

NOWE DANE O PETROGRAFII SKAŁ CZERWONEGO SPĄGOWCA Z ZACHODNIEJ CZĘŚCI MONOKLINY PRZEDSUDECKIEJ

NEW DATA ON PETROGRAPHY OF THE ROTLIEGEND ROCKS IN THE WESTERN PART OF THE FORE-SUDETIC MONOCLINE

MARTA KUBERSKA¹, ALEKSANDRA KOZŁOWSKA¹

Abstrakt. Artykuł przedstawia wyniki badań skał czerwonego spągowca z czterech otworów wiertniczych, usytuowanych w zachodniej części monokliny przedsudeckiej. Do badań zastosowano standardową analizę petrograficzną (analizę mikroskopową, analizę planimetryczną), poszerzoną o analizę katodoluminescencyjną, badania w elektronowym mikroskopie skaningowym i badania rentgenowskie. Wyodróżniono zlepieńce, przeważnie drobnoziarniste, polimiktyczne, piaskowce kwarcowe, sublityczne, lityczne i subarkozowe oraz mułowce i iłowce. W opisywanych skałach zauważono zmienne zabarwienie czerwono-brunatne i jasnoszaro-zielonkawe, często plamiste. Stwierdzono, że ma to związek ze zmianami Eh i pH w obrębie osadów w trakcie zachodzących przemian diagenetycznych.

Słowa kluczowe: procesy diagenetyczne, czerwony spągowiec, monoklina przedsudecka.

Abstract. The paper presents the results of studies of Rotliegend rocks from four boreholes located in the western part of the Fore-Sudetic Monocline. Standard petrographic (microscopic and planimetric) analysis accompanied by cathodoluminescence, SEM and XRD studies has been applied. The rocks are represented by conglomerates (mostly fine-grained and polymictic), sublithic, lithic and subarkosic quartz sandstones, mudstones and claystones. Their colours are variable and range from red-brown to light-grey-greenish. It is due to Eh and pH changes within the sediments during diagenetic alterations.

Key words: diagenetic processes, Rotliegend, Fore-Sudetic Monocline.

WSTĘP

Ocena intensywności i rozpoznanie procesów diagenetycznych zachodzących w skałach osadowych były jednymi z wielu zadań, jakie zrealizowano w ramach tematu „Zbadanie możliwości występowania mineralizacji Au-Pt-Pd w utworach czerwonego spągowca w zachodniej części monokliny przedsudeckiej” prowadzonego w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym pod kierun-

kiem S. Oszcypalskiego. Do badań wytypowano cztery otwory wiertnicze, usytuowane w zachodniej części monokliny przedsudeckiej: Kargowa 2, Sieroszowice S-1, Sława IG 1, Stypułów K-17, w których stwierdzono najpełniejsze profile czerwonego spągowca dolnego i górnego. Większość próbek pochodzi z osadów czerwonego spągowca górnego. Czerwony spągowiec dolny jest reprezentowany przez pojedyncze

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: marta.kuberska@pgi.gov.pl, aleksandra.kozłowska@pgi.gov.pl



Fig. 1. Lokalizacja badanych otworów wiertniczych

Location of the study boreholes

próbki zlepieńców z serii nadwulkanicznej z otworów wiertniczych Sława IG 1 i Kargowa 2, a także przez skały klastyczne (9 próbek) z serii międzywulkanicznej z otworu wiertniczego Kargowa 2. W artykule przedstawiono łączną charakterystykę petrograficzną występujących osadów. Szczególną uwagę poświęcono procesom cementacji, zastępowania, rozpuszczania i przeobrażenia diagenetycznego, z uwagi na ich decydujące znaczenie dla przepuszczalności skał i możliwość migracji roztworów metalonośnych.

Rozwój badań petrograficznych skał czerwonego spągowca na monoklinie przedsudeckiej, zwłaszcza w otoczeniu Wyniesienia Wolsztyńskiego, jest związany z intensywnymi pracami poszukiwawczymi, prowadzonymi przez Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo. Wyniki badań można znaleźć m.in. w opracowaniach Bojarskiej i in. (1980, 1981, 1984). Wyniki studiów nad diagenetą skał czerwonego spągowca na obszarze monokliny przedsudeckiej zostały przedstawione w pracach: Grabowskiej-Olszewskiej (1974), Rochewicza (1980), Maliszewskiej i Kuberskiej (1996), Michalika (1996, 2001), Buniaka i Mikołajewskiego (1997), Gregosiewicz i Protasa (1997), Kuberskiej i Maliszewskiej (1999, 2000) oraz Muszyńskiego (1999).

METODY BADAŃ MINERALOGICZNO-PETROLOGICZNYCH

Analizę pod mikroskopem polaryzacyjnym przeprowadzono na 101 preparatach. Płytki cienkie, wycięte ze skał osadowych, częściowo powleczone płynem Evamy'ego w celu wstępnej identyfikacji minerałów węglanowych (Migaszewski, Narkiewicz, 1983). Przeprowadzono obserwacje struktur i tekstur skalnych oraz sposobu wykształcenia składników mineralnych.

Zlepieńce scharakteryzowano na podstawie pomiarów wykonanych na rdzeniach oraz na podstawie obserwacji mikroskopowych płytek cienkich.

Płytki cienkie piaskowców poddano analizie planimetrycznej metodą punktową, przy zastosowaniu urządzenia integracyjnego PRIOR Model G. Nazewnictwo piaskowców oparto na klasyfikacji Pettijohna i in. (1972), częściowo zmodyfikowanej. Wyróżniono arenity, czyli odmiany o niskiej zawartości pylasto-ilastego matriksu oraz waki, czyli piaskowce ilaste. Zależnie od składu mineralnego piaskowców, wyróżniono odmiany kwarcowe, subarkozowe, arkozone, sublityczne i lityczne.

Wybrane płytki cienkie poddano analizie katodoluminescencyjnej, którą wykonano przy użyciu aparatury CITL

MK5, wyposażonej w pompę próżniową i EDS (*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*).

Jedenaście próbek skał poddano badaniom w elektronowym mikroskopie skaningowym typu 1430 firmy LEO, sprzężonym ze spektrometrem rentgenowskim z dyspersją energii (EDS ISIS). Celem badań była identyfikacja wybranych składników mineralnych w odłupkach skalnych i w odkrytych płytkach cienkich. Do badań w SEM powierzchnie odłupków były napyłane złotem. Umożliwiło to obserwacje mikrostruktury skał oraz sposobu wykształcenia minerałów autigenicznych. Powierzchnie płytek cienkich napyłano węglem, a zastosowanie programów VSP i SEM QUANT umożliwiło przeprowadzenie ilościowych analiz chemicznych poszczególnych minerałów w mikroobszarach.

Dla czterech próbek mułowców wykonano analizę rentgenowską (XRD) składu frakcji ilastej. Skład tej frakcji określono na podstawie dyfraktogramów preparatów orientowanych, powietrzno-suchych i glikolowanych, prażonych w temperaturze 550°C.

