

SPOIWA SKAŁ GÓRNEGO CZERWONEGO SPŁAWOWCA W ZACHODNIEJ CZĘŚCI NIZU POLSKIEGO W UJĘCIU KARTOGRAFICZNYM

MAPPING OF CEMENT TYPES IN THE UPPER ROTLIEGEND ROCKS FROM THE WESTERN POLISH LOWLANDS

ANNA MALISZEWSKA¹, MARTA KUBERSKA¹

Abstrakt. Wykonano badania petrograficzne skał czerwonego spławowca górnego z 76 otworów wiertniczych. W piaskowcach i zlepkach określono udział poszczególnych składników spoiw w celu rozpoznania ich roli w ograniczaniu właściwości zbiornikowych. Wyodrębniono tu pelitowo-aleurowe składniki allogeniczne, czyli matriks, oraz minerały autigeniczne – cementy. Wyliczono minimalne i maksymalne udziały poszczególnych rodzajów spoiw w skałach z badanych profili wiertniczych oraz przedstawiono ich lateralną zmienność. Zawartość matriksu w analizowanych osadach waha się w granicach od 0,0 do 47,5% obj. Najwyższy jego udział stwierdzono w skałach z rejonów Parzeczewa, Kluki i Siekierki na monoklinie przedsudeckiej oraz w strefie Bielica–Wysoka Kamieńska na Pomorzu Zachodnim. Cementy wapienne (0,0–49,6% obj.), reprezentowane przez kalcyt i dolomit, dominują na Pomorzu Zachodnim, podobnie jak cementy siarczanowe (0,0–29,5% obj.). Najwyższy udział cementu kwarcowego (20,7% obj.) stwierdzono na Pomorzu w skałach z otworu Słowiesko 1, natomiast w skałach z obszaru monokliny przedsudeckiej rzadko przekracza on 10% obj. Cementacja osadów wapieniami, siarczanami i kwarcem powodowała znaczne ograniczenie porowatości skał, jednak powszechna działalność diagenetycznego rozpuszczania przyczyniła się do zachowania ich zdolności filtracyjnych. Autigeniczne minerały ilaste w osadach Pomorza Zachodniego są reprezentowane głównie przez kaolinit i chloryty, a illit i minerały mieszanopakietowe illit/smektyt (I/S) występują pod powierzchnią. Diagenetyczny illit jest z kolei rozpowszechniony na obszarze monokliny przedsudeckiej, gdzie występuje obok chlorytów i minerałów I/S. Illit ten, obecny najczęściej w postaci włókien tworzących w przestrzeniach porowych mikrostruktury siatkowe, najsilniej ogranicza przepuszczalność osadów, często redukując ją całkowicie.

Słowa kluczowe: badania petrograficzne spoiw, górnego czerwonego spławowca, Polska zachodnia.

Abstract. Petrographic research was performed on Upper Rotliegend rocks from 76 boreholes. The contribution of individual components of cements and the sum of matrix was determined for sandstones and conglomerates to recognize their role in reservoir quality reduction. Allogenic pelitic-aleuritic components i.e. the matrix, and authigenic minerals i.e. the cements have been identified. The minimum and maximum contents of individual cement types were measured and their distribution is presented in maps. The matrix content in the deposits varies from 0.0 to 47.5% vol. The highest values were recorded in the Parzeczewo, Kluki and Siekierki environs of the Fore-Sudetic Monocline, and in the Bielica–Wysoka Kamieńska zone of Western Pomerania. Carbonate cements (0.0–49.6% vol.), represented by calcite and dolomite, and sulphate cements (0.0–29.5% vol.) are dominant in Western Pomerania. The highest content of quartz cement (20.7% vol.) is observed in Pomerania (Słowiesko 1 borehole). In the Fore-Sudetic Monocline region, it rarely exceeds 10% vol. Carbonate, sulphate and quartz cementation resulted in considerable reduction of the rocks porosity, however commonly operating diagenetic dissolution allowed them to keep their filtration ability. Authigenic clay minerals are represented in the rocks of Western Pomerania largely by kaolinite and chlorite. Illite and mixed-layers illite/smectite (I/S) minerals occur in minor proportions. Diagenetic illite, accompanied by chlorites and I/S minerals, is commonly observed in the Fore-Sudetic Monocline. This illite, represented mostly by fibres forming meshwork microstructures in the pore space, was the strongest reducing factor of permeability, often destroying it completely.

