

STRUKTURALNE I TEKSTURALNE CECHY WTÓRNEJ MINERALIZACJI DOLNOCECHSZTYŃSKIEJ W POŁUDNIOWO-ZACHODNIM REJONIE PERYKLINY ŻAR

STRUCTURAL AND TEXTURAL CHARACTERISTICS OF LOWER ZECHSTEIN SECONDARY MINERALIZATION IN THE SOUTHWESTERN AREA OF THE ŻARY PERICLINE

ANDRZEJ CHMIELEWSKI¹

Abstrakt. Przedstawiono charakterystykę struktur minerałów i tekstur rud obecnych w utworach dolnego cechsztynu, na podstawie materiału rdzeniowego z otworu wiertniczego Dębinka P-10, typowych dla poszczególnych poziomów litologicznych i stref geochemicznych, przy pomocy badań mikroskopowych w świetle odbitym. Przeprowadzono identyfikację minerałów kruszcowych i tlenkowych oraz określono sukcesję mineralną i relacje poszczególnych struktur minerałów względem tekstur rud goszczących mineralizację. Rozpoznano następujące minerały kruszczowe: bornit, chalkozyn, digenit, sfaleryt, galenę, chalkopiryt, piryt, kowelin, arsenopiryt oraz tlenkowe: hematyt i magnetyt. Istotnym zjawiskiem mającym wpływ na występowanie minerałów w postaci poszczególnych struktur oraz na powstawanie wybranych tekstur rud jest zasięg facji geochemicznych, determinujących formy występowania minerałów kruszcowych i tlenkowych.

Słowa kluczowe: struktury i tekstury minerałów kruszcowych, wtórna mineralizacja kruszczowa, łupek miedzionośny, cechszтын, peryklina Żar.

Abstract. The paper presents the characteristics of mineral structures and ore textures observed in lowermost Zechstein sediments from the Dębinka P-10 borehole based on microscopic observations in reflected light. Detailed studies of ore textures and structures in individual lithologic intervals and geochemical zones were performed. Microscopic observation revealed many interesting features of mineralization and allowed identification of mineral assemblages in host sediments. Petrographic analysis of polished sections contributed to precise description of a complex relationship between various ore textures and structures in relation to gangue minerals and host sediments. Microscopic studies of polished sections enabled to identify the following ore minerals: bornite, chalcocite, digenite, sphalerite, galena, chalcopyrite, pyrite, covellite and arsenopyrite, and oxides: hematite and magnetite. The range of geochemical facies, which determine the forms of occurrence of ore minerals and oxides, is a very important phenomenon affecting the occurrence of minerals in the form of individual structures and the formation of some ore textures.

Key words: ore textures and structures, secondary ore mineralization, Kupferschiefer, Zechstein, Żary Pericline.

WSTĘP

Badania struktur i tekstur mają istotne implikacje w kwestiach związanych z problematyką genezy złóż, umożliwiając określenie pierwotnych warunków krystalizacyjnych, a także kolejności precypitacji poszczególnych minerałów.

Szczegółowy opis struktur minerałów i tekstur rud umożliwia interpretację zmieniających się warunków fizykochemicznych w czasie przemian fazowych, zachodzących podczas diagenety skał, oraz zrozumienie wzajemnych sto-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-795 Warszawa; e-mail: andrzej.chmielewski@pgi.gov.pl

sunków pomiędzy minerałami, ich skupieniami i skałami goszczącymi mineralizację (Muszer, 2000; Banaś, 2002).

Dla obszaru monokliny przedsudeckiej i perykliny Żar przeprowadzono wiele prac badawczych mineralizacji kruszczowej, dotyczących między innymi zagadnień związanych z tematyką struktur minerałów oraz tekstur rud (Rydzewski, 1964, 1969, 1976, 1978; Harańczyk, 1972; Harańczyk, Jarosz, 1973; Oszczepalski, 1979; Speczik, 1979; Mayer, Piestrzyński, 1985; Stengel-Martinez i in., 1993; Oszczepalski, Rydzewski, 1995, 1997; Piestrzyński, 2007; Chmielewski, 2011). Problematyka strukturalno-teksturalna najpełniej została omówiona przez Harańczyka (1972) oraz Mayera i Piestrzyńskiego (1985) dla złoża Lubin–Sieroszowice na monoklinie przedsudeckiej. Wyniki badań mineralizacji kruszczowej na obszarze perykliny Żar znajdują się w pracach Oszczepalskiego i Rydzewskiego (1995, 1997), a wstępne wyniki badań otworu wiertniczego Dębinka P-10 – w niepublikowanej pracy Rydzewskiego i Oszczepalskiego (1989).

Autorzy przedstawili zasięg strefy utlenionej (*Rote Fäule*), dystrybucję minerałów kruszczowych oraz ich cechy teksturalno-strukturalne, a także koncepcję genezy mineralizacji w utworach dolnego cechsztynu na obszarze perykliny Żar. Przecinanie granic litologicznych przez powierzchnie rozgraniczające poszczególne facje geochemiczne wskazuje na brak zależności pomiędzy występowaniem mineralizacji kruszczowej a wykształceniem litologicznym (Rydzewski, 1978; Oszczepalski, 1994).

Rejon, w którym jest zlokalizowany otwór wiertniczy Dębinka P-10 (fig. 1), cechuje dwudzielność wapienia cechszyńskiego pod względem geochemicznym, wyrażona obecnością utworów utlenionych w dolnej oraz utworów redukcyjnych w górnej części wapienia cechszyńskiego (Oszczepalski, Rydzewski, 1995). Granica ta oddziela górną strefę występowania siarczków metali o podwyższonych koncentracjach oraz strefę dolną, wzbogaconą w tlenki metali, znajdującą się poniżej interwału okruszczowanego.