CHARAKTERYSTYKA SKAŁ

ZLEPIEŃCE

Zlepieńce opisano na podstawie próbek z otworów wiertniczych: Kargowa 2, Sława IG 1 i Stypułów K-17. Są to najczęściej skały szarobrunatne lub brunatne, przeważnie drobnoziarniste. Niektóre próbki zlepieńców, zawierających 50–75% obj. żwiru skalnego, określono jako zlepieńce piaszczyste. Obtoczenie okruców żwiru jest zróżnicowane – oprócz ziaren ostrokrawędzistych lub słabo obtoczonych o zarysach izometrycznych, widoczne są ziarna dobrze obtoczone o zarysach elipsoidalnych, niekiedy silnie wydłużonych.

Wśród ziaren żwiru zaobserwowano głównie okrucy skał wulkanicznych i osadowych, natomiast okrucy skał metamorficznych i plutonicznych obserwowano rzadziej.

Wśród okruców skał wulkanicznych (do których zaliczono skały wylewne, subwulkaniczne i piroklastyczne) wyróżniono: ryolity kwarcowe i dacyty o strukturze porfirowatej lub afirowej, trachyandezyty afirowe o trachitowej lub intersertalnej strukturze ciasta skalnego, szare lub brunatne tufy spieczone o strukturze apowitrofirowej.

Rozpoznane okrucy skał osadowych to szare, drobnoziarniste piaskowce kwarcowe o spoiwie ilastym, rzadziej – kwarcowym, mułowce ilasto-żelaziste i iłowce (lub łupki ilaste).

Wśród zlepieńców, skały metamorficzne są reprezentowane przez oligomiktyczne okrucy kwarcowe o cechach kataklazytów lub granulitów. We frakcji psamitowej zaobserwowano drobne okrucy łupków krystalicznych kwarcowo-łyszczykowych.

Masa wypełniająca opisywanych zlepieńców jest złożona z ostrokrawędzistych lub półobtoczonych ziaren kwarcu, skaleni potasowych i mikropertytów, kwaśnych plagioklazów, a także z fragmentów wymienionych wyżej skał o wielkości ziaren frakcji psamitowej. Spoiwo zlepieńców jest węglanowe, przeważnie kalcytowe, miejscami ilasto-żelaziste.

Zlepieńce z otworu wiertniczego Kargowa 2, szczególnie reprezentujące czerwony spągowiec dolny, w swoim składzie mają zdecydowanie więcej okruców skał pochodzenia wulkanicznego w stosunku do pozostałych. W zlepieńcach z profilu Stypułów K-17, we frakcji żwirowej dominują okrucy skał osadowych.

PIASKOWCE

Badane piaskowce, występujące w analizowanych osadach czerwonego spągowca, to najczęściej skały czerwono-brunatne, szarobrunatne, niekiedy jasnoszare. Często jest widoczne plamiste zabarwienie jasnoszaro-brunatne. Od-

znaczają się strukturą psamitową, niekiedy psamitowo-pelitową, drobno- lub średnioziarnistą, oraz przeważnie bezładną teksturą. Najrzadziej występują piaskowce zlepieńcowate. Z uwagi na zawartość matriksu wyróżniono arenity i waki, a wśród nich piaskowce kwarcowe, sublityczne, subarkozowe i lityczne. Kwarc jest głównym składnikiem materiału detrytycznego. Ziarna kwarcu są najczęściej półobtroczone, miejscami ostrokrawędziste lub obtoczone. Ziarna kwarcu monokrystalicznego (32,0–67,0% obj.) znacznie dominują nad kwarcem polikrystalicznym. Skalenie (0,7–14,0% obj.) występują w postaci ziaren ostrokrawędzistych. Zaobserwowano również ziarna skaleni potasowych i kwaśnych plagioklazów. Niektóre z nich częściowo uległy argilityzacji lub kalcytyzacji.

Okrucy skalne (0,7–33,7% obj.) są najczęściej reprezentowane przez fragmenty skał wulkanicznych o podobnym składzie, jak opisywane w zlepieńcach. Miejscami obserwowano fragmenty piaskowców drobnoziarnistych, mułowców i iłowców. Łyszczyki występują w postaci drobnych blaszek bezbarwnego muskowitu i brunatnego biotyty. Niektóre blaszki biotyty są częściowo schlorityzowane. Wśród minerałów akcesorycznych odnotowano ziarna ilmenitu, cyrkonu, turmalinu.

W spoiwie opisywanych piaskowców stwierdzono minerały węglanowe (kalcyt, dolomit, ankeryt), kwarc autigeniczny, anhydryt, minerały ilaste (illit, chloryt, kaolinit). Poza tym wyróżniono tlenki i wodorotlenki żelaza, tworzące drobne skupienia, a także wchodzące w skład obwódek ilasto-żelazistych na ziarnach detrytycznych.

MUŁOWCE I IŁOWCE

Mułowce i iłowce to z reguły skały ciemnobrunatne lub o zabarwieniu plamistym, brunatno-jasnoszarym. Wykazują strukturę aleurytowo-pelitową, pelitową, czasami z domieszką materiału psamitowego. Ich tekstura bywa bezładna lub ukierunkowana równoległym ułożeniem blaszek łyszczyków. Mułowce są złożone głównie z drobnych, ostrokrawędzistych ziaren kwarcu, podrzędnie zawierają drobne ziarna skaleni oraz blaszki łyszczyków: biotyty i muskowitu. Spoiwo jest złożone z drobnych łuseczek minerałów ilastych, impregnowanych wodorotlenkami żelaza. Badania rentgenowskie wykazały we frakcji ilastej obecność illitu, chlorytu, kaolinitu, hematytu, kalcytu, kwarcu i skaleni (fig. 2A, B). Zwraca uwagę fakt, że we fragmentach skały o barwie brunatnej, w składzie pelitu występuje hematyt, natomiast w miejscach szarych zidentyfikowano tylko illit, miejscami chloryt.

Oprócz minerałów ilastych, w spoiwie mułowców występuje mikrospar kalcytowy.

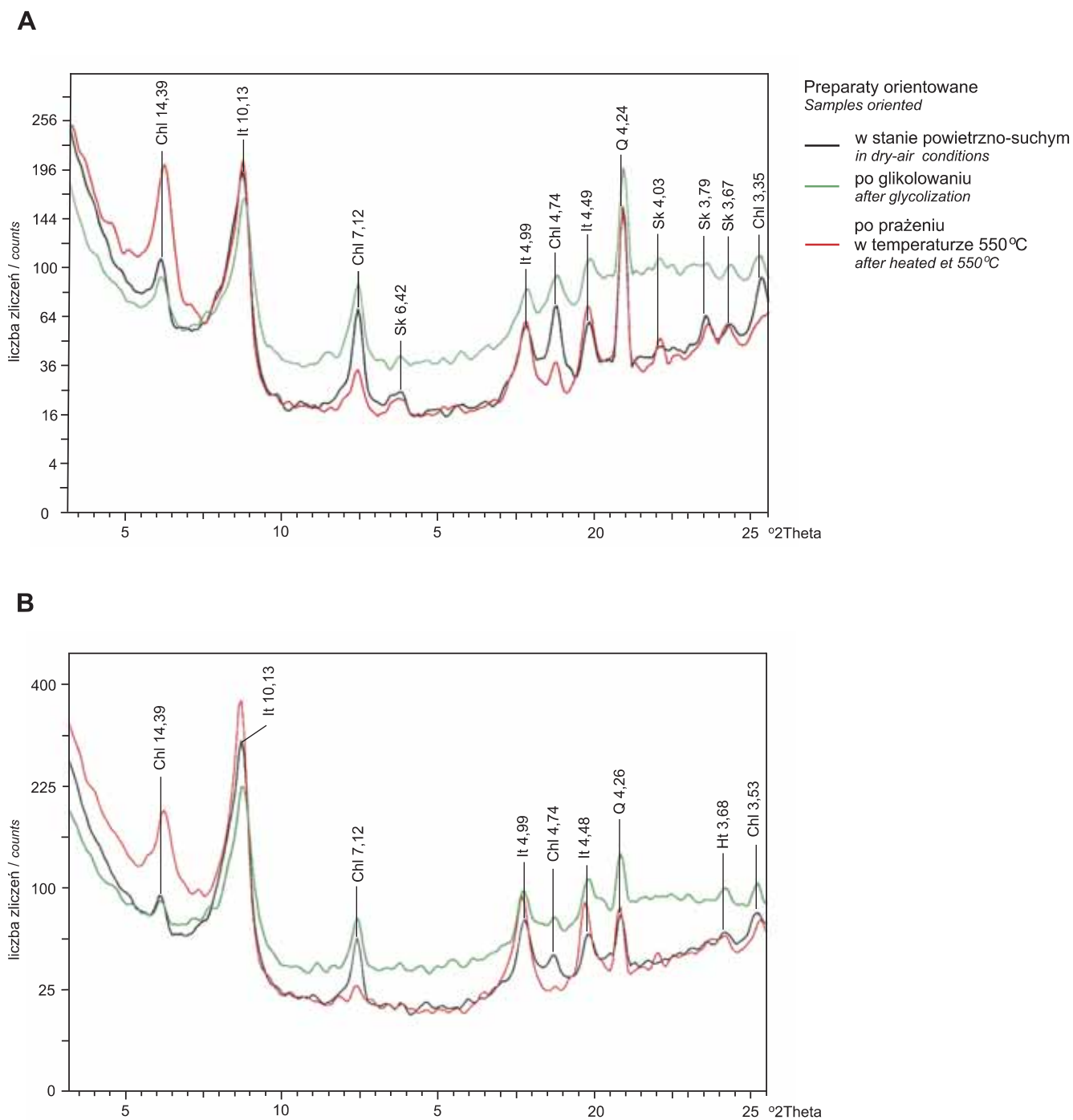


Fig. 2. Dyfraktogramy rentgenowskie frakcji ilastych z wybranych próbek ilowców/mułowców

A – otwór wiertniczy Sława IG 1, głębokość 2066,0 m, ilowiec/mułowiec jasnoszary; **B** – otwór wiertniczy Sława IG 1, głębokość 2083,5 m, ilowiec/mułowiec brunatny; Chl – chloryt, Ht – hematyt, It – illit, Q – kwarc, Sk – skalenie

XRD diagrams of the clay fraction from the claystone/mudstone selected samples

A – Sława IG 1 borehole, depth 2066.0 m, light-grey claystone/mudstone; **B** – Sława IG 1 borehole, depth 2083.5 m, brown claystone/mudstone; Chl – chlorite, Ht – hematite, It – illit, Q – quartz, Sk – feldspars

PROCESY DIAGENETYCZNE

KOMPAKCJA

Kompakcja mechaniczna była głównym i najdłuższym działającym procesem w osadzie, po jego depozycji. Spowodowała ona, między innymi, wzrost upakowania materiału detrytycznego. Widocznym skutkiem działania tego procesu jest obecność kontaktów międzyziarnowych prostych i punktowych oraz powyginanie blaszek łuszczyków w próbkach, gdzie zauważono ich podwyższoną zawartość. Kompakcja chemiczna doprowadziła z kolei do rozpuszczania ziaren mineralnych na kontakcie z innymi, wskutek wysokiego ciśnienia. W efekcie można miejscami obserwować kontakty wklęsło-wypukłe lub ząbające.

CEMENTACJA

Cementacja diagenetyczna, to proces wytrącania składników ortochemicznych z roztworów porowych. W opisywanych piaskowcach i zlepieńcach do najczęściej występujących rodzajów cementów zalicza się spoiwa węglanowe. Wyróżniono tu kalcyt, dolomit i ankeryt. Analizy chemiczne w mikroobszarach wybranych węglanów przedstawia tabela 1.

Kalcyt występuje przeważnie w postaci osobników sub- i anhedralnych. Oprócz identyfikacji kalcytu metodą barwienia płytek cienkich płynem Evamy'ego (barwa różowa, różowofioletowa), interesujących danych dostarczyła analiza katodoluminescencyjna (tabl. I). Pozwoliła ona, ze względu na zróżnicowane świecenie i analizy w mikroobszarze, wyróżnić kalcyt określany jako czysty oraz Mn- i Mn/Fe-kalcyt (tabl. I, fig. 1–4). Kalcyt, który nie wykazywał luminescencji w CL, w analizie chemicznej miał w swoim składzie tylko wapń, tlen i węgiel. Tworzy on zazwyczaj delikatne formy krystaliczne, czasami występuje w postaci kryształów eu- lub subhedralnych. Podobne kalcyty opisano w otworach wiertniczych Łągiewniki 8 i Zieleńcin 1 (Kuberska, Maliszewska, 2000). Mn-kalcyt jest odmianą kalcytu wykazującą w CL żółtą lub żółtopomarańczową luminescencję, dzięki zawartości manganu w sieci krystalicznej. Tworzy on najczęściej formy anhedralne, wypełniając przestrzenie porowe w piaskowcach i zlepieńcach. Kalcyt zawiera niekiedy domieszkę Fe^{2+} . Stosunek Mn/Fe, obecnych w strukturze kryształów, wpływa na intensywność barwy luminescencji minerału.

Dolomit w opisywanych skałach stanowi ważny składnik cementu (tabl. I, fig. 5–8; tabl. II, fig. 1, 2). Występuje on w postaci różnej wielkości romboedrów. Analizy w mikroobszarach wykazały w osobnikach dolomitu obecność manganu i żelaza. Mangan przeważnie jest rozmieszczony homogenicznie, natomiast żelazo bardzo często gromadzi się w partiach przykrawędziowych kryształów, podkreślając ich budowę pasową. Niekiedy strefy te mają skład ankerytu (tabl. II, fig. 2).

Cementacja węglanami zachodziła najprawdopodobniej kilkuetapowo, podobnie jak na innych obszarach (Kuberska, 2004).

Siarczany tworzą spoiwo porowe, rozmieszczone nieregularnie, gniazdowo. W badanych próbkach zidentyfikowano anhydryt (tabl. II, fig. 3), którego ilość nie przekracza 2,5% obj. Najliczniej obserwowano go w piaskowcach z otworu wiertniczego Sława IG 1. Tworzy on osobniki anhedralne, czasami występuje w postaci drobnych, wydłużonych tabliczek.

Cementy złożone z kwarcu autigenicznego obserwowano w wielu próbkach, choć w nieznacznych ilościach (przeważnie kilka procent). Występują one w postaci cienkich obwódek regeneracyjnych wokół ziaren kwarcu detrytycznego bądź jako izolowane słupki o pokroju heksagonalnym, krystalizujące w przestrzeniach międzyziarnowych (tabl. II, fig. 4). Niekiedy towarzyszy im włóknisty illit lub blaszkowaty chloryt.

Autigeniczne minerały ilaste najczęściej występują w postaci obwódek na ziarnach detrytycznych. Do częstych należą obwódki tangencjalne, gdy łuseczki powlekają ziarno równoległe do powierzchni. Zauważono, że w partiach skał o zabarwieniu jasnoszarym występują tylko obwódki ilaste (?illitowe), natomiast w partiach czerwono-brunatnych obserwuje się obwódki ilasto-żelaziste. Powstawanie obwódek miało miejsce we wczesnych etapach diagenetyki, a krystalizacja miała związek z infiltracją w osad wód kontynentalnych.

Inną formą występowania autigenicznych minerałów ilastych jest tworzenie agregatowych skupień, bądź form włóknistych (tabl. II, fig. 5). W skałach z otworu wiertniczego Sieroszowice S-1 odnotowano robakowaty kaolinit (tabl. II, fig. 6), tworzący miejscami owalne skupienia, przypominające pseudomorfozy po ziarnach skaleni. Sporadycznie obserwowano chloryty, których blaszki tworzyły rozetowe nagromadzenia. Chloryty stwierdzono wcześniej w skałach ze wszystkich otworów wiertniczych w pobliżu Wyniesienia Wolsztyńskiego (Kuberska, Maliszewska, w: Kiersnowski, 1999). Illit, pospolity składnik w spoiwach badanych skał, oprócz obwódek występuje w postaci cienkich blaszek lub włókien.

ZASTĘPOWANIE

Proces zastępowania diagenetycznego jest ściśle związany z cementacją. W opisywanych skałach obserwowano całkowite lub częściowe węglanowe pseudomorfozy po ziarnach detrytycznych. Najczęściej są to zastąpienia ziaren skaleni, litoklastów bądź kwarcu przez Mn-kalcyt. Miejscami zauważono wzajemne zastępowanie cementów, np. kwarcu autigenicznego przez kalcyt.

Tabela 1

Wyniki analiz chemicznych w mikroobszarach węglanów (w % mol. wyliczonych z pomiarów w spektrometrze EDS ISIS)
 Results of chemical analyses in microareas of carbonates (in mole percentage calculated from EDS ISIS measurements)

Otwór wiertniczy	Głębokość [m]	Barwa skały	Numer analizy	CaCO ₃	MgCO ₃	FeCO ₃	MnCO ₃	Rodzaj węglanu	Barwa w CL		
Kargowa 2	2435,2	jasnoszara	1	99,3	0,5	0,0	0,2	kalcyt Mn-kalcyt Mn-kalcyt Mn/Fe-kalcyt dolomit	czarna żółta żółtopomarańczowa pomarańczowa czzerwona		
			2	96,5	1,6	0,0	1,9				
			3	97,3	1,0	0,0	1,7				
			4	98,7	0,4	0,4	0,5				
			5	55,2	42,5	0,0	2,3				
		jasnoszara	1	99,6	0,0	0,4	0,0	kalcyt Mn-kalcyt dolomit	czarna żółta czzerwona		
			2	97,8	0,0	0,0	2,2				
			3	55,0	41,1	0,5	3,4				
		czzerwona	1	98,3	0,5	0,0	1,1	Mn-kalcyt Mn/Fe-kalcyt dolomit	żółtopomarańczowa pomarańczowa czzerwona		
2	97,8		0,8	0,9	0,5						
3	55,1		40,9	0,4	3,6						
Sieroszowice IG 1	732,7	czerwono-jasnoszara	1	98,4	0,1	0,0	1,5	Mn-kalcyt Fe-kalcyt dolomit dolomit ankeryt dolomit	pomarańczowa brązowa czzerwona czzerwona czarna czzerwona		
			2	98,1	0,2	1,5	0,2				
			3	54,5	45,1	0,2	0,2				
			4	53,7	45,6	0,2	0,5				
			5	53,9	13,8	29,9	2,4				
			6	55,4	43,9	0,0	0,7				
	783,0	czzerwona	1	96,6	1,2	0,0	2,2	Mn-kalcyt dolomit ankeryt dolomit Mn/Fe-kalcyt dolomit	czewonobrazowa czzerwona czarna czzerwona czewonobrazowa czzerwona		
			2	54,6	44,8	0,6	0,0				
			3	51,7	17,4	27,7	3,2				
			4	54,8	45,0	0,0	0,2				
			5	96,9	0,8	0,8	1,5				
			6	53,5	42,5	1,0	3,0				
Sława IG 1	1989,4	jasnoszara	1	96,1	1,2	1,0	1,7	Mn/Fe-kalcyt dolomit dolomit dolomit	brązowa czzerwona czewonopomarańczowa		
			2	55,3	44,3	0,0	0,4				
			3	54,9	44,5	0,0	0,6				
		czzerwona	1	97,2	1,0	0,5	1,3			Mn-kalcyt Fe-kalcyt dolomit Mn/Fe-kalcyt dolomit	pomarańczowa brązowa czzerwona brązowa czzerwona
			2	97,8	0,6	1,3	0,3				
			3	54,7	44,8	0,5	0,0				
	2048,9	czzerwona	1	97,2	1,0	0,5	1,3	Mn-kalcyt Fe-kalcyt dolomit Mn/Fe-kalcyt dolomit	pomarańczowa brązowa czzerwona brązowa czzerwona		
			2	97,8	0,6	1,3	0,3				
			3	54,7	44,8	0,5	0,0				
			4	96,7	0,4	0,9	2,0				
			5	56,5	37,9	2,1	3,5				
	2052,1	jasnoszara	1	55,4	44,5	0,1	0,0	dolomit dolomit dolomit dolomit Mn/Fe-kalcyt	brązowa czzerwona brązowa czzerwona brązowa		
			2	53,6	42,1	0,0	4,3				
			3	54,7	44,8	0,0	0,5				
			4	53,9	44,6	0,0	1,5				
			5	96,6	0,6	1,1	1,7				
	2132,5	jasnoszara	1	95,8	1,1	0,7	2,4	Mn-kalcyt dolomit dolomit Mn-kalcyt dolomit	pomarańczowa czzerwona brązowa pomarańczowa czzerwona		
			2	54,4	44,1	0,0	1,5				
3			55,5	44,5	0,0	0,0					
4		96,0	0,9	0,8	2,3						
5		55,1	43,7	0,0	1,2						
czzerwona		1	98,0	1,0	0,0	1,0	Mn-kalcyt Mn-kalcyt kalcyt			pomarańczowa żółtopomarańczowa pomarańczowobrazowa	
	2	97,4	0,6	0,4	1,6						
	3	99,1	0,6	0,0	0,3						
387,5	jasnoszara	1	54,3	41,5	2,1	2,1	dolomit dolomit	czzerwona czewonobrazowa			
		2	57,1	42,9	0,0	0,0					
		3	97,7	0,0	0,0	2,3					
	czzerwona	1	97,6	0,9	0,0	1,5			Mn-kalcyt Mn/Fe-kalcyt kalcyt	żółta czewonobrazowa czarna	
		2	96,5	0,7	1,3	1,5					
		3	99,8	0,2	0,0	0,0					
czzerwona	1	99,2	0,5	0,0	0,3	kalcyt Mn/Fe-kalcyt Mn-kalcyt	czarna pomarańczowa żółta				
	2	98,3	0,6	0,5	0,6						
	3	97,7	0,0	0,0	2,3						

Cement dominujący w skale zaznaczono pogrubieniem
 Dominant cement in bold

ROZPUSZCZANIE

Proces ten jest związany z działaniem krążących w osadach roztworów oraz ze składem mineralnym ziaren detrytycznych. Najwięcej śladów rozpuszczania zaobserwowano w odmianach arkozowych piaskowców, w skaleniach (tabl. II, fig. 7). Korozji powierzchniowej, a także rozpuszczaniu były poddawane osobniki kwarcu (tabl. II, fig. 4). Trawieniu ulegały także cementy węglanowe (tabl. II, fig. 1), siarczanowe i kwarcowe – w zależności od odczynu (pH) roztworów porowych. Ziarna kwarcu mogły być trawione przez alkaliczne roztwory solankowe, węglany natomiast przez roztwory kwaśne.

PRZEOBRAŻANIE

Zjawisko przeobrażania diagenetycznego odnosi się głównie do przemian skaleni i okruchów skał lub łyszczy-

ków (tabl. II, fig. 8) w minerały takie, jak: kaolinit, chloryty, illit. Zaobserwowano także efekty przeobrażania jednych minerałów ilastych w inne. W skałach bogatszych w miki lub litoklasty zauważono obecność chlorytów, z reguły bogatszych w żelazo. Opisywany wcześniej kaolinit jest najprawdopodobniej końcowym produktem przemian skaleni, illit natomiast, między innymi, efektem przemian okruchów skalnych, skaleni lub łyszczyków. Powszechnie obserwowano serycytyzację skaleni i wybranych litoklastów. W mikroskopie elektronowym zauważono przeobrażanie kaolinitu w illit. W opisywanych skałach mogą występować minerały z grupy smektytów, lecz odróżnienie tych minerałów metodami mikroskopowymi jest niemożliwe. Przypuszczenie to może wyjaśnić tylko analiza rentgenowska wyseparowanej frakcji ilastej. Być może, stwierdzona miejscami w piaskowcach i mułowcach obecność plam o zabarwieniu szarzielonym jest związana z nieco podwyższoną zawartością chlorytu.

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych badań osadowych skał epiklastycznych wynika, że znaczącym procesem w czasie ich sedymentacji było niszczenie pokryw skał wylewnych i piroklastycznych oraz innych, starszych od opisywanych. Spośród zbadanych zlepieńców i piaskowców w profilach badanych otworów wiertniczych stwierdzono próbki, w których materiał detrytyczny reprezentują okruchy skał osadowych. Jedynie osadach z otworu wiertniczego Kargowa 2 przeważają litoklasty pochodzenia wulkanicznego.

Opisywane zlepienie mają charakter polimiktyczny. Materiał pochodzenia osadowego częściej występuje we frakcji psamitowej. Ziarna kwarcu polikrystalicznego, czy fragmentów skał metamorficznych mogą być dowodami niszczenia podłoża krystalicznego, budującego wał przedsudecki.

Procesy postsedymentacyjne zachodziły w dwóch głównych etapach przeobrażania osadów, w eo- i mezodiagenecie (Choquette, Pray, 1970). Granice między poszczególnymi etapami należy traktować jako umowne, a procesy w nich zachodzące miały przebieg złożony i zazębiały się ze sobą.

Do najwcześniejszych przemian diagenetycznych (płytkie pogrzebanie, niskie temperatury i ciśnienia) należały głównie: tworzenie obwódek ilastych lub ilasto-żelazistych i kwarcowych. Osadzone na powierzchni koloidalne cząstki wskutek wzrostu ciśnienia ulegały rekryształizacji, tworząc autigeniczne obwódki ilaste. W warunkach klimatu półsuchego, na obwódkach ilastych mogło dojść do adsorpcji

żelaza, a w konsekwencji do hematytyzacji osadu. Eodiagenetyczna jest to również okres inicjalny dla kompaktacji mechanicznej. Rozpoczęło się także przeobrażanie niestabilnych składników szkieletu ziarnowego, jak: skaleni, łyszczyków i niektórych litoklastów, co w konsekwencji spowodowało tworzenie się chlorytów i miejscami kaolinitu. Zaznaczyły się: wczesna cementacja kalcytem, rozpuszczanie wczesnych cementów węglanowych lub siarczanowych.

Do procesów mezodiagenetycznych zaliczono kompaktację mechaniczną, nadal kontynuowaną, przeobrażanie ziaren skaleni i litoklastów, krystalizację illitu, smektytu?, krystalizację Mn- i Mn/Fe-kalcytu, dolomitu, zastępowanie ziaren skaleni przez kalcyt, cementację kwarcem autigenicznym (być może kilkuetapową), kompaktację chemiczną, rozpuszczanie ziaren detrytycznych i osobników cementów.

W opisywanych piaskowcach odnotowano silnie zaznaczone efekty procesów rozpuszczania i przeobrażania diagenetycznego. Zmienność warunków z utleniających na redukcyjne w miarę postępowania diagenetyzacji oraz dopływu roztworów o zróżnicowanym chemizmie powodowały zmiany w zabarwieniu osadów. Jasnoszare plamki, zaobserwowane w osadach z otworu wiertniczego Sława IG 1, są związane, według Kiersnowskiego (inf. ustna), ze strefami bioturbacyjnymi lub śladami korzeni, a powstały wskutek tworzenia się mikrośrodków redukcyjnych.

WNIOSKI

1. Ilość litoklastów pochodzenia wulkanicznego maleje z północy na południe, wzrasta natomiast udział fragmentów skał osadowych.

2. W kierunku południowo-wschodnim w spoiwie piaskowców pojawia się autogeniczny kaolinit, maleje natomiast ilość włóknistego illitu.

3. Czerwone zabarwienie osadów determinuje obecność hematytu. Występuje on jako pigment w obrębie obwódek ilastych na ziarnach detrytycznych lub w spoiwie typu matryks tworzy skupienia afanokrystaliczne, współwystępujące z brunatnymi wodorotlenkami żelaza. Może tworzyć krystality o euhedralnych zarysach.

4. Obecność szarozielonych plam w osadach nie została definitywnie wyjaśniona. Przyczyną może być podwyższona zawartość chlorytu. Obserwacje badanych osadów potwierdzają, że obecność jasnoszarych plam w obrębie skał brunatno-czerwonych jest związana ze strefami odbarwień, po-

wstałymi wskutek lokalnego obniżenia potencjału Eh i pH, czyli tak zwanej dehematytyzacji.

5. Procesy diagenetyczne działające w opisywanych piaskowcach czerwonego spągowca były złożone. Rodzaj minerałów autogenicznych i ich morfologia wskazują na zmienny chemizm wód porowych. Ziarna detrytyczne i cementy ortochemiczne noszą liczne ślady rozpuszczania. Powszechne są efekty procesów przeobrażania diagenetycznego.

Podziękowania. Autorki dziękują doc. dr. hab. Sławomirowi Oszczepalskiemu i mgr. Hubertowi Kiersnowskiemu za współpracę i możliwość dyskusji oraz prof. dr. hab. Annie Maliszewskiej za cenne uwagi merytoryczne i redakcyjne. Autorki dziękują także za pomoc w wykonaniu badań mgr Wandzie Narkiewicz, dr. Grzegorzowi Zielińskiemu, Leszkowi Giro oraz za pomoc w opracowaniu graficznym Janowi Turczynowiczowi i Tadeuszowi Grudniowi.

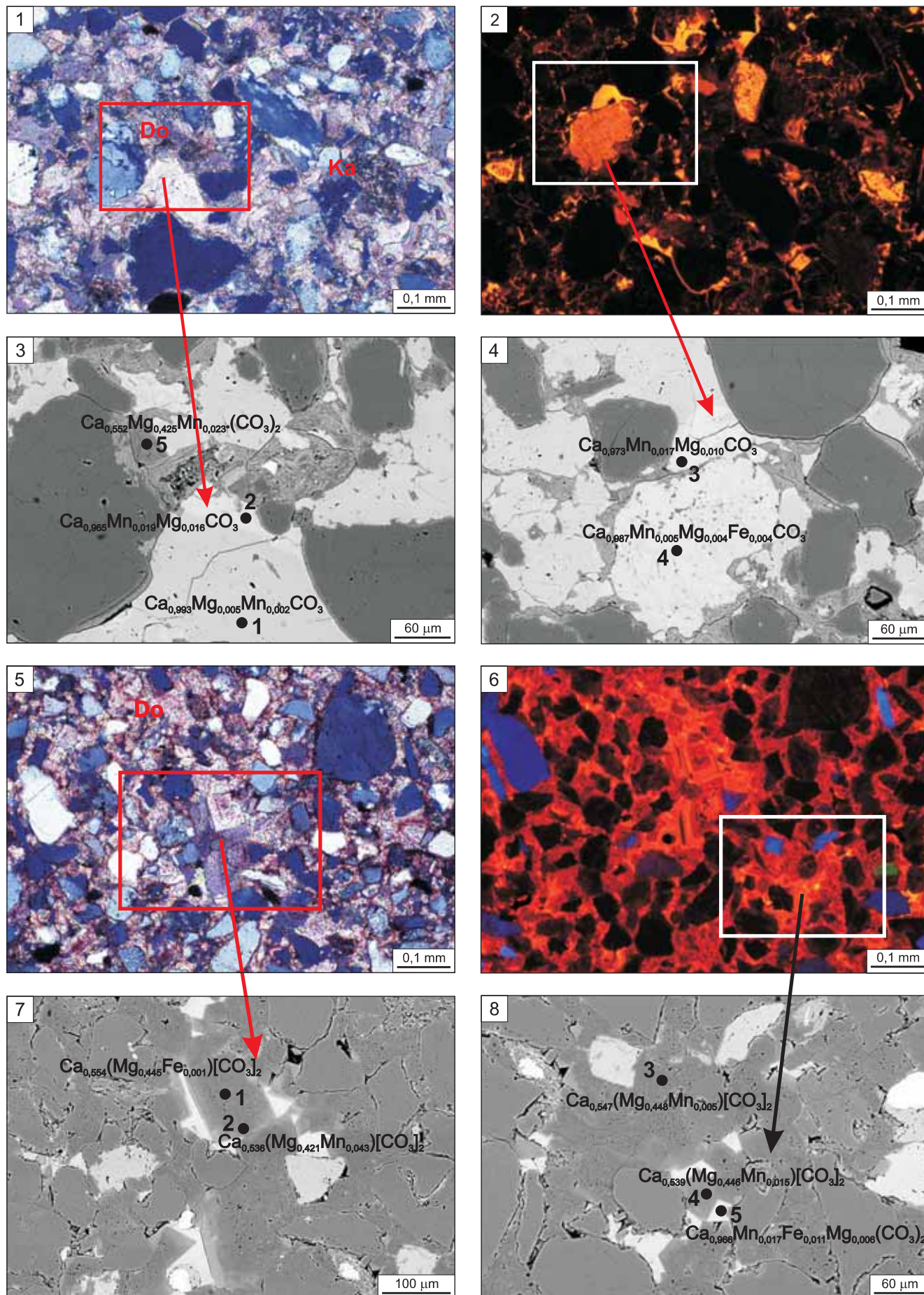
LITERATURA

- BOJARSKA J., ĆWIERZ Z., GREGOSIEWICZ Z., MERTA H., RYDZEWSKA K., STĘPNIEWSKA E., ŻURAWEK E., 1980 — Kompleksowa analiza litologiczno-zbiornikowa czerwonego spągowca w rejonie Żuchwowa–Góry–Rawicza. Arch. B.G. GEONAFTA, Warszawa.
- BOJARSKA J., ĆWIERZ Z., CZERWONKA A., MUSZYŃSKI M., RYDZEWSKA W., STĘPNIEWSKA E., ŻURAWEK E., 1981 — Opracowanie zmienności litologicznej i własności zbiornikowych oraz warunków hydrogeologicznych i geochemicznych w osadach czerwonego spągowca w rejonie Cicha Góra–Ujazd–Łagiewniki pod kątem poszukiwań złóż w pułapkach niestrukturalnych. Arch. PGNiG, Warszawa.
- BOJARSKA J., MUSZYŃSKI M., RYDZEWSKA W., ŻURAWEK E., 1984 — Opracowanie litologiczno-facjalne z uwzględnieniem własności zbiornikowych czerwonego spągowca w obszarze środkowej monokliny przedsudeckiej w rejonie Leszno–Rawicz–Krotoszyn. Arch. B.G. GEONAFTA, Warszawa.
- BUNIAK A., MIKOŁAJEWSKI Z., 1997 — Środowiska depozycyjne, petrografia i diagenetyzacja osadów czerwonego spągowca w rejonie Poznania. *Geologos*, 2: 201–214.
- CHOQUETTE P. W., PRAY L.C., 1970 — Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. *AAPG Bull.*, 54: 207–220.
- GRABOWSKA-OLSZEWSKA B., 1974 — Mikrostruktury skał górnego czerwonego spągowca rejonu Bogdaj–Uciechów (monoklina przedsudecka) badane za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego. *Biul. Geol. Wydz. Geol. UW*, 17: 58–72.
- GREGOSIEWICZ Z., PROTAS A., 1997 — Facje, diagenetyzacja a właściwości zbiornikowe piaskowców czerwonego spągowca rejonu złoża Radlin. *Nafta-Gaz*, 57: 371–387.
- KUBERSKA M., 2004 — Diagenetyzacja osadów czerwonego spągowca w strefie Szczecinek–Bydgoszcz (Pomorze Zachodnie). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 411: 87–168.
- KUBERSKA M., MALISZEWSKA A., 1999 — Sekwencje diagenetyczne w utworach czerwonego spągowca. W: Czerwony spągowiec w otoczeniu Wyniesienia Wolsztyńskiego. Analiza sedimentologiczno-facjalna (red. H. Kiersnowski). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUBERSKA M., MALISZEWSKA A., 2000 — Diagenesis of the Rotliegend rocks at the margins of the Wolsztyn Ridge. *Pr. Specjalne PTM*, 17:208–209.
- MALISZEWSKA A., KUBERSKA M., 1996 — Cementation of the Rotliegend sandstones, their porosity and permeability. W: The 2nd Conf. on the Geochemical and Petrophysical Investigations in Oil and Gas Exploration: 167–178. Janowice.
- MIGASZEWSKI Z., NARKIEWICZ M., 1983 — Identyfikacja pospolitych minerałów węglanowych przy użyciu wskaźników barwiących. *Prz. Geol.*: 31, 4: 258–261.
- MICHALIK M., 1996 — Zróżnicowanie procesów krystalizacji diagenetycznych illitów w piaskowcach permu w niecce północnosudeckiej i na monoklinie przedsudeckiej. W: Datowanie minerałów i skał. III Ogólnopolska Sesja Naukowa. 24–25 października 1996: 45–50. UMCS, Lublin.
- MICHALIK M., 2001 — Diagenesis of the Weissliegend sandstones in the south-west margin of the Polish Rotliegend Basin. *Pr. Miner.* 91.
- MUSZYŃSKI M., 1999 — Środowisko sedimentacji i spoiwo osadów górnego czerwonego spągowca obszaru niecki poznańskiej. *Prz. Geol.*, 47, 5: 466–467.
- PETTIJOHN F.J., POTTER P.E., SIEVER R., 1972 — Sand and sandstone. Springer-Verlag, Berlin.
- ROCHEWICZ A., 1980 — Wpływ procesów illityzacji i chlorytyzacji na własności kolektorskie piaskowców czerwonego spągowca SW Polski. *Arch. Miner.*, 36, 2: 55–61.

TABLICE
PLATES

TABLICA I

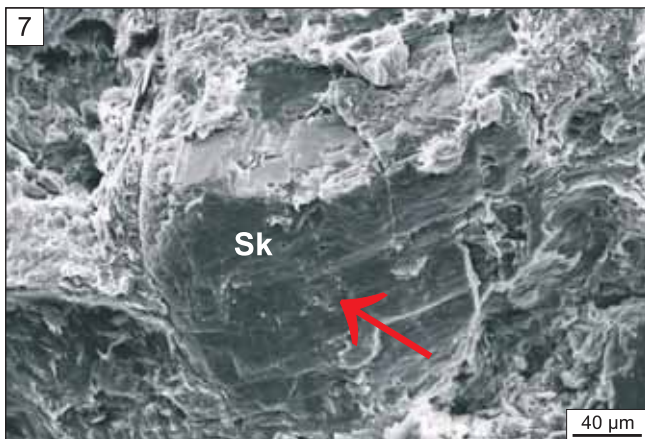
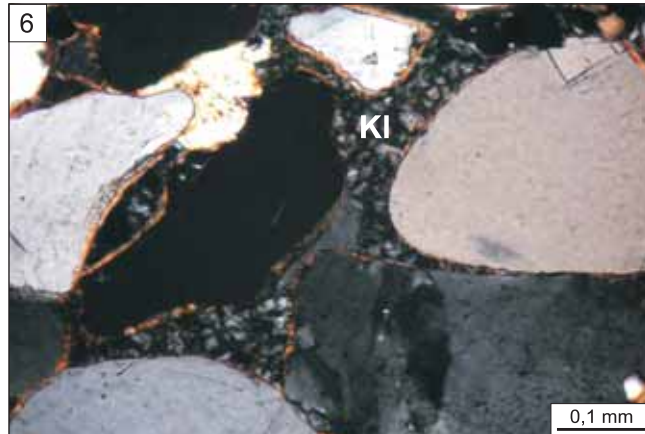
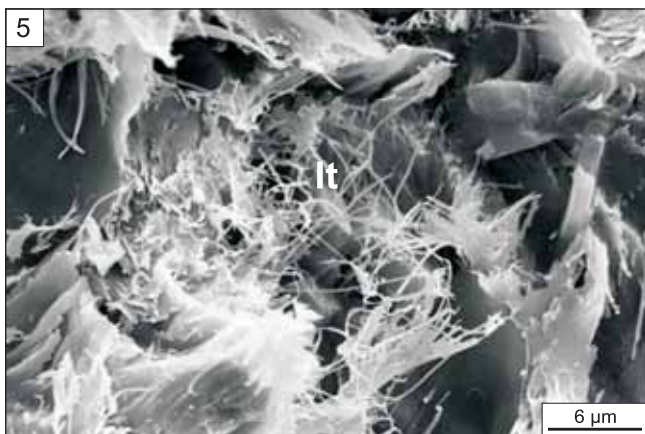
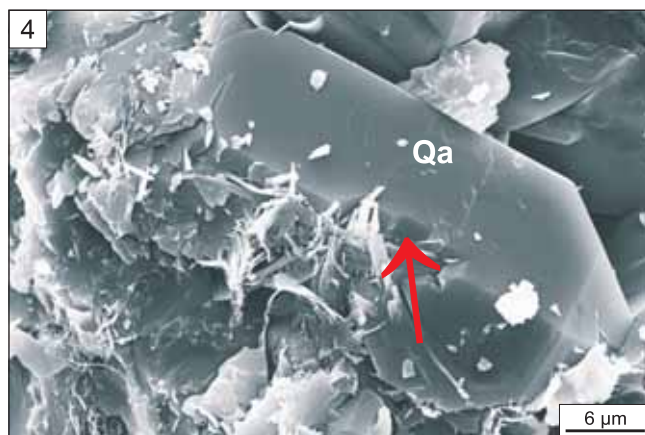
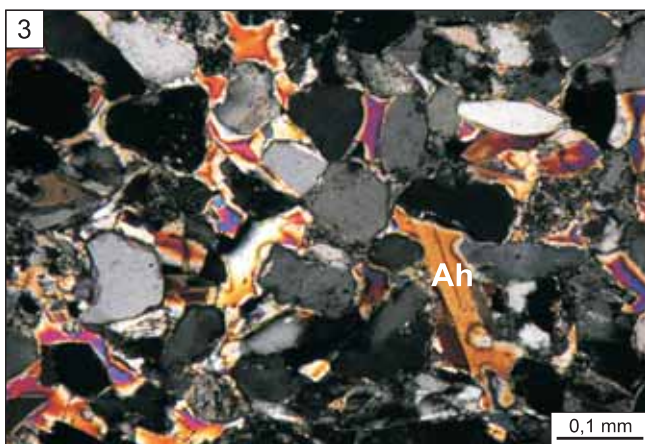
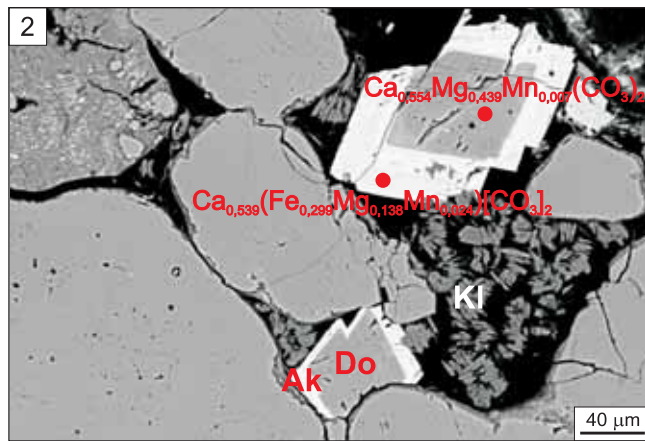
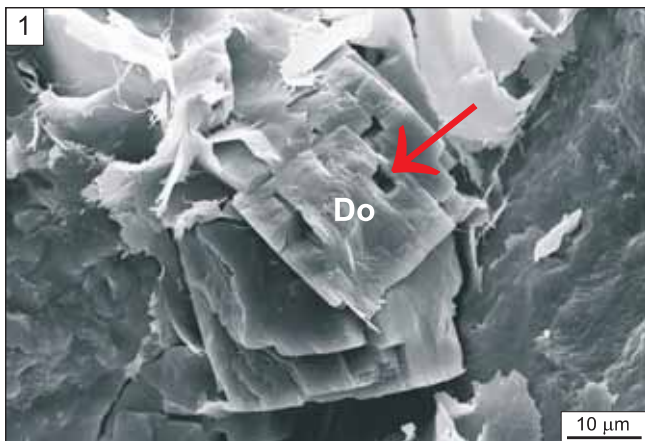
- Fig. 1. Cement kalcytowy (Ka) w piaskowcu jasnoszarym; widoczne romboedry dolomitu (Do); otwór wiertniczy Kargowa 2, głębokość 2435,2 m; obraz w PL, nikole skrzyżowane
Calcite cement (Ka) in light-grey sandstone; dolomite rhombohedrons are visible (Do); Kargowa 2 borehole, depth 2435.2 m; PL image, crossed nicols
- Fig. 2. Fragment piaskowca z figury 1; obraz w CL; kalcyt czysty nie wykazuje luminescencji, Mn-kalcyt wykazuje luminescencję w barwie żółtej i pomarańczowej, dolomit w barwie czerwonej
Fragment of the sandstone shown in Figure 1, CL image; pure calcite is non-luminescent, Mn-calcite displays yellow and orange luminescence, dolomite is red luminescent
- Fig. 3. Fragmenty piaskowca z figury 1 i 2; obrazy BEI; punkty 1, 2 i 5 – miejsca analiz chemicznych (tabela 1)
Fragments of the sandstone shown in Figures 1 and 2; BEI images; points 1, 2 and 5 – points of chemical analyses (Table 1)
- Fig. 4. Fragmenty piaskowca z figury 1 i 2; obrazy BEI; punkty 3 i 4 – miejsca analiz chemicznych (tabela 1)
Fragments of the sandstone shown in Figure 2; BEI images; points 3 and 4 – points of chemical analyses (Table 1)
- Fig. 5. Cement dolomitowy (Do) w piaskowcu czerwonym; otwór wiertniczy Sława IG 1, głębokość 2048,9 m; obraz PL, nikole skrzyżowane
Dolomite cement (Do) in the red sandstone; Sława IG 1 borehole, depth 2048.9 m, PL image, crossed nicols
- Fig. 6. Fragment piaskowca z figury 5; obraz CL; dolomit wykazuje luminescencję w barwach czerwonej i brunatnej
Fragment of the sandstone shown in Figure 4A, CL image; red and brown luminescent dolomite
- Fig. 7. Fragmenty piaskowca z figury 5 i 6; obrazy BEI; punkty 1,2 – miejsca analiz chemicznych (tabela 1)
Fragments of the sandstone shown in Figures 5 and 6; BEI images; points 1 and 2 – points of chemical analyses (Table 1)
- Fig. 8. Fragmenty piaskowca z figury 5 i 6, obrazy BEI; punkty 3–5 – miejsca analiz chemicznych (tabela 1)
Fragments of the sandstone shown in Figure 5 and 6, BEI images; points 3–5 – points of chemical analyses (Table 1)



Marta Kuberska, Aleksandra Kozłowska — Nowe dane o petrografii skał czerwonego spągowca z zachodniej części monokliny przedsudeckiej

TABLICA II

- Fig. 1. Romboedry dolomitu (Do) w przestrzeni porowej piaskowca; widoczne efekty częściowego rozpuszczania (strzałka); otwór wiertniczy Sława IG 1, głębokość 2115,6 m; obraz SEM
Dolomite rhombohedrons (Do) in the pore space of sandstone; the effects of partial dissolution of dolomite (arrow); Sława IG 1 borehole, depth 2115.6 m; SEM image
- Fig. 2. Romboedry dolomitu (Do) o budowie pasowej, w których części zewnętrzne są zbudowane z ankerytu (Ak); obok kaolinit (Kl); otwór wiertniczy Sieroszowice S-1, głębokość 732,7 m; obraz BEI
Dolomite rhombohedrons (Do) showing zonal structure, whose external parts have a composition of ankerite; kaolinite (Kl) nearby; Sieroszowice S-1 borehole, depth 732.7 m; BEI image
- Fig. 3. Cement anhydrytowy (Ah) w piaskowcu; otwór wiertniczy Sława IG 1, głębokość 2079,2 m; obraz PL, nikole skrzyżowane
Anhydrite cement (Ah) in sandstone; Sława IG 1 borehole, depth 2079.2 m; PL image, crossed nicols
- Fig. 4. Ślady rozpuszczania kwarcu autigenicznego (Qa, strzałka); otwór wiertniczy Kargowa 2, głębokość 357,8 m; obraz SEM
Traces of dissolution of authigenic quartz (Qa, arrow); Kargowa 2 borehole, depth 357.8 m; SEM image
- Fig. 5. Illit włóknisty (It) w przestrzeni porowej piaskowca; otwór wiertniczy Sława IG 1, głębokość 2079,2 m; obraz SEM
Fibrous illite (It) in the pore space of sandstone; Sława IG 1 borehole, depth 2079.2 m; SEM image
- Fig. 6. Kaolinit (Kl) w przestrzeni porowej piaskowca; otwór wiertniczy Sieroszowice S-1, głębokość 688,4 m; obraz PL, nikole skrzyżowane
Kaolinite (Kl) in the pore space of sandstone; Sieroszowice S-1 borehole, depth 688.4 m; PL image, crossed nicols
- Fig. 7. Ślady rozpuszczania skalenia potasowego (Sk, strzałka); otwór wiertniczy Kargowa 2, głębokość 357,8 m; obraz SEM
Traces of dissolution of potassium feldspar (Sk, arrow); Kargowa 2 borehole, depth 357.8 m; SEM image
- Fig. 8. Błaszka biotytu przeobrażona w chloryt (strzałka); otwór wiertniczy Sława IG 1, głębokość 2185,7 m, obraz PL; bez analizatora
Biotite flake altered into chlorite (arrow); Sława IG 1 borehole, depth 2185.7 m; PL image, without analyser



Marta Kuberska, Aleksandra Kozłowska — Nowe dane o petrografii skał czerwonego spągowca z zachodniej części monokliny przedsudeckiej