Key words: petrographical investigation of cements, Upper Rotliegend, Western Poland.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny, Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; anna.maliszewska@pgi.gov.pl; marta.kuberska@pgi.gov.pl

WST P

W badaniach petrograficznych osadów górnego czerwonego spgowca opierano się na podziale stratygraficznym dolnego permu opracowanym przez Pokorskiego (1981, 1997) oraz na wynikach analiz sedymentologicznych licznych profili wiertniczych czerwonego spgowca wykonanych przez Kiersnowskiego (1997a, b, 1998). Wymienieni autorzy stwierdzili tu utwory kilku systemów depozycyjnych: fluwialnego, eolicznego, plał i płytkiego morza. Sone reprezentowane głównie przez drobno- i rednioziarniste piaskowce, miejscami przez drobno- i redniookruchowe zlepice, czsto przez mułowce i iłowce. Wród piaskowców odmiany sublityczne na ogół dominują nad kwarcowymi i subarkozowymi. Wród zlepiców odmiany wulkanoklastyczne przeważają nad złożonymi z okruchów skał osadowych, z wyjątkiem brzołnej czci zbiornika czerwonego spgowca, gdzie litoklasty osadowe przeważają nad innymi.

Litofacje i mikrolitofacje osadów górnego czerwonego spgowca oraz skład mineralny ich materiału detrytycznego i spoiw, a także właściwości zbiornikowe były wielokrotnie przedmiotem badań petrograficznych i petrofizycznych prowadzonych przez pracowników Państwowego Instytutu Geologicznego, Polskiego Górnictwa Naftowego i ośrodków akademickich (m.in. Rochewicz, 1980; Bojarska i in., 1981; Protas, 1990; Maliszewska, Kuberska, 1996; Buniak, Mikołajewski, 1997; Gregosiewicz, Protas, 1997; Maliszewska, 1997a, b; Darłak i in., 1998; Maliszewska i in., 1998; Jar-

mołowicz-Szulc, 1999; Kuberska 1999a, b, 2001, 2004; Muszyński, 1999; Such i in., 2000; Michalik, 2001).

Przedmiotem niniejszego artykułu są składniki spoiw stwierdzone w osadach czerwonego spgowca. Wyróżniono wśród nich dwie główne grupy:

– pelitowo-aleurytowe składniki allogeniczne, stanowiące w piaskowcach i zlepicach oraz masach podstawowych mułowców i iłowców; w piaskowcach i zlepicach sone określone nazwą „matriks”;

– autigeniczne składniki pochodzenia ortochemicznego, nazywane „cementami”.

Udział poszczególnych składników spoiw wyliczono na podstawie wyników analiz planimetrycznych piaskowców i zlepiców górnego czerwonego spgowca z 76 otworów wiertniczych. Określono minimalny, redni i maksymalny zawartość badanych składników w 1232 próbkach. Na mapkach przedstawiono rozmieszczenie składników spoiw badanych osadów na obszarze zachodniej czci Ni u Polskiego na podstawie wyliczonych wartości „rednich”. Szkic rozmieszczenia cementów ilastych wykonano na podstawie obserwacji szacunkowych.

Opracowanie komputerowe mapek wykonali L. Skowroński i M. Piotrowska.

Autorki dziękują Panu mgr Hubertowi Kiersnowskiemu za udostępnienie mapy występowania osadów górnego czerwonego spgowca w Polsce.