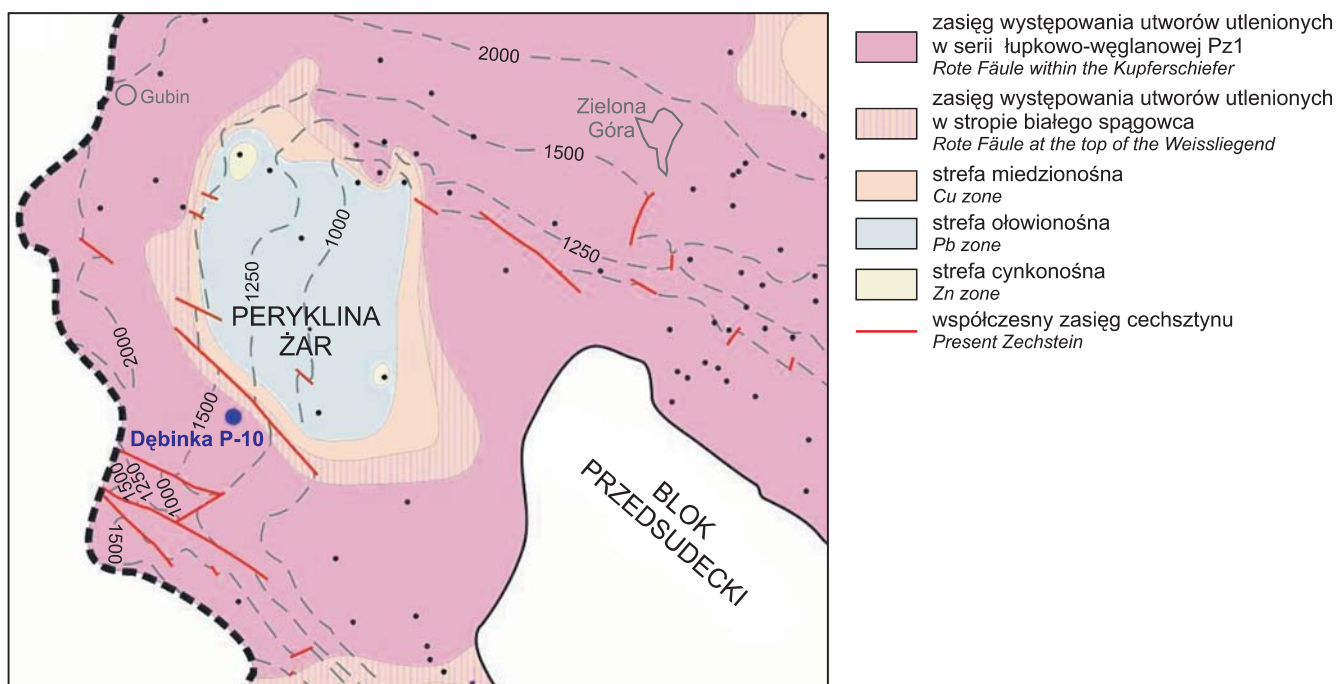


Fig. 1. Lokalizacja badanego otworu wiertniczego Dębinka P-10 na obszarze perykliny Żar (wg Oszczepalskiego, Rydzewskiego, 1997)

Location of the Dębinka P-10 borehole in the Żary Pericline area (after Oszczepalski, Rydzewski, 1997)

METODY BADAŃ

Obserwacje mikroskopowe w świetle odbitym wykonano za pomocą mikroskopu firmy Reichert w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym. Dokumentację fotograficzną tekstur rud i struktur poszczególnych minerałów kruszcowych oraz tlenkowych sporządzono przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego Eclipse LV 100 POL firmy Nikon z podłączoną przystawką fotograficzną Coolpix 840 firmy Nikon. Badania mikroskopowe były podstawą identyfikacji i opisu składu mineralnego skał oraz

określenia zawartości faz mineralnych w poszczególnych poziomach litologicznych, a także opisu struktur minerałów i tekstur rud charakterystycznych dla mineralizacji spągowych osadów dolnego cechsztynu w południowo-zachodnim rejonie perykliny Żar. W trakcie badań mikroskopowych uwzględniano wyniki analiz chemicznych oraz posiłowano się danymi z dokumentacji wynikowej otworu wiertniczego Dębinka P-10 (fig. 1, 2).

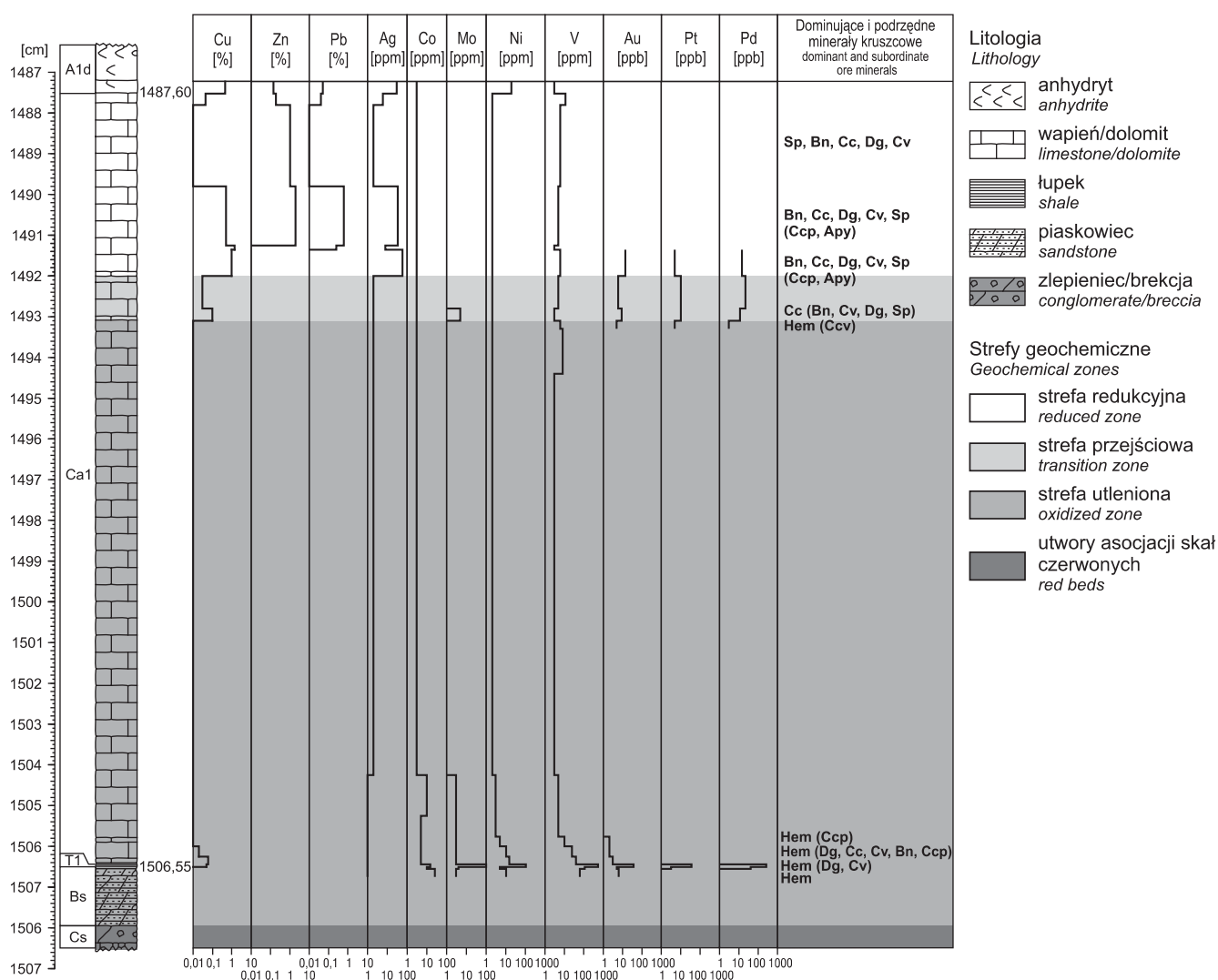


Fig. 2. Rozmieszczenie Cu, Zn, Pb, Ag, Co, Mo, Ni, V, Au, Pt, Pd w profilu pionowym otworu wiertniczego Dębinka P-10

Vertical distribution of Cu, Zn, Pb, Ag, Co, Mo, Ni, V, Au, Pt, Pd in the Dębinka P-10 borehole

PROFIL LITOSTRATYGRAFICZNY OSADÓW DOLNEGO CECHSZTYNU

Utwory cechsztyńskiej serii miedzionośnej w otworze wiertniczym Dębinka P-10 są reprezentowane przez trzy jednostki litostratygraficzne: wapień cechsztyński (Ca1), łupek miedzionośny (T1) oraz biały spągowiec (Bs). Interwał ten podścielony jest piaskowcami czerwonego spągowca (Pcs), a przykrywają go utwory anhydrytu dolnego (A1d).

WAPIEŃ CECHSZTYŃSKI

Pod względem litologicznym wapień cechsztyński (Ca1) cechuje dość monotonne wykształcenie. Spągowe partie kompleksu dolomitycznego obfitują w rozliczne nodule i gniazda anhydrytowe, występujące głównie w formie soczewkowatych i obłych form. Powszechnie są rejestrowane stylolity, świadczące o przebiegu intensywnych procesów rozpuszczania pod ciśnieniem (Kijewski, Kaszper, 1973), a z częścią stylolitów integralnie jest związana drobnoziarnista mineralizacja kruszcowa (fig. 3E). Sporadycznie są spotykane fragmenty bioklastów (otwornice jednokomorowe i elementy skorupkowe małży) (fig. 4B) z silnie zaakcentowanym procesem rekrytalizacji. W niższych partiach utworów węglanowych występują pionowe i skośne żyłki, spękania oraz strzałki diaklazowe wypełnione anhydrytem, węglanami oraz wzbogacone dodatkowo minerałami kruszczowymi (fig. 5A). Dolne partie wapienia cechsztyńskiego zostały poddane znacznemu wpływowi procesów diagenetycznych na ogólne wykształcenie litologiczne (głównie agradacyjnemu neomorfizmowi), co skutkuje trudnościami w odtworzeniu pierwotnej natury osadu.

WTÓRNA MINERALIZACJA KRUSZCOWA

Opis struktur minerałów i tekstur rud obserwowanych w poszczególnych ogniwach litologicznych oraz precyzyjne wyznaczenie zasięgu rozprzestrzenienia utworów wykształconych w facji redukcyjnej oraz utlenionej jest niezwykle istotnym zagadnieniem z punktu widzenia rudonośności i perspektywiczności utworów cechsztyńskiej serii miedzionośnej. Szczegółowe badania mikroskopowe oraz obserwacje zależności pomiędzy dystrybucją siarczków i tlenków metali, a także między ułożeniem tlenków i siarczków względem minerałów płonnych w skale, wskazują na postdiagenetyczne pochodzenie mineralizacji w złożu Lubin–Sieroszowice (Mayer, Piestrzyński 1985).

Profil serii miedzionośnej otworu wiertniczego Dębinka P-10 jest typowy dla obszarów facji utlenionej w poziomie białego spągowca, łupku miedzionośnego oraz spągowych partii wapienia cechsztyńskiego. Mineralizacja kruszcowa w spągowych utworach dolnego cechsztynu profilu tego otworu jest związana głównie z poziomem wapienia cechsztyńskiego, podczas gdy w utworach łupku miedzionośnego

ŁUPEK MIEDZIONOŚNY

Łupek miedzionośny (T1) jest reprezentowany przez dwie różniące się litologicznie odmiany; jego górna część jest wykształcona w postaci łupków ilasto-węglanowych, składających się z naprzemianległych lamin ilastych i węglanowych o charakterze nieciągłych i falistych smug, a dolna część jest reprezentowana przez łupki ilaste, poziomo laminowane, z nielicznymi, drobnymi poziomymi spękaniami. Miejscami zanotowano występowanie pojedynczych skorupek małżoraczków wypełnionych hematytom. Powszechnie występują hematytowe pseudomorfozy po pirycie framboidalnym, świadczące o pierwotnie redukcyjnym charakterze opisywanych osadów (fig. 5C).

BIAŁY SPĄGOWIEC

Górna część utworów białego spągowca (Bs) jest wykształcona jako drobnoziarniste piaskowce o teksturze bezładnej, a na kontakcie z łupkiem o teksturze lekko kierunkowej, podkreślonej przez cienkie laminy ilaste wzbogacone w drobnoziarnisty materiał terygeniczny i węglanowy. Piaskowiec ten jest skałą zwięzłą o spoiwie ilasto-węglanowym oraz lokalnie hematytowym. Sporadycznie występują nieliczne soczewkowane gniazda anhydrytu i drobne żyłki kalcytowe.

i piaskowców białego spągowca zanotowano powszechną obecność tlenków żelaza.

Zidentyfikowano następujące minerały kruszczowe: bornit, chalkozyn, digenit, sfaleryt, galenę, chalkopiryt, piryt, kowelin oraz podrzędnie arsenopiryt (fig. 3–6). Zawartość minerałów kruszczowych jest zmienna i sporadycznie osiąga wartości powyżej 1,5% obj. skały. Minerały tlenkowe są reprezentowane przez hematyt (fig. 5D) oraz magnetyt.

W górnej części wapienia cechsztyńskiego (strefa redukcyjna) stwierdzono występowanie bornitu, chalkozynu, kowelinu, digenitu, sfalerytu i pirytu. Minerały siarczkowe mają zazwyczaj postać zróżnicowaną przy ich na ogół znikomej zawartości objętościowej w skale. Kruszcze występują najczęściej w formie gniazd (fig. 4C), soczew, koncentracji i nieregularnych skupień (o średnicy od 500 µm do 0,5 cm), a także w postaci pasmowych i smugowych koncentracji oraz wypełnień szwów stylolitowych (fig. 3E). Ponadto obserwuje się drobne (do 50 µm średnicy) ziarna bornitu, chalkopiryty i kowelinu bezładnie rozproszone w ciemnym tle

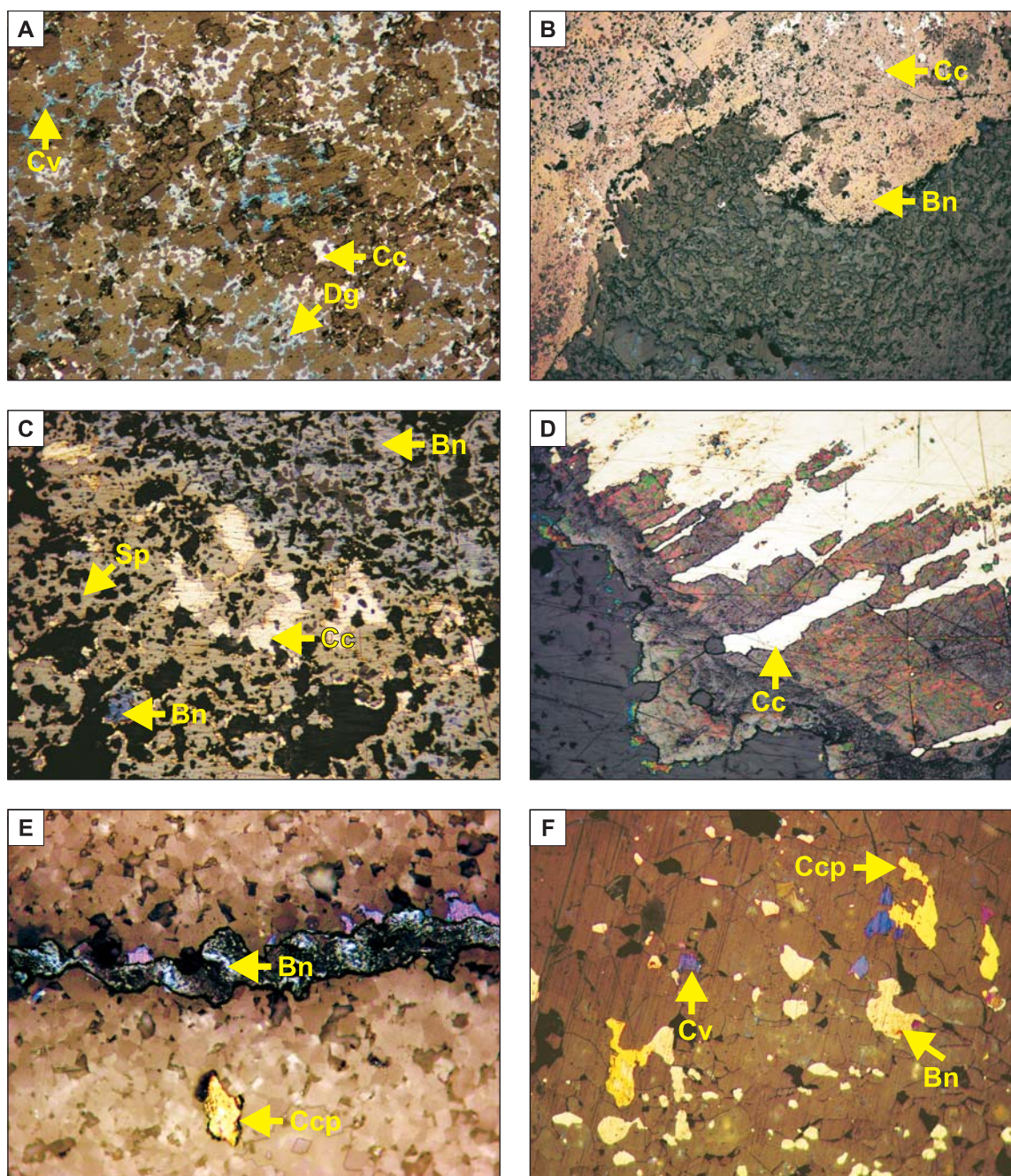


Fig. 3. A. Wypełnienia wolnych przestrzeni oraz zastępowanie węglanów przez mineralizację chalkozynowo-digenitowo-kowelinową, Cc – chalkozyn, Dg – digenit, Cv – kowelin, powiększenie $\times 10$. B. Gniazdo bornitu z wrostkami chalkozynu (Cc), powiększenie $\times 4$. C. Bogate okruszcowanie bornitem (Bn), sfalerytem (Sp) i chalkozynem (Cc), powiększenie $\times 20$. D. Fragment gniazda chalkozynu (Cc), powiększenie $\times 4$. E. Wypełnienia stylolitów mineralizacją bornitową (Bn), powiększenie $\times 20$. F. Drobnziarnista mineralizacja rozproszona w tle skalnym oraz zgrupowania mniejszych ziaren w postaci nieregularnych agregatów, (Ccp) – chalkopiryt, (Cv) – kowelin, (Bn) – bornit; fioletowoniebieska barwa bornitu związana z współczesnymi procesami utlenienia; powiększenie $\times 20$. A–F. Wapień cechsztyński, otwór wiertniczy Dębinka P-10

A. Mineral filling of cavities and replacement of carbonates by chalcocite (Cc), digenite (Dg) and covellite (Cv), magnification $\times 10$, Zechsteinkalk, Debinka P-10 borehole. B. Bornite concretion with intergrowths of chalcocite (Cc), magnification $\times 4$. C. Rich mineralization with bornite (Bn), sphalerite (Sp), and chalcocite (Cc), magnification $\times 20$. D. Nest structure of chalcocite (Cc), magnification $\times 4$. E. Impregnation of stylolites by bornite (Bn), magnification $\times 20$. F. Tiny grains of chalcopyrite (Ccp), covellite (Cv) and bornite (Bn) dispersed throughout the rock and grouped as irregular aggregates; blue-violet colour of bornite, associated with modern oxidation processes, magnification $\times 20$. A–F. Zechsteinkalk, Dębinka P-10 borehole

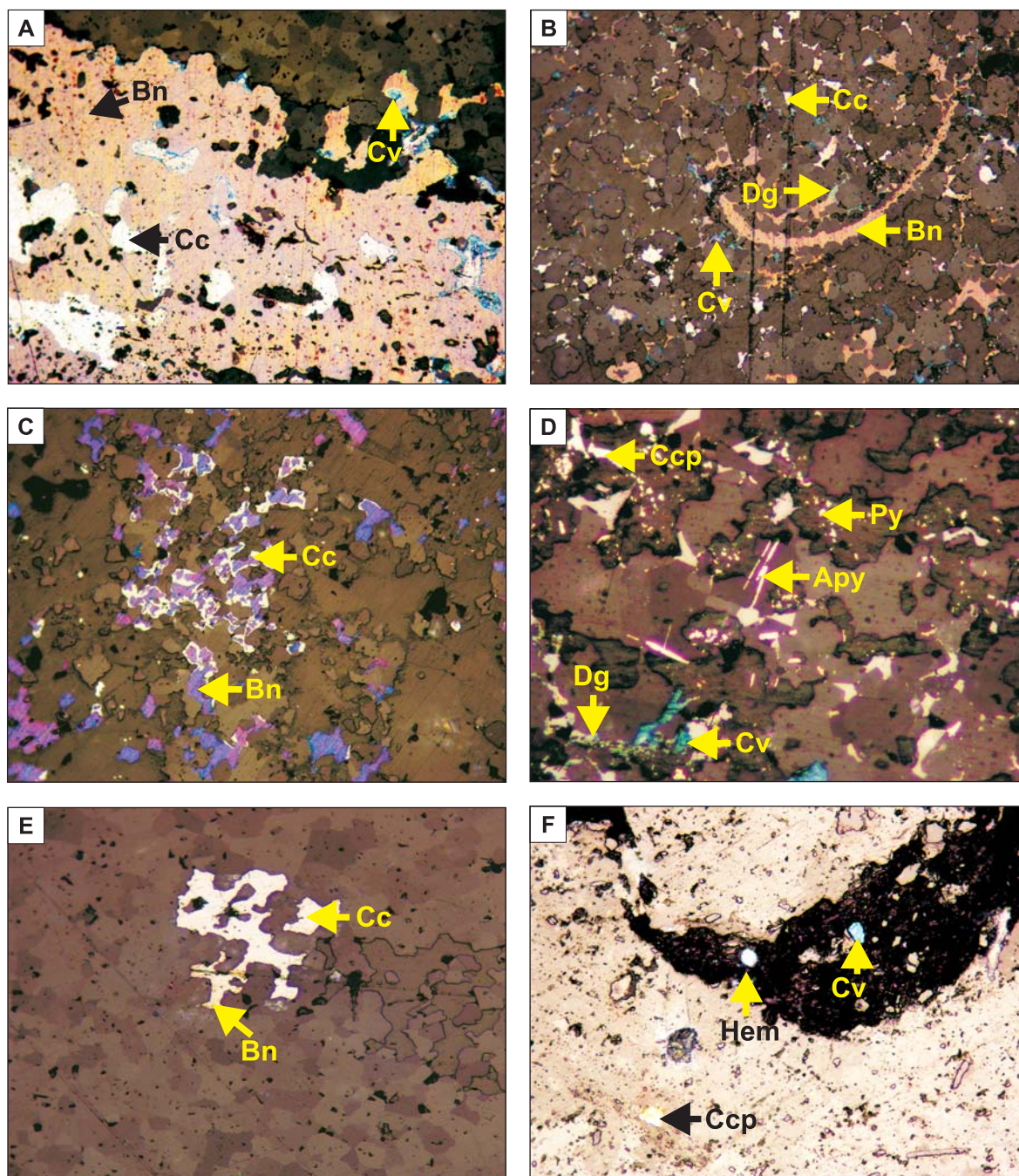


Fig. 4. **A.** Struktura poikilitowa chalkozynu (Cc) w bornicie (Bn), zastąpienia bornitu przez kowelin (Cv); powiększenie $\times 10$. **B.** Fragment skorupki małża zastąpiony bornitem (Bn), droбноziarnisty rozproszony chalkozyn (Cc), digenit (Dg) i kowelin (Cv); powiększenie $\times 10$. **C.** Gniazda bornitu i chalkozynu bornitu (Bn) i chalkozynu (Cc); fioletowoniebieska barwa bornitu związana z współczesnymi procesami utlenienia; powiększenie $\times 10$. **D.** Arsenopiryt o pokroju igiełkowatym (Apy), rozproszone wprysnięcia chalkopirytu (Ccp), hipidiomorficzne kryształy pirytu (Py) oraz struktury zastępowania węglanów przez digenit (Dg) i kowelin (Cv); powiększenie $\times 20$. **E.** Zrost chalkozynu (Cc) z bornitem (Bn), powiększenie $\times 20$. **F.** Reliktowa mineralizacja siarczkowa reprezentowana przez kowelin (Cv) i chalkopiryt (Ccp), pojedyncze ziarna hematytu (Hem); powiększenie $\times 20$. **A–F.** Wapień chechsztyński, otwór wiertniczy Dębinka P-10

A. Poikilitic structure of chalcocite in bornite (Bn), partial replacements of bornite (Bn) by covellite (Cv); magnification $\times 10$. **B.** Bivalve shell impregnated by bornite (Bn), disseminated mineralization of chalcocite (Cc), digenite (Dg) and covellite (Cv), magnification $\times 10$. **C.** Nest structures of bornite (Bn) and chalcocite (Cc); blue-violet colour of bornite associated with oxidation modern processes; magnification $\times 10$. **D.** Needle-shaped arsenopyrite (Apy), disseminated accumulation of chalcopyrite (Ccp) and pyrite (Py), replacement of carbonate minerals by digenite (Dg) and covellite (Cv); magnification $\times 20$. **E.** Composite grains of chalcocite (Cc) and bornite (Bn); magnification $\times 20$. **F.** Relict of sulphide mineralization represented by covellite (Cv) and chalcopyrite (Ccp), individual hematite grains (Hem); magnification $\times 20$. **A–F.** Zechsteinkalk, Dębinka P-10 borehole

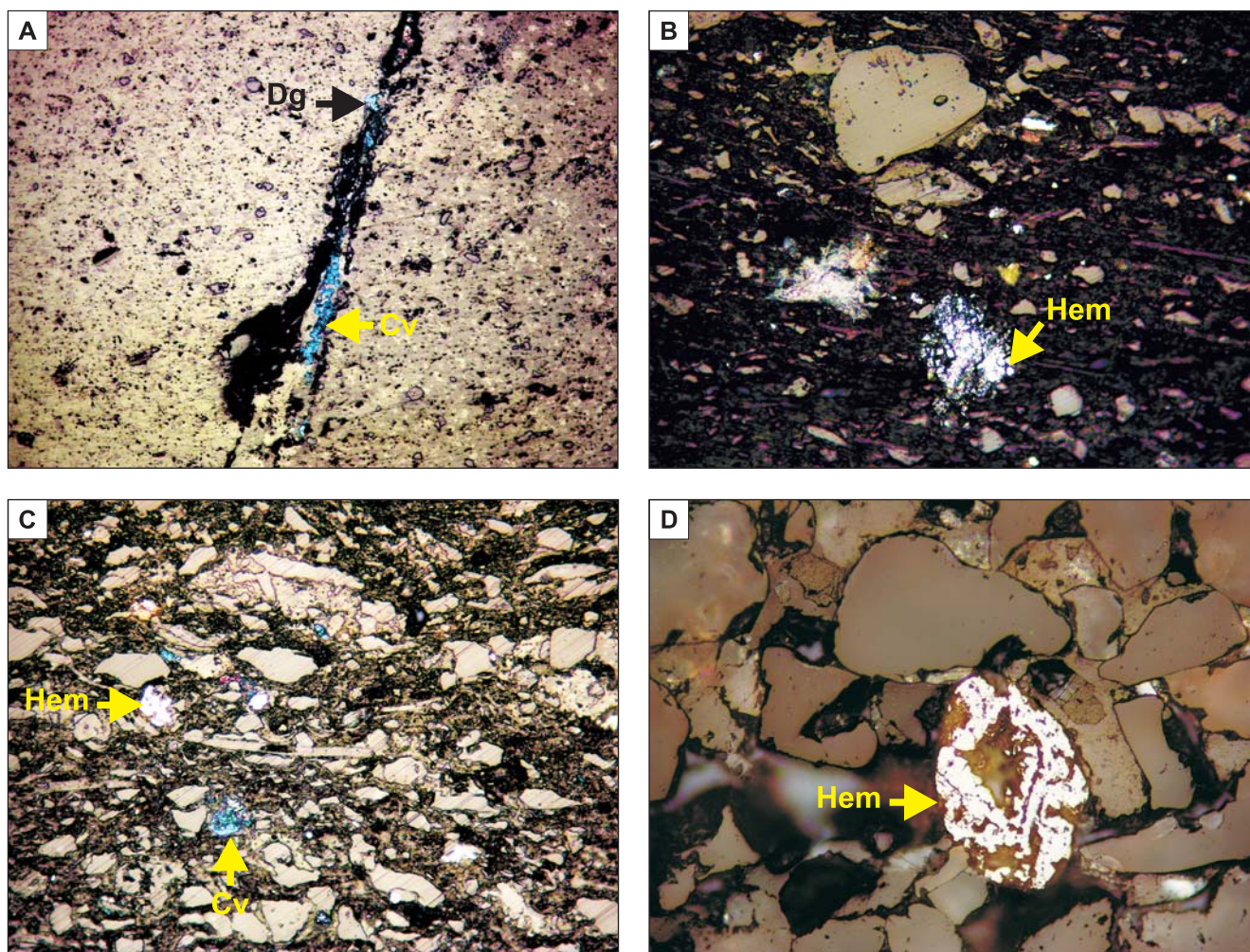


Fig. 5. A. Wypełnienia mikroszczeliny przez digenit (Dg) i kowelin (Cv), powiększenie $\times 10$, wapień cechsztyński. B. Struktura kataklastyczna hematytu (Hem), powiększenie $\times 20$, łupek miedzionośny. C. Drobnie ksenomorficzne ziarna kowelinu (Cv) i hematytu (Hem), powiększenie $\times 20$, łupek miedzionośny. D. Struktura zastępowania ziarna detrytycznego piaskowca przez hematyt (Hem), powiększenie $\times 40$, biały spągowiec. A–F. Otwór wiertniczy Dębinka P-10

A. Micro-fissure impregnated by digenite (Dg) and covellite (Cv), magnitude $\times 10$, Zechsteinkalk. B. Cataclastic structure of hematite (Hem), magnitude $\times 20$, Kupferschiefer. C. Tiny xenomorphic grains of covellite (Cv) and hematite (Hem), magnitude $\times 20$, Kupferschiefer. D. Terrigenous grain replaced by hematite (Hem), magnitude $\times 40$, Weissliegend. A–F. Dębinka P-10 borehole

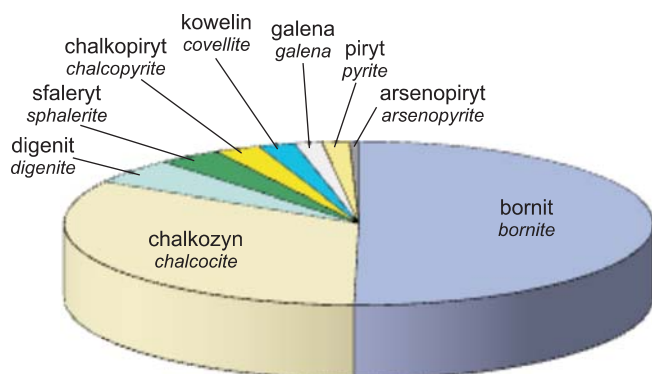


Fig. 6. Udziały mineralów kruszcowych w profilu pionowym otworu wiertniczego Dębinka P-10

Vertical share of ore minerals identified in the Dębinka P-10 borehole

skalnym (fig. 3F). Częste są wzajemne zrosty i przerosty chalkozynu z bornitem i zastąpienia minerałów węglanowych (fig. 4E) oraz wypełnienia wolnych przestrzeni przez, kowelin, digenit, chalkozyn (fig. 3A). Sfaleryt, piryt i chalkozyn przyjmują postać nieregularnych skupień (o rozmiarach do 60 μm średnicy) i mikrolitów (do kilku μm średnicy) rozsianych w skale oraz wzajemnych zrostów w postaci agregatów mineralnych (fig. 3C).

W dolnej części interwału redukcyjnego dominują różnorodne gniazda siarczków miedzi (bornit, chalkozyn, digenit, kowelin), związane z dużymi (do kilkudziesięciu mm średnicy) gniazdami węglanów i anhydrytu oraz stylolitami. W gniazdach anhydrytu o szaroniebieskich barwach, pospolite są agregaty kryształów chalkozynu (do kilku mm średnicy), lokujące się głównie w brzeźnych partiach gniazd anhydrytowych, na ich kontakcie z węglanowymi skałami otaczającymi (fig. 3D). Miejscami (zwłaszcza w brzeźnych partiach agregatów kruszcowych) występują drobne kryształki chalkopiryty oraz igłowate skupienia arsenopiryty, o średnicy do 40 μm (fig. 4D).

Pozostała masa siarczków jest skupiona w spagowych partiach omawianego interwału w postaci mineralizacji siarczkowej o charakterze reliktowym (fig. 4F). Jest ona reprezentowana przez nieliczne skupienia kowelinu o pokroju ksenomorficznym, ze zmiennym udziałem ziaren chalkopiryty i bornitu. Na szczególną uwagę zasługuje obecność strefy współwystępowania tlenków żelaza z siarczkami metali

(fig. 4F). Zostało wykazane, że kontakt pomiędzy strefą utlenioną i redukcyjną (wertykalny i horyzontalny) nie jest granicą ostrą, lecz stanowi strefę stopniowego przejścia z utworów wzbogaconych w tlenki żelaza w utwory okruszcowane (strefa przejściowa) (Oszczepalski, 1994).

Podobnie jak w utlenionych skałach wapienia cechsztyńskiego, w utworach łupku miedzionośnego stwierdzono występowanie mineralizacji siarczkowej o charakterze reliktowym, współwystępującej z tlenkami żelaza (fig. 5C). Obserwuje się głównie drobnoziarniste, ksenomorficzne kruszce rozproszone o średnicach nie przekraczających kilkunastu μm . Minerale kruszcowe: głównie digenit, rzadziej kowelin, zazwyczaj są otoczone aureolami pigmentu hematytowego oraz tkwią wśród skupień krystalicznego hematytu, jako ksenomorficzne wrostki.

W intensywnie utlenionych piaskowcach białego spagowca pospolite są liczne grudki hematytu, nie stwierdzono natomiast w nich siarczków metali. Lokalnie dominuje spoiwo hematytowe z wtrąceniami materiału ilastego. Sporadycznie obserwuje się zastąpienia ziaren detrytycznych piaskowca przez hematyt (fig. 5D).

Obserwacje mikroskopowe, w zestawieniu z ilościowymi wynikami analiz chemicznych badanych utworów, wskazują na obecność metali towarzyszących (w tym szlachetnych), nie występujących w formie faz mineralnych obserwowanych pod mikroskopem, nawet przy największych powiększeniach (fig. 2).

STRUKTURY MINERAŁÓW, TEKSTURY RUD ORAZ SUKCESJA MINERALNA

Dokładne ustalenie sukcesji mineralnej wyżej opisanych minerałów siarczkowych i tlenkowych napotyka na duże trudności ze względu na sporadycznie notowane przerosty poszczególnych minerałów oraz duży udział mineralizacji obecnej w postaci wtórnych wzbogaceń (fig. 3C). W wyniku przeprowadzonych badań mikroskopowych stwierdzono strefowość w rozmieszczeniu form występowania siarczków w całym profilu zbadanego otworu (fig. 7).

Badania mikroskopowe pozwoliły stwierdzić, że najwcześniejszą pozycję w sukcesji mineralnej stanowią siarczki cechujące się teksturami rozproszonymi (mikrolity pirytu oraz drobne kryształki chalkozynu) (fig. 3A, 4B). Występują one w górnych partiach utworów wapienia cechsztyńskiego. Poszczególne osobniki pirytu i chalkozynu przyjmują najczęściej strukturę hipidiomorficzną oraz idiomorficzną (fig. 4D).

Kolejny etap mineralizacji był związany z procesami wtórnymi, podczas których następowało wytrącanie minerałów w postaci siarczków cechujących się teksturami metasomatycznymi (chalkozyn, bornit, digenit), wypełnień wolnych przestrzeni (bornit, chalkopiryt, kowelin), czy teksturami impregnacyjnymi (chalkozyn, bornit, digenit, kowelin).

Na podstawie obserwacji form występowania skupień polimineralnych wnioskuje się, że część wprysnięć chalkozynowych w bornicie wykryła przed, a część po utworzeniu się bornitu. Pospolite są struktury poikilitowe chalkozynu w bornicie (fig. 4A), rzadziej struktury wzajemnego przenikania chalkozynu z węglanami bądź bornitem (fig. 4C), wskazujące na jednoczesny proces krystalizacji bornitu i chalkozynu.

Następna faza procesu mineralizacji jest reprezentowana przez kruszce o teksturach żyłkowych (bornit, digenit, kowelin), zastępowania (chalkozyn, bornit) (fig. 4B, E) oraz wypełnienia stylolitów i diaklaz (bornit, digenit) (fig. 3E, 5A). W szwach stylolitowych rejestruje się obecność nieregularnych przerostów bornitu i chalkopiryty lub paragenezy digenitu z kowelinem. Charakterystyczne są struktury trawienia bornitu przez kowelin i digenit (fig. 4A).

Do najmłodszego etapu procesu mineralizacji siarczkowej zaliczono minerały odznaczające się teksturami krustyfikacyjnymi (bornit, digenit), zastępowania minerałów obecnych w gniazdach anhydrytowych oraz w żyłkach węglanowych (bornit, digenit, chalkozyn, sfaleryt), a także tekstury kataklastyczne (fig. 5B).

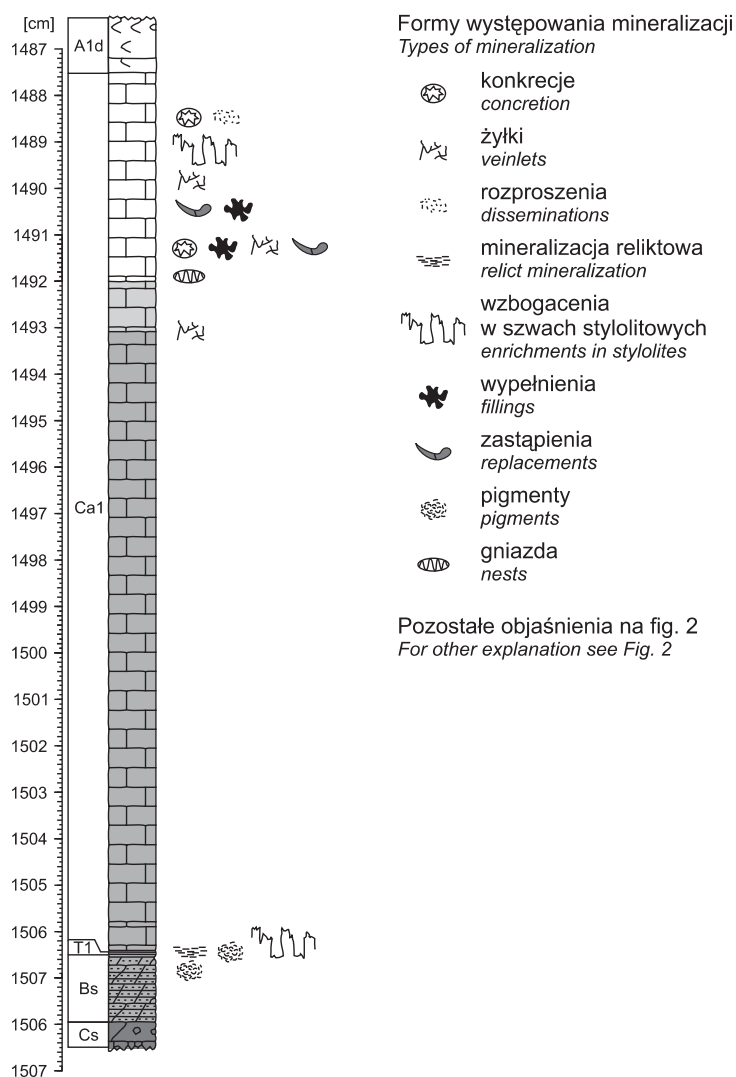


Fig. 7. Schemat dystrybucji minerałów i formy występowania mineralizacji w osadach dolnego cechsztynu (otwór wiertniczy Dębinka P-10)

Distribution of minerals and their types of occurrence in Lower Zechstein sediments (Dębinka P-10 borehole)

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań mikroskopowych utworów dolnego cechsztynu w otworze Dębinka P-10 stwierdzono, że na wykształcenie się poszczególnych struktur minerałów oraz tekstur rud miało wpływ wiele istotnych czynników zewnętrznych, kontrolujących złożone procesy chemiczne (m.in. zmiany pH i Eh, rozpuszczalność faz mineralnych), skutkujących wielostadialnością powstawania

mineralizacji (Harańczyk, 1972; Mayer, Piestrzyński, 1982, 1985; Oszczepalski, Rydzewski, 1985; Piestrzyński, 2007).

Istotnym zjawiskiem mającym wpływ na występowanie minerałów w postaci poszczególnych struktur oraz na powstawanie wybranych tekstur rud jest zasięg facji geochemicznych, determinujących formy występowania minerałów kruszcowych i tlenkowych.

Utloniony charakter środowiska w spagowych partiach omawianego otworu wiertniczego jest w tym przypadku wynikiem zachodzących postsedymenacyjnych procesów przeobrażeń. Świadczą o tym liczne relikty minerałów siarczkowych oraz pseudomorfozy hematytowe po framboidalnym pirycie, pojawiające się w stropowej partii łupku miedzionośnego, a także w najniższych warstwach wapienia cechsztyńskiego (fig. 4F, 5C). Na podstawie relikтового charakteru mineralizacji siarczkowej oraz współwystępowania hematytu z siarczkami metali stwierdzono, że nie tylko

górne partie cechsztyńskiej serii miedzionośnej miały pierwotnie charakter redukcyjny. Warunki takie panowały również w jej dolnych partiach, a zachodzące procesy wtórne doprowadziły do remobilizacji pierwiastków/metali zawartych w pierwotnej mineralizacji i precypitacji w postaci wtórnych faz o strukturach takich jak: gniazda, soczewy, żyłki, impregnacje, zastąpienia, wypełnienia wolnych przestrzeni i stylolitów oraz pasmowych i smugowych koncentracji drobnych ziaren.

LITERATURA

- BANAŚ M., 2002 — Struktury czy tekstury rud? *Prz. Geol.*, **26**, 9: 747–751.
- CHMIELEWSKI A., 2011 — Zmienność mineralizacji kruszcowej w spagowych utworach cechsztynu na granicy strefy utlenionej i redukcyjnej w zachodniej części złoża Polkowice. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **444**: 33–45.
- HARAŃCZYK C., 1972 — Mineralizacja kruszcowa dolnocechsztyńskich osadów euksenicznych monokliny przedsudeckiej. *Arch. Mineral.*, **30**, 1–2: 13–144.
- HARAŃCZYK C., JAROSZ J., 1973 — Minerale kruszcowe złoża miedzi monokliny przedsudeckiej. *Rudy i Met. Nieżel.*, **10**: 493–498.
- KIJEWSKI P., KASZPER J., 1973 — Tekstury stylolitowe w cechsztyńskich skałach węglanowych poziomu W1 monokliny przedsudeckiej. *Kwart. Geol.*, **17**, 3: 497–506.
- MAYER W., PIESTRZYŃSKI A., 1985 — Ore minerals from Lower Zechstein sediments at Rudna mine, Fore-Sudetic Monocline, SW Poland. *Pr. Miner.*, **75**: 1–80.
- MUSZER A., 2000 — Zarys mikroskopii kruszców. Wyd. UW, Wrocław.
- OSZCZEPALSKI S., 1979 — Mineralizacja polimetaliczna spagowych osadów cechsztynu w rejonie Węglińca-Żar. *Kwart. Geol.*, **23**, 3: 563–578.
- OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A., 1991 — The Kupferschiefer mineralization in Poland. *Zentr. Geol. Paläont., Teil I*, **4**: 975–999.
- OSZCZEPALSKI S., 1994 — Oxidative alteration of the Kupferschiefer in Poland: oxide-sulphide parageneses and implications for ore-forming models. *Geol. Quart.*, **38**, 4: 651–672.
- OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A., 1995 — Zechstein polymetallic mineralization on the Żary Pericline. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **151**: 27–34.
- OSZCZEPALSKI S., RYDZEWSKI A., 1997 — Atlas metalogeniczny cechsztyńskiej serii miedzionośnej w Polsce. Państw. Inst. Geol., Wyd. Kart. PAE SA, Warszawa.
- PIESTRZYŃSKI A., 2007 — Okruszcowanie. W: Monografia KGHM Polska Miedź S.A. (red. A. Piestrzyński i in.). Allexim Sp. z o.o., Wrocław.
- RYDZEWSKI A., 1964 — Petrografia i mineralizacja osadów górnego permu w monoklinie przedsudeckiej i peryklinie Żar. *Prz. Geol.*, **12**: 476–479.
- RYDZEWSKI A., 1969 — Petrografia łupków miedzionośnych cechsztynu na monoklinie przedsudeckiej. *Biul. Inst. Geol.*, **217**: 113–167.
- RYDZEWSKI A., 1976 — Geneza polimetalicznej mineralizacji dolnocechsztyńskiej. *Prz. Geol.*, **24**, 4: 176–181.
- RYDZEWSKI A., 1978 — Facja utleniona cechsztyńskiego łupku miedzionośnego na obszarze monokliny przedsudeckiej. *Prz. Geol.*, **26**, 2: 102–108.
- RYDZEWSKI A., OSZCZEPALSKI S., 1989 — Dokumentacja wyników otworu wiertniczego P-10 Dębinka. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- SPECZIK S., 1979 — Mineralizacja kruszcowa w utworach białego spagowca w rejonie Rawicza. *Arch. Miner.*, **35**, 1: 43–59.
- STRENGEL-MARTINEZ M., SPECZIK S., JANKOWSKI J., 1993 — Epigenetic veins in Kupferschiefer deposits of SW Poland. *Arch. Miner.*, **39**: 203–205.

SUMMARY

Microscopic studies were the basis for the identification and description of the mineral composition of rocks and determination of mineral phases in individual lithological sequences, as well as a description of structures and textures of ore minerals characteristic for the mineralization of the Lowermost Zechstein sediments in southwestern region of Żary Pericline. Description of the structures and textures of ore minerals observed in lithological sequences and precise determination of the range of reduced and oxidized

zones is an extremely important issue for prospecting works. Detailed microscopic examination and observations of the relationship between the distribution of sulfides and metal oxides, as well as between the arrangement of the oxide and sulphide minerals in the rocks, indicating secondary origin of the mineralization. Profile of Dębinka P-10 borehole is typical for the oxidized areas in the level of Weissliegend, Kupferschiefer and Zechstein Limestone. Ore mineralization in the Lowermost Zechstein sediments is mainly associated

with the level of the Zechstein Limestone, while the Kupferschiefer and Weissliegend are abundant with iron oxides. The oxidized nature of the environment in the Lowermost Zechstein sediments of Dębinka P-10 borehole is in this case, the result of the transformation processes taking place during the diagenesis. Numerous relics of sulfide minerals and hematite pseudomorphs after framboidal pyrite appearing in the top party Kupferschiefer and in the lowest layers of the Zechstein Limestone are the main indicator of post-sedimentary origin of the mineralization. On the basis of

the relict nature of the sulphide mineralization and hematite coexisting with metal sulfides, it was found that not only the upper parts of the Zechstein series was originally reduced. Such conditions also prevailed in the lower parts, and secondary processes, leading to remobilization elements/metals contained in the primary mineralization and precipitation of secondary phases in the form of structures such as nests, lenses, veins, impregnations, replacements, fillings and impregnations of stylolites.