrence of copper-bearing shales in Lower Silesia amounts to several thousand km², of which only about 400 km² is of economical value at present. The remaining part is considered to be perspective in this respect. On the basis of paleogeographic-metallogenic studies and by analogy with economic areas, perspective reserves of copper deposits have been calculated to amount to 30—50% of estimated reserves.

Other six sedimentary and sedimentary-volcanic formations are supposed to be perspective as copper-bearing deposits.

2. Copper-mineralized Zechstein deposits of the Piekoszów syncline at the margin of the Holy Cross Mts. In this area, chalcopyrite and zinc-lead ore and barite impregnations were found in Upper Rheation dolomites and limestones. More intensive mineralization is supposed to occur within paleobathymetrically deeper gulfs and embayments.

3. Copper mineralization is reported to occur in a Permian-Carboniferous sequence and in its basement in the Central Bohemian Depression and within the Intrasudetic Trough in the Polish territory. Copper sulphides are associated with quartz veins and occur as impregnations in carbonate rocks (Eocambrian, Ordovician). On the other hand, copper-molybdenum mineralization is connected with granite intrusions. By analogy, similar mineralization is expected to occur in the environs of Nowa Ruda and in the NW part of the Intrasudetic Trough.

In the Permian-Carboniferous series, copper mineralization has been reported from numerous parts of the Central Bohemian Depression, as well as from the Intrasudetic Trough in Poland. These deposits are straitoidal and stratiform. These Permo-Carboniferous deposits require more detailed investigations. Above all, formational-metallogenical analysis of them ought to be carried out in Poland and Czechoslovakia.

4. Devonian (Emsian ?) deposits in the Holy Cross Mts. contain ore-bearing claystones, in which dispersed chalcopyrite (0.2—1.1% Cu) was found to occur. As follows from the obtained data, these claystones display a regional distribution and thus should be studied in more detail.

5. A very interesting feature is the sedimentary-volcanic formation of the Early Paleozoic geosyncline situated in the N margin of the Upper Silesian Coal Basin. This sequence occurs fairly deep, in the zones of

erosional shear at around 800 m. Silurian shales contain pyrite-copper stratiform mineralization while veiny impregnated Cu, Zn, Pb, Mn, Mo mineralization is connected with veins, dikes and porphyries. A distinct analogy between some formations containing rich copper ore deposits as eg. Brunswick in Canada or Podole in Ural Mts. (USSR) can be drawn here.

6. Greenstone-keratophyre formation of the G. Kaczawskie Mts. (Lower Silesia) is similar in type. Copper mineralization is connected with a complex of Silurian shales where as lead-zinc ores and barite is associated with diabases and keratophyres.

7. Native copper was reported to occur in basalts of the Vendian sedimentary-volcanic formation of E Poland. It was also found in several localities in Volhynia and Byelorussia that lead-zinc ores and fluorite occur in Vendian deposits. These series should be subjected to formation-metallogenic analysis.

8. Porphyries occur in various parts of Poland but the most abundant are the Variscan and Permian volcanics in Intrasudetic Trough. Copper mineralization is rather poor and more detailed petrographic-metallogenic studies are necessary to evaluate their perspective.

9. Nickel deposits are connected with weathered crusts of ultramafic rocks occurring in the Sudetes and Foresudetic Block. Copper-nickel ores are expected to occur in deeper parts of peridotites and gabbroic rocks. To resolve this problem, petrographic and geochemical studies of these rocks should be carried out.

10. Precambrian ortho-amphibolites and basic Proterozoic rocks of Precambrian crystalline basement are perspective in the respect under consideration. These rocks are very similar to those containing Ni and Cu ores within Baltic and African shields.

The above presented perspective copper-bearing formations should be subjected to more detailed petrographical, mineralogical and metallogenic studies. The obtained data could be the basis of formational analysis and, probably, of the determination of perspective zones for further geophysical and geological-drilling examinations.