GŁÓWNE SKŁADNIKI SPOIW

MATRIKS

Pojęcie „matriks” odnosi się do bardzo drobnych czstek materiału ilastego i pyłu o rednicy ziarna nieprzekraczającej 0,06 mm (Pettijohn i in., 1972). Stanowią je łuseczki minerałów ilastych, w których dominuje zwykle illit, a pod rzadnie występują chloryt i kaolinit, niekiedy minerały mieszanopakietowe illit/smektyt. Matriks może zawierać pewien udział ilastych minerałów autigenicznych, lecz stwierdzenie go jest możliwe tylko w mikroskopie elektronowym. Powszechnym składnikiem matriksu jest pył kwarcowy, niekiedy obecne są także drobne ziarna skaleni i blaszki łuszczyków. Matriks w osadach czerwonego spgowca zawiera na ogół brunatny pigment związków żelaza: są to zwykle wodorotlenki żelaza i hematyt.

Znaczący udział matriksu w skałach wpływa na ich cechy zbiornikowe, przyczyniając się do redukcji porowatości i ograniczenia zdolności filtracyjnych. Piaskowce silnie ilaste z reguły są nieporowate i nieprzepuszczalne.

Zawartość matriksu w analizowanych osadach waha się w granicach od 0,0 do 47,5% obj. Największy jego udział stwierdzono w skałach z otworów (fig. 1) Parczewo 1 (r. 37,2% obj.), Niechlów 1 (r. 23,0% obj.) i Klauka 14 (r.

22,5% obj.), położonych między Zieloną Górą a Koninem, w skałach z otworu Siekierki Wielkie 1 koło Poznania (r. 24,8% obj.), a także w skałach z otworów Bielica 2 i Wysoka Kamieńska 2 na Pomorzu Zachodnim (r. 29,0 i 22,1% obj.). W skałach z pozostałych otworów wiertniczych redni udział matriksu wynosi zwykle kilkanaście procent objętościowych lub nawet spada do kilku procent (np. Komorze 1, 2, Września IG 1, strefy: Objezierze IG 1 – Młynek 1, Zabartowo 2 – Wilcze IG 1, Międzydroje 5 – Daszewo 2, Szubin IG 1 – Bydgoszcz IG 1 – Unisław 4). Podwyższone zawartości matriksu w spoiwach opisanych skał są zazwyczaj związane z utworami systemu depozycyjnego plał. W utworach fluwialnych i eolicznych mogone stanowi efekt dopływu materiału z niszczenia tufów popiołowych dolnego czerwonego spgowca.

CEMENTY W GLANOWE

Udział minerałów w glanowych w osadach górnego czerwonego spgowca wykazuje duże zróżnicowanie, waha się w granicach 0,0–49,6% obj., przy czym najwyższe wartości występują w zlepicach i piaskowcach grubo uziarnionych.

