

Wstępne badania diagenety utworów wapienia muszlowego w północnej części regionu śląsko-krakowskiego (otwór 25-BN Biskupice)

Witold Dymowski¹



Preliminary analysis of diagenesis of Muschelkalk sediments in the northern part of the Silesian-Cracow region (25-BN Biskupice borehole). *Prz. Geol.*, 71: 274–278; doi: 10.7306/2023.24

A b s t r a c t. The paper presents investigation on diagenesis of Muschelkalk carbonates in the 25-BN Biskupice borehole, NE part of the Silesian-Cracow region. A cycle of dissolution and neomorphic alterations has been identified in the dolomites, Fe-dolomites and calcites occurring at the medium and late stages of diagenesis based on the analytical results of petrographic, cathodoluminescence and SEM methods.

Keywords: diagenesis, carbonate rocks, Muschelkalk, Upper Silesian region

Prace wiertnicze na północno-wschodnim obrzeżeniu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) prowadzono w celu poszukiwania i rozpoznania występowania złóż cynku i ołowiu od lat 50. ub.w. W wyniku prac badawczych i poszukiwawczych w roku 1974 uruchomiono kopalnię *Pomorzany*. Państwowy Instytut Geologiczny wskazywał obszary perspektywiczne nowych złóż poprzez weryfikację zasięgu dolomitów kruszczośnych, uważanych za wskaźnik występowania interesujących koncentracji rud cynku i ołowiu. Badania skał węglanowych wapienia muszlowego, w tym dolomitów kruszczośnych, były prowadzone jako standardowe uzupełnienie do dokumentacji złóż rud Zn-Pb wykonywanych przez Państwowy Instytut Geologiczny (Cierniewska i in., 1974; Przeniosło, 1974), a ich celem były poszukiwania siarczkowych złóż na NE obrzeżeniu GZW, określanym jako region śląsko-krakowski.

Utwory wapienia muszlowego na Górnym Śląsku są dzielone na trzy części: dolną, środkową i górną (Senkowiczowa, 1998). W skład dolnego wapienia muszlowego wchodzi warstwa gogolińska, a także gorazdeckie, terebratulowe i karchowickie, określane jako wyższe ogniwa dolnego wapienia muszlowego lub nazywane warstwami olkuskimi (Śliwiński, 1961), wykształcone w większości jako wapień. Utwory środkowego wapienia muszlowego, nazywane od sporadycznie pojawiających się nagromadzeń glonów gałązkowych – warstwami diploporowymi lub jemielnickimi, są zbudowane z dolomitów. Utwory górnego wapienia muszlowego są wykształcone jako warstwy tarnowickie, wilkowickie i boruszowickie. Te najwyższe są dobrze rozwinięte w północno-zachodniej części obszaru. W części centralnej i wschodniej zostały zerodowane w związku z podnoszeniem terenu w trakcie ruchów starokimeryjskich (Senkowiczowa, 1998).

Pierwsze kompleksowe opracowania utworów węglanowych wapienia muszlowego dotyczyły środowiska sedymentacji tych osadów, określenia mikrolitofacji i procesów przeobrażeń, jakie w nich zachodziły (Pawłowska, Szuwarzyński, 1979; Pawłowska, 1982; Myszkowska, 1993).

W celu przedstawienia wstępnych wyników badań diagenety osadów wapienia muszlowego wybrano otwór 25-BN Biskupice odwiercony na przełomie roku 1985 i 1986, znajdujący na pograniczu monokliny śląsko-krakowskiej i niecki nidziańskiej, przy NE skraju zasięgu dolomitów kruszczośnych (ryc. 1).

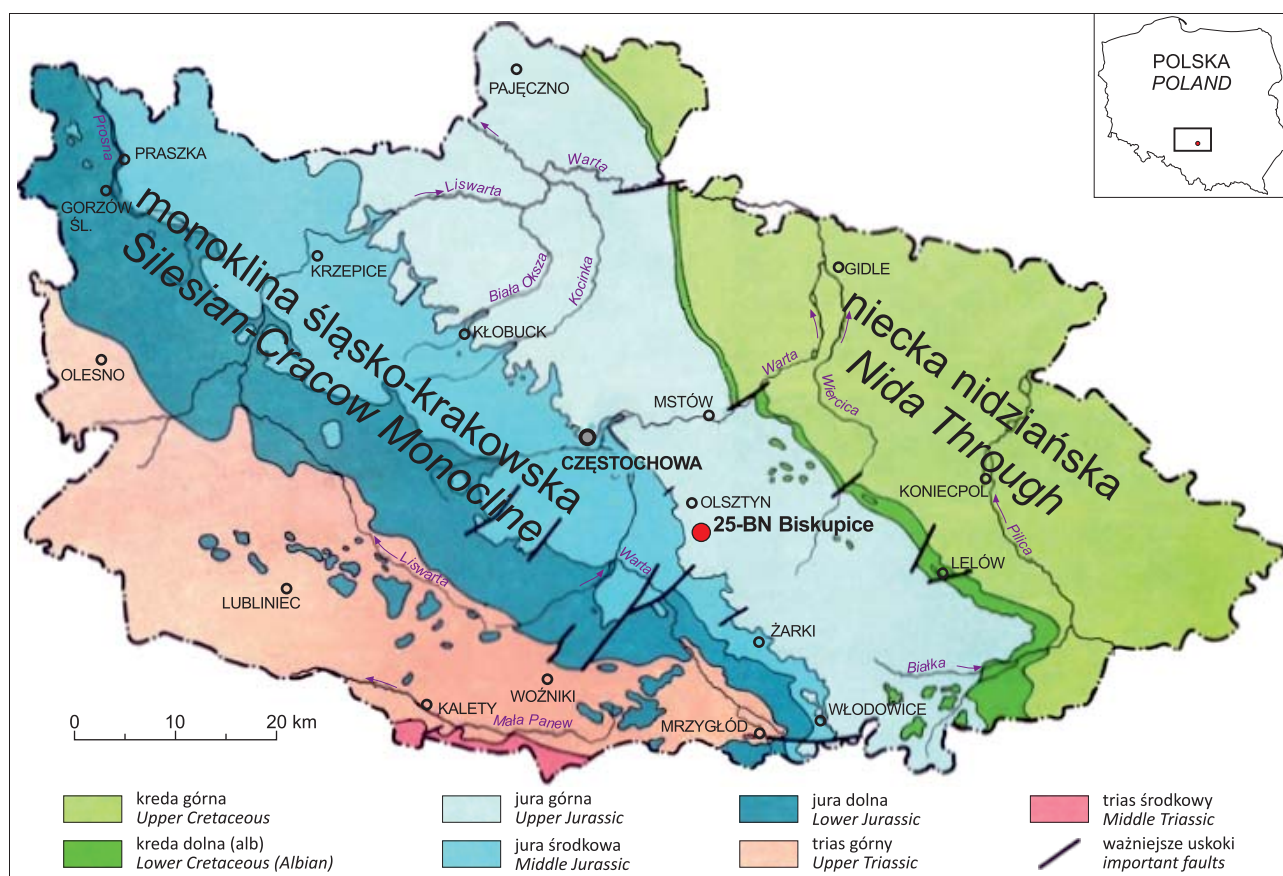
Jest on zlokalizowany na kuescie jurajskiej i obejmuje profil utworów od czwartorzędu, jury górnej, środkowej, dolnej, triasu górnego – retyku, środkowego – wapienia muszlowego, dolnego – pstrego piaskowca, aż do dewonu górnego na głębokości 775 m (Wołkowicz i in., 1992). Wśród utworów środkowego i dolnego wapienia muszlowego wyróżniono (Wołkowicz i in., 1992) (od stropu): dolomity diploporowe, dolomity kruszczośne, przechodzące obocznie w wapień warstw olkuskich, oraz wapień gorazdeckie, niżej wapień gogoliński. Z przewierconych utworów wapienia muszlowego, o miąższości 123,85 m, w ramach bieżącej pracy przebadano profil skał węglanowych (głównie dolomitów i wapieni) z głębokości od 518,0 do 588,3 m. W profilu podrzędną rolę odgrywają dolomity oraz wapień uznane pierwotnie za dolomity kruszczośne (Wołkowicz i in., 1992). W ich skład wchodzi głównie dolomity powstałe w różnych etapach diagenety, w tym późnej diagenety, a może również metasomatozy.

METODYKA BADAŃ

Na rdzeniu otworu 25-BN Biskupice przeprowadzono profilowanie sedymentologiczne utworów wapienia muszlowego (Dymowski, 2015). Pobrano 61 próbek skał, z których wykonano 40 preparatów do badań mikroskopowych, w katodoluminescencji i elektronowym mikroskopie skaningowym. Przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego Amplival Lab-Pol przeprowadzono podstawowe badania petrograficzne

Obserwacje katodoluminescencyjne (CL) wykonano za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego Optiphot 2 firmy

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; witold.dymowski@pgi.gov.pl; ORCID ID: 0000-0002-3160-1015



Ryc. 1. Położenie otworu 25-BN Biskupice na tle budowy geologicznej rejonu Częstochowy (wg *Mapy geologicznej odkrytej województwa częstochowskiego bez utworów kenozoicznych*, Wielgomas, 1981)

Fig. 1. Location of the 25-BN Biskupice borehole against the background of the geological structure of the Częstochowa region (after *Geological map of the Częstochowa Voivodship – without Caenozoic*, Wielgomas, 1981)

NIKON współpracującego z aparatem CCL 8200 mk3 firmy Cambridge Image Technology. W metodzie tej dzięki zróżnicowaniu barw luminescencji możliwe jest rozróżnienie wapieni od dolomitów, wyróżnienie kryształów dolomitu wykazujących budowę pasową, stwierdzenie różnych odmian kalcytów, a także odróżnienie ziarn skaleni (luminescencja niebieska) i kaolinitu (luminescencja w barwach szafirowych) (Sikorska, 2005).

Wykonano także badania w mikroskopie elektronowym LEO 1430 wyposażonym w detektor dyspersji energii (EDS) Oxford ISIS 300. Analizy ilościowe przeprowadzono z stosowaniem mikroskopu elektronowego Cameca SX 100.

WYNIKI PRAC BADAWCZYCH

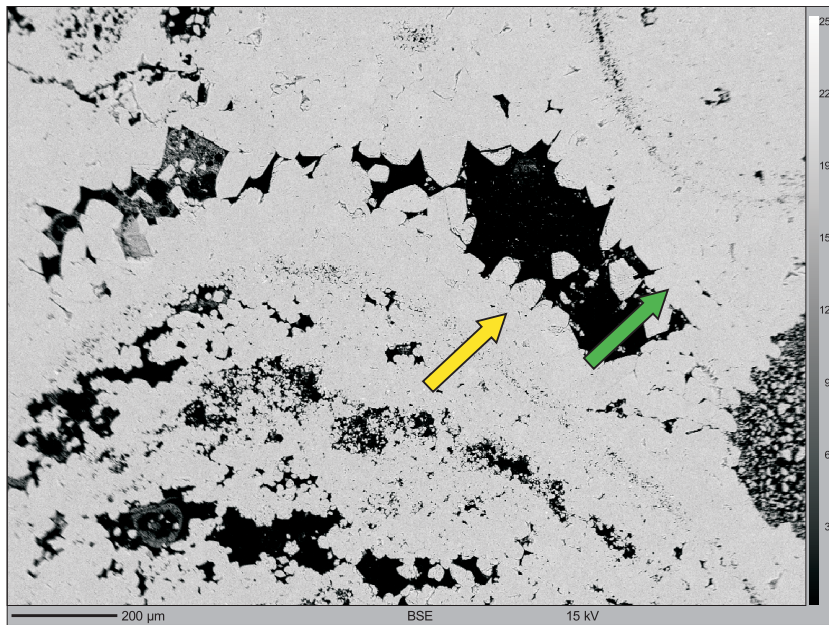
Charakterystyka litofacji

Wśród litofacji wyróżniono dolomity oraz wapień ziarniste, pelitowe, jak również mieszane – ziarniste z domieszką pelitu i pelitowe z domieszką ziarn. Ziarna w większości są słabo czytelne, o nieokreślonym pochodzeniu – od peloidów, rzadziej grudek, aż do typowych oolitów (w stropie dolomitów diploporowych), zbudowane najczęściej z mikrosparytu o różnym stopniu rekrytalizacji. Dość często obserwuje się wtórną porowatość związaną z częściowym, rzadziej całkowitym rozpuszczeniem pierwotnego pelitu. Oprócz wymienionych ziarn zaobserwowano drobny detrytus organiczny – głównie cienkie muszle

ramienionogów, sporadycznie drobne małże w większości wtórnie rozpuszczone. Rzadko występują fragmenty szkarłupni, najczęściej zdolomityzowane, z cienką powłoką mikrytową od zewnątrz. Przestrzenie międzyziarnowe częściowo lub całkowicie wypełniają cementy, wśród których wyróżniono cementy ostrzowe (ryc. 2, 3), rozwinięte dookoła ziarn, oraz mozaikowe, wypełniające pozostałe wolne pustki, narastające na cementach ostrzowych. Kolejną generacją wypełnień są cementy blokowe, rozwinięte we wtórnych pustkach poziarnowych oraz innych organogenicznych (ryc. 3, 4) często jako regularne, romboedryczne kryształy dolomitu.

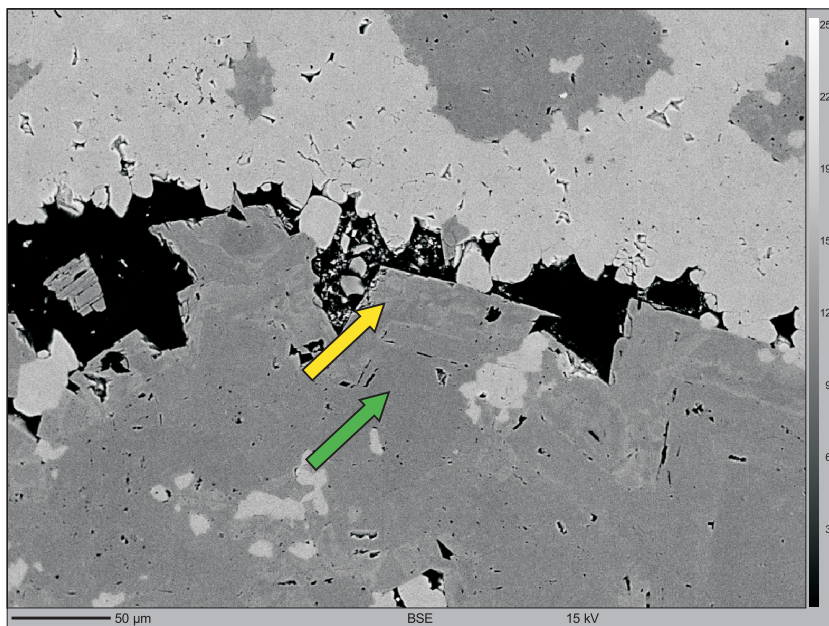
Do skał krystalicznych należą dolomity o nieczytelnej już strukturze pierwotnie ziarnistej, w większości zatartej przez rekrytalizację pierwotnego pelitu. Efektem neomorfizmu jest także wypełnienie pustych przestrzeni porowych, jamek, kawern oraz spękań i szczelin przez kalcyt o grubszej strukturze. Najczęściej występują dwie jego generacje: wcześniejsza w formie drobniejszych kryształków narastających bezpośrednio na brzegach pustek oraz późniejsza jako grubsze kryształy wypełniające częściowo lub całkowicie próżnie, tworząc oczka i gniazda kalcytu grubokrystalicznego.

Skały o strukturze mikrosparytowej makroskopowo opisywane jako pelity zwykle są mikroporowate (obserwacja własna). Często zawierają domieszki substancji ilastej rozproszonej lub skoncentrowanej poprzez kompaktację w smugi ilaste i nieregularne stylolity. Wśród skupień ilastych pojawia się kaolinit (niebieskawe barwy w CL), potwier-



Ryc. 2. Kalcytowe cementy ostrzowe (strzałka żółta) i mozaikowe (strzałka zielona) na ziarnach wapieni; próbka 22, gł. 567,3 m

Fig. 2. Blades (yellow arrow) and mosaic calcite cements (green arrow) on limestone grains; sample 22; depth 567.3 m



Ryc. 3. Obwódki dolomitu Fe „chmurkowego” (strzałka żółta) na dolomicie blokowym (strzałka zielona); próbka 34A; gł. 554,7 m

Fig. 3. Ferroan “cloudy” dolomite rims (yellow arrow) on blocky dolomite crystals (green arrow); sample 34A; depth 554.7 m

dzony również SEM. W tych strefach poza rozwojem rezydów ilastych można zaobserwować drobne przejawy rekrytalizacji i neomorfizmu (np. dolomitowego). Skały mikrosparytowe mają tekstury plamiste, gruzłowe, rzadziej laminowane.

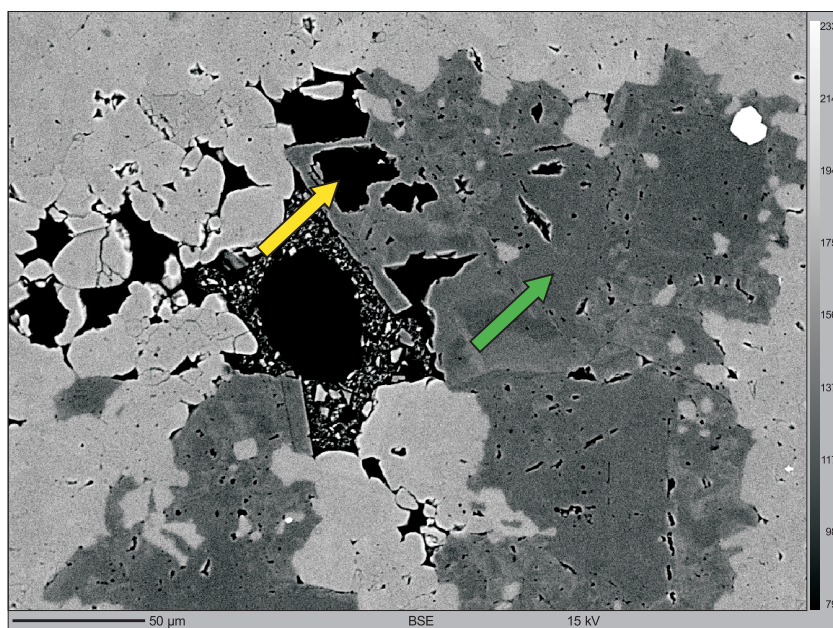
Skały mieszane pelitowe z domieszką ziarn czy ziarniste z domieszką pelitu często występują w miejscach związanych z rozwojem powłok glonowych, dając w efekcie tekstury smużyste i laminowane. Skały ziarniste z domieszką pelitu mają również teksturę plamistą będącą wynikiem bioturbacji. Ziarna, które w nich występują, to zazwyczaj peloidy (grudki fekalne).

Wyniki badań katodoluminescencyjnych

Badania w katodoluminescencji (CL) pozwoliły na wykazanie budowy pasowej kalcytu w druzach i żyłkach oraz wyróżnienie dwóch jego generacji, wynikających z oscylacji składu roztworów w strefach dolomityzacji oraz partiach zbioturbowanych, w dolnej części wapieni gorazdeckich (gł. 588,3 m; luminescencja w barwach pomarańczowych i żółtych). Odróżniono także drobniejsze kalcyty z domieszką Mn od grubokrystalicznych, krystalizujących w jamkach dolomitów mikrosparytowych, w niższych częściach dolomitów diploporowych (gł. 545,4 m). Analiza CL ułatwiła obserwacje mikroskopowe cementów ostrzowych oraz mozaikowych w przestrzeniach porowych wapieni ziarnistych warstw gorazdeckich (gł. 567,3 m). Dzięki niej stwierdzono także obecność blokowych cementów romboedrycznego dolomitu o ciemnej luminescencji z jaśniejszymi obwódkami zawierającymi domieszkę żelaza, manganu (dolomity kruszconośne, gł. 554,7 m). Obwódkiem silnie żelazistym towarzyszą pojedyncze duże kryształy pirytu.

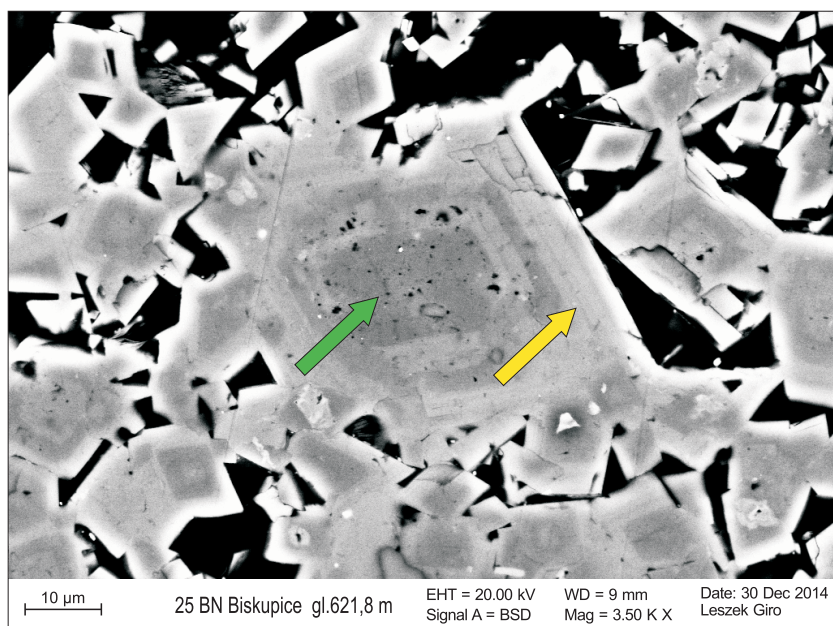
Wyniki badań w mikroskopie elektronowym

Obserwacje w elektronowym mikroskopie skaningowym pozwoliły wyróżnić w obrębie wtórnych porów poziomych romboedryczne cementy blokowe, częściowo o charakterze plamistym (silnie Fe, Mn do ok. 1%), które często były nadtrawiane. Są one bardzo zubożone, do zaniku Sr (ryc. 3, 4). Cementy ostrzowe i mozaikowe w gorazdeckich wapieniach ziarnistych są zbudowane z kalcytu miejscami nieco wzbogaconego w Fe. Gniazda, oczka czy żyłki kalcytowe w dolnych częściach dolomitów diploporowych (gł. 546,1 m; 545,4 m) od zewnątrz miały niewielką domieszkę Mn lub Fe. W wapieniach ze stropu warstw gorazdeckich (gł. 567,3 m) odnotowano zróżnicowanie zawartości Sr: od zera do powyżej 1% w cementach ostrzowych oraz pojedynczych mozaikowych. W sąsiadujących cementach mozaikowych i ostrzowych odnotowano niewielkie domieszki Fe i Mn (kalcyty z minimalną zawartością Fe, Mn oraz Sr lub maksymalną zawartością Sr), sugerujące występowanie kilku generacji cementów kalcytowych. Wyjątkowo w ich otoczeniu zaobserwowano pojedyncze, drobne ziarna oraz pojedyncze większe skupienia krzemionki. W strefach tych w obrębie zrekrystalizowanych, czystych węglanów oprócz bardzo drobnego „pyłu” (głównie strzępków markasytu) pojawiają się drobne wystąpienia pirytu. Również w spagu



Ryc. 4. Rozpuszczanie obwódek dolomitu Fe „chmurkowego” (strzałka żółta) na dolomicie blokowym (strzałka zielona); próbka 34B; gł. 554,7 m

Fig. 4. Dissolution of “cloudy” Fe dolomite rims (yellow arrow) on blocky dolomite crystals (green arrow); sample 34B; depth 554.7 m



Ryc. 5. Obwódki pasowe dolomitu Fe (strzałka żółta) na dolomicie krystalicznym (strzałka zielona) (SEM Leo); próbka 1; gł. 621,8 m

Fig. 5. Ferroan dolomite rims (yellow arrow) on dolomite crystals (green arrow) (SEM Leo), sample 1; depth 621.8 m

warstw olkuskich – gorazdeckich, miejscami pojawia się domieszka rozproszonych siarczków Fe (głównie bardzo drobnego pirytu, czasem w formie framboidów, lokalnie także drobne strzępki markasytu). Zauważono także drobne wystąpienia sfalerytu, którego obecność potwierdzono CL i analizą punktową SEM (gł. 578,9 m; 576,4 m).

W pelitowych, lekko marglistych wapieniach i dolomitach spągowych, części warstw gorazdeckich w skale i na powierzchniach stylolitów odnotowano obecność kaolinitu (SEM – gł. 588,3 i 578,9 m). Niżej w próbce dolomitu pelitowego – mikrosparytowego z poziomu komórkowego

warstw gogolińskich, traktowanego ze względów facjalnych jako dolomit wczesnodiaogenetyczny (gł. 621,8 m), przy słabo czytelnych objawach rekrytalizacji dolomitu wyraźne okazały się ślady kaolinitu dającego niebieskawą luminescencję (Sikorska, 2005). Romboedryczne kryształy dolomitu wykazują budowę pasową (SEM), w których stwierdzono wzrost zawartości żelaza do ok. 1% (ryc. 5).

PODSUMOWANIE I DISKUSJA WYNIKÓW

Analiza sedymentologiczno-petrograficzno-mineralogiczna zastosowana w badaniach dolomitowych i wapiennych osadach triasu środkowego pozwoliła na zaobserwowanie następujących etapów diagenety: wczesnej, rozwiniętej i późnej. Najwcześniejsza była inicjalna cementacja (cementy ostrzowe i mozaikowe). Następnie rozwinęły się: rozproszona dolomityzacja, rozpuszczanie i rekrytalizacja drobnych ziarn organicznych. Efektem ostatnich etapów późnej diagenety było powstanie żelazistych, żelazisto-manganowych cementów blokowych, tworzenie obwódek głównie na kryształach dolomitu, oraz rozpuszczanie czy lokalna, rozproszona kalcytyzacja.

Stwierdzono występowanie kilkustopniowej dolomityzacji: od wczesnodiaogenetycznej, rozwiniętej w utworach poziomu komórkowego warstw gogolińskich oraz w dolomitach mikrosparytowych warstw diploporowych, do nieco późniejszej w strefach zbioturbowanych oraz rozsianej, w różnym stopniu zaawansowanej dolomityzacji wapieni gorazdeckich.

W etapie późnodiaogenetycznym rozwijała się dolomityzacja związana z rekrytalizacją skał węglanowych. Ostatnimi były romboedryczne cementy blokowe oraz powstałe obwódki żelaziste i żelazisto-manganowe, być może powiązane z epigenetycznymi okresami aktywności tektonicznej starokimeryjskiej i/lub alpejskiej.

Zróznicowaną kalcytyzację skał w postaci dość licznych żyłek, gniazd, oczek powodowały solanki przesycone względem CaCO_3 . Dodatkowym źródłem kalcytu mogło być rozpuszczanie masywu węglanowego związane z obciążeniem hydrostatycznym poprzez jego pograżenie oraz naciski dynamiczne (tektonika), prowadzące do redukcji skał węglanowych w wyniku ich stylolityzacji.

Obwódki dolomitu żelazistego na romboedrach dolomitu, dolomitu żelazistego – ankerytu?, później drobnego kalcytu z domieszką Mn i Fe oraz grubszego kalcytu czy-

stego, czasem z domieszką Sr, mogą być wynikiem zmiany chemizmu i wielkości przepływu roztworów porowych. Widać tu ewolucję ich składu – od wzrostu zawartości Fe i Mn w obrębie dolomitów, później zmiany charakteru solanek na kalcytowy, początkowo z dużą ilością Mn i Fe – zapewne pochodzenia wietrzeniowego, a w końcu do zmniejszenia przepływu i oczyszczenia ich składu prowadzącego do wytrącania czystych, kalcytów grubokrystalicznych w centralnych częściach jamek. W okresach zwiększonej aktywności tektonicznej dzięki sieciom spekań dochodziło do mieszania się wód porowych z różnych stref krążenia. Powodowało to lokalne pojawianie się pojedynczych drobnych kryształów sfalerytu w obrębie żyłek kalcytu. Pojedyncze wystąpienia pasowego kalcytu w spągowych częściach wapieni gorazdeckich są przykładem pulsacyjnego charakteru przepływu solanek. Drobne skupienia krzemionki (pochodzącej zapewne z rozpuszczonych igieł gąbek) w obrębie porów w wapieniach gorazdeckich są wynikiem diagenetycznych zmian roztworów porowych, a nie śladem roztworów kruszczośnych.

W trakcie analizy diagenetyzacji utworów wapienia muszlowego w rejonie badań nie natrafiono na ewidentne ślady procesów neomorfizmu czy metasomatozy odpowiedzialnych za powstanie dolomitów kruszczośnych. Nie jest to szczególnie dziwne, gdyż obszar badań leży dość daleko od centrów mineralizacji Zn-Pb, na skraju zasięgu oddziaływania roztworów je tworzących. Pomimo wieloletnich badań tych utworów nie wypracowano definicji petrograficznych, mineralogicznych, czy chemicznych dolomitów kruszczośnych *sensu stricto* metasomatycznych dla odróżniania ich od krystalicznych dolomitów diagenetycznych. Również badania składu, stężenia i temperatur roztworów odpowiedzialnych za mineralizację są skoncentrowane na kruszczach, zwykle pomijając tło skalne i minerały żyłowe.

W powyższym otworze 25-BN Biskupice mineralizacja kruszczowa o interesujących ilościach Pb w postaci galeny skoncentrowała się nietradycyjnie w obrębie dolomitów kruszczośnych, ale wyjątkowo w piaskowcach rzecznych triasu dolnego oraz dolomitach oolitowych retu. Wyjaśnienie procesów sterujących anomalnym, lokalnym nagromadzeniem kruszców może będzie możliwe w przyszłości wraz z pojawiającymi się nowymi, kompleksowymi technikami badawczymi.

WNIOSKI

1. W skałach węglanowych wapienia muszlowego z otworu 25-BN Biskupice przeprowadzono analizę petrograficzno-mineralogiczną, której wyniki można

odnieść do procesów diagenetyzacji zachodzących w północnej części regionu śląsko-krakowskiego.

2. Wyróżniono trzy etapy diagenetyzacji: wczesnej, rozwiniętej i późnej – przechodzącej w epigenezę.
3. W trakcie badań diagenetyzacji utworów wapienia muszlowego w badanym otworze nie natrafiono na ewidentne ślady procesów neomorfizmu czy metasomatozy odpowiedzialnych za powstanie dolomitów kruszczośnych, a tym bardziej za ich mineralizację cynkowo-ołowiową.

Autor serdecznie dziękuje pani dr Marcie Kuberskiej za jej wnikliwą i życzliwą recenzję manuskryptu oraz dr hab. Katarzynie Jarmołowicz-Szulc za cenne uwagi do tekstu. Podziękowania kieruję także do: dr. Krzysztofa Leszczyńskiego za umożliwienie wykonania badań, dr hab. Magdaleny Sikorskiej-Jaworowskiej za wykonanie badań katodoluminescencyjnych, Leszka Giro za wykonanie badań mikrosondą elektronową Leo i dr. Grzegorza Zielińskiego za analizy Cameca SX 100.

LITERATURA

- CIEMNIEWSKA M., ZIĘTEK-KRUSZEWSKA A. 1974 – Charakterystyka petrograficzna dolomitów kruszczośnych okolic Gołuchowic. *Kwart. Geol.*, 18 (2): 289–301.
- DYMOWSKI W. 2015 – Badania diagenetyzacji utworów wapienia muszlowego w północnej części regionu śląsko-krakowskiego otw. 25-BN Biskupice. [W:] Leszczyński K. i in. 2015 – Opracowanie i zabezpieczenie stratotypowych odcinków rdzeni – etap II: dodatkowe badania na rdzeniach oraz prace logistyczno-techniczne w archiwach rdzeni (temat nr 22.9012.1201.04.0). *Oprac. archiw. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, nr 814/2016. Warszawa.
- MYSZKOWSKA J. 1993 – Diagenetyzacja dolomitów diploporowych (środkowy wapień muszlowy) wschodniej części obszaru śląsko-krakowskiego. *Zesz. Nauk. AGH, Geologia*, 19 (4): 179–202.
- PAWŁOWSKA J. 1982 – Wpływ warunków sedymentacyjnych oraz procesów diagenetycznych na powstawanie dolomitów kruszczośnych i złóż Zn-Pb na obszarze śląsko-krakowskim. *Biul. Inst. Geol.*, 342: 5–38.
- PAWŁOWSKA J., SZUWARZYŃSKI M. 1979 – Sedimentary and diagenetic processes in the Zn-Pb host rocks of Trzebieńka. *Pr. Inst. Geol.*, 95: 13–58.
- PRZENIOSŁO S. 1974 – Cynk i ołów w utworach węglanowych triasu rejonu zawierciańskiego. *Biul. Inst. Geol.*, 278: 115–199.
- SENKOWICZOWA H. 1998 – Trias północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 378: 5–63.
- SIKORSKA M. 2005 – Badania katodoluminescencyjne minerałów. *Instrukcje i Metody Badań Geologicznych*, 59: 1–70.
- ŚLIWIŃSKI S. 1961 – Warstwy olkuskie. *Rudy i Metale Nieżelazne*, 12: 526–529.
- WIELGOMAS L. (red.) 1981 – Surowce mineralne województwa częstochowskiego. *Wydaw. Geol.*, Warszawa: 211.
- WOŁKOWICZ S. i in. 1992 – Sprawozdanie z tematu: badania geologiczno-poszukiwawcze złóż rud cynku i ołowiu w północnej części regionu śląsko-krakowskiego obszar Boronów-Niegowa. *Oprac. archiw. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, nr 160/96. Warszawa.

Praca wpłynęła do redakcji 14.04.2023 r.
Akceptowano do druku 30.05.2023 r.