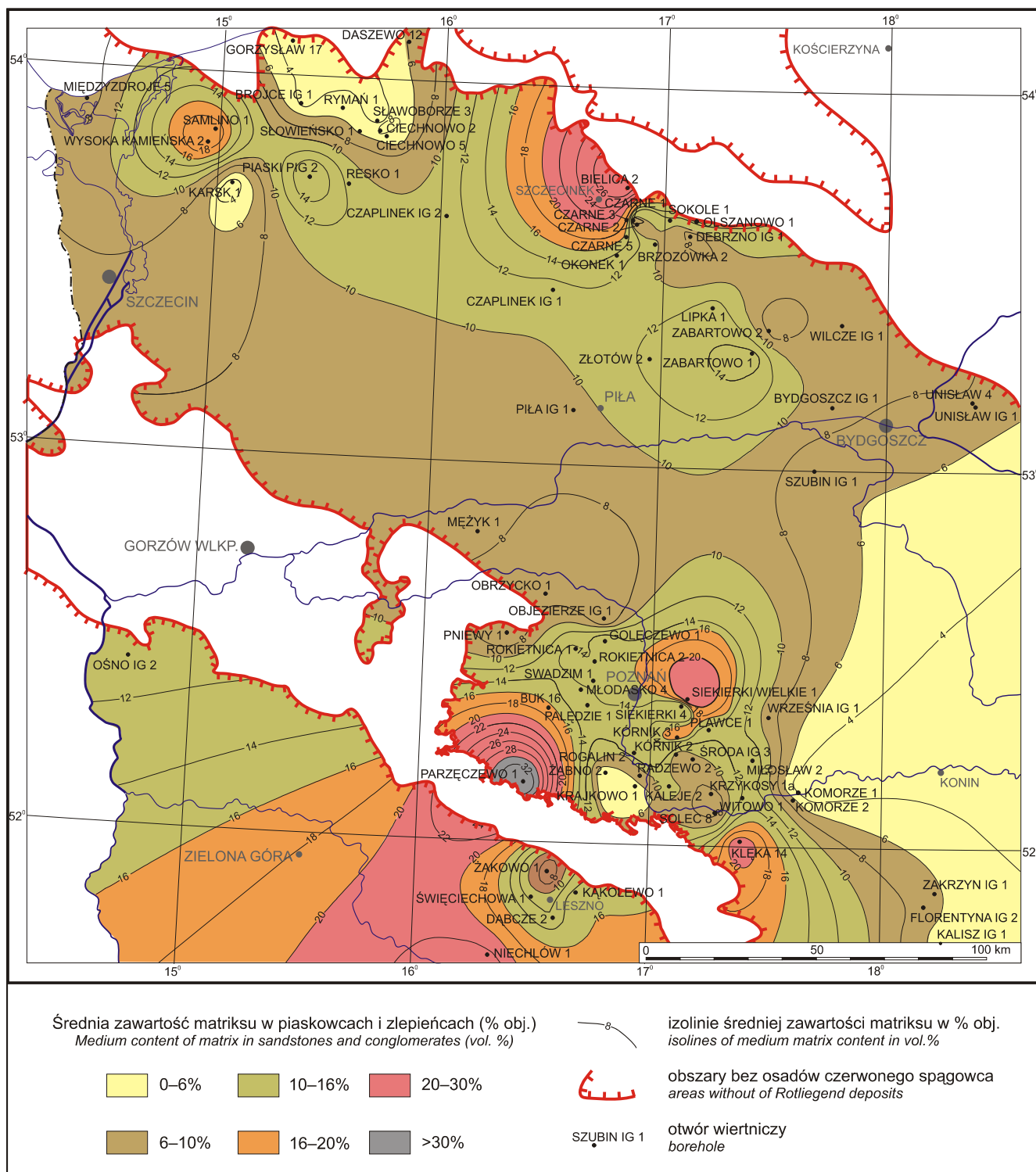


Fig. 1. Mapa rozmieszczenia matriksu

Map of matrix distribution

Spoiwo w glanowe ma najcz ęściej charakter porowy, miejscami podstawowy, najrzadziej wyst ępuje w postaci obwóddek krystalizacyjnych. Najcz ęściej jest ono reprezentowane przez kalcyt, wyst ępuje w postaci osobników sub- lub anhedralnych. Kryształy własnopostaciowe wyst ępują rzadziej i były obserwowane głównie w mikroskopie elektronowym.

Jak wykazała analiza katodoluminescencyjna (CL) w glanów wsparta analiz ą mikrosondow ą, wyst ępuje tu co najmniej trzy odmiany kalcytu: kalcyt tzw. czysty, nieluminescencyjny wskutek braku aktywatorów, Mn/Fe-kalcyt o luminescencji w barwach pomara czowych oraz Mn-kalcyt wiec ęściej ółto-pomara czowo (fig. 2A, B). Kalcyt „czysty”

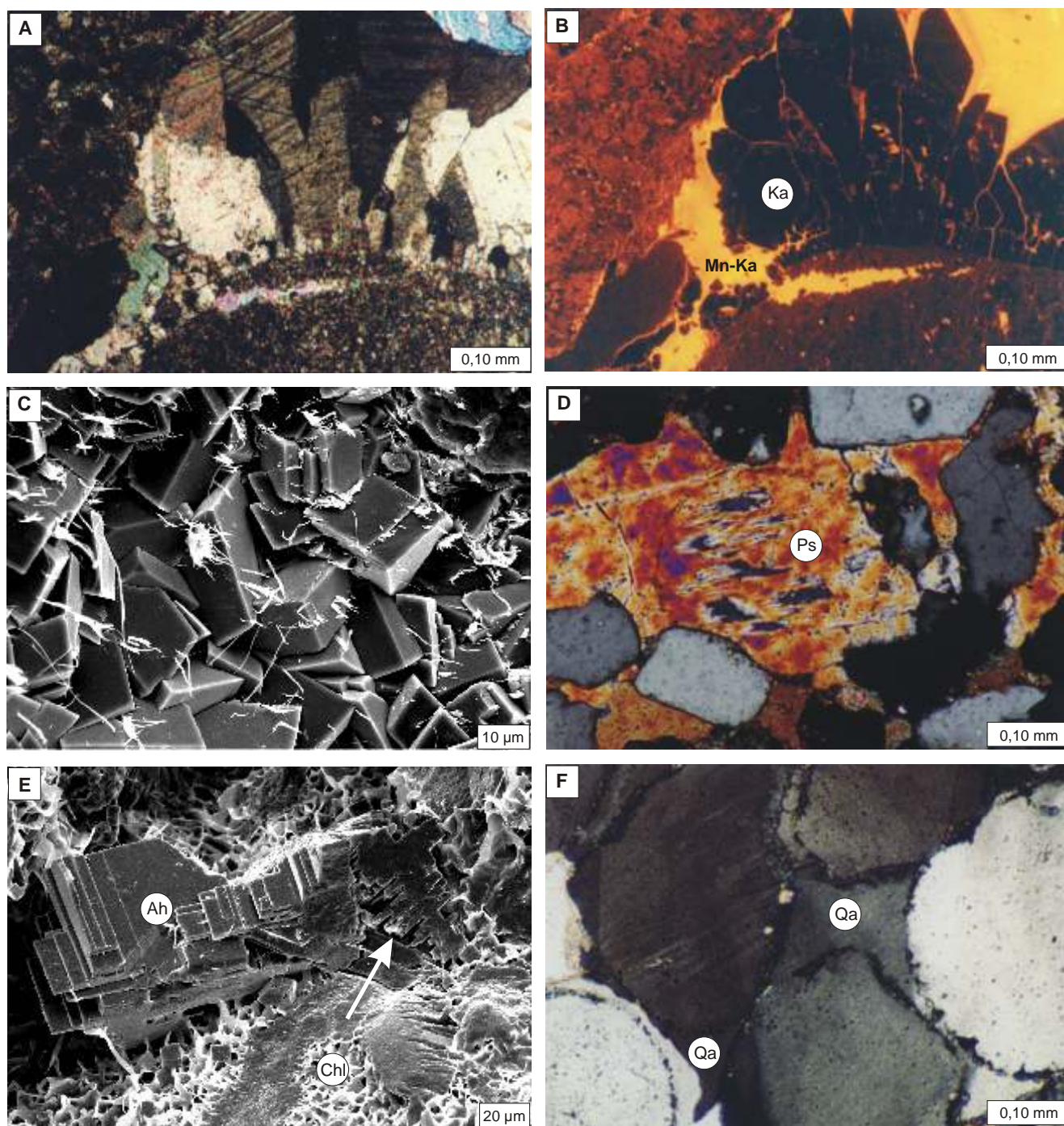


Fig. 2. A. Cement kalcytowy w zlepiecu; otwór Zabartowo 1, gł. b. 4253,1 m; nikole skrzyżowane
 B. Obraz w CL fragmentu zlepieca z figury A; Ka – czysty kalcyt, Mn-Ka – Mn-kalcyt
 C. Romboedry dolomitu i włókna illitu w piaskowcu; obraz w SEM; otwór Kórnik 2, gł. b. 3600,6 m
 D. Piaskowiec z cementem anhydrytowym; widoczna anhydrytowa pseudomorfoza (Ps) po ziarnie skalenia; otwór Debrzno IG 1, gł. b. 4160,0 m; nikole skrzyżowane
 E. Tabliczki anhydrytu (Ah) współwystępujące z agregatami chlorytu (Chl) w piaskowcu; widoczne ślady rozpuszczania anhydrytu (strzałka); obraz w SEM; otwór Radzewo 2, gł. b. 3203,4 m
 F. Autigeniczny kwarc (Qa) w piaskowcu; otwór Szubin IG 1, gł. b. 4743,5 m; nikole skrzyżowane

A. Calcite cement in conglomerate; Zabartowo 1 borehole, depth 4253.1 m; crossed nicols
 B. CL image of a fragment of the conglomerate shown in Figure A; Ka – pure calcite, Mn-Ka – Mn calcite
 C. Dolomite rhombohedrons and fibres of illite in sandstone; SEM image; Kórnik 2 borehole, depth 3600.6 m
 D. Sandstone with anhydrite cement; anhydrite pseudomorph (Ps) after feldspar grain is visible; Debrzno IG 1 borehole, depth 4160.0 m; crossed nicols
 E. Anhydrite (Ah) plates co-occurring with chlorite (Chl) aggregates in sandstone; traces of anhydrite dissolution are visible (arrow); SEM image; Radzewo 2 borehole, depth 3203.4 m
 F. Authigenic quartz (Qa) in sandstone; Szubin IG 1 borehole, depth 4743.5 m; crossed nicols

jest przypuszczalnie najstarszy, a odmian najmłodszy jest Mn-kalcyt. Stwierdzono, że mangan w osobnikach kalcytu jest rozmieszczony w sposób homogeniczny. Mn-kalcyt często zastępuje ziarna detrytyczne (szczególnie skalenie), tworzy cząstki ciowe lub całkowite pseudomorfozy.

Do cząstki stym składnikiem cementów w glaukowych jest dolomit, tworzący najczęściej kryształy o zarysach romboedrycznych (fig. 2C). Stwierdzono tu dolomit bez zawartości manganu i celaza oraz Fe/Mn- lub Mn/Fe-dolomit. W katodoluminescencji dolomit wykazuje wiecienie w barwach czerwonych lub czerwono-brunatnych. Dolomit zawierający wiecienie manganu nie celaza wiecieńca.

Romboedry dolomitu często wykazują budowę pasów. Badania w mikrosondzie elektronowej wykazały, że przykrawdziowe cząstki romboedrowe są wtedy bogatsze w celazo w porównaniu do centrum kryształów. Niekiedy nawet wykazują one skład chemiczny ankerytu. Sam ankeryt, jako osobny składnik spoiwa, występuje niezwykle rzadko i tylko w postaci bardzo drobnych kryształów. Minerale ten nie wykazuje wiecienia w CL.

Wiskość cementów w glaukowych badanych w skaningowym mikroskopie elektronowym wykazuje obecność drobnych porów i wyłobień, stanowiących efekty rozpuszczania diagenetycznego. Zawartość wymienionych cementów w osadach jest najwyższa na Pomorzu Zachodnim w otworach Ryma 1 (r. 23,0% obj.) i Wilcze IG 1 (r. 19,8% obj.) (fig. 3). Na obszarze monokliny przedśudeckiej najwyższe średnie udziały w glaukach stwierdzono w otworach Rakowo 1 (21,6% obj.) i Ono IG 2 (17,3% obj.).

CEMENTY SIARCZANOWE

W badanych osadach siarczany tworzą spoiwo porowe, rzadziej podstawowe i poikiloklastyczne. Są one reprezentowane głównie przez anhydryt (fig. 2D), znacznie rzadziej notuje się baryt, a tylko wyjątkowo gips i celestyn. Anhydryt najpospolitszy jest w utworach plał, gdzie często tworzy nodularne skupienia.

Siarczany występują w postaci tabliczek lub wydłużonych listewek, miejscami tworzących wachlarzowe agregaty. Anhydryt badany w CL bardzo nie wykazuje wiecienia, bardzo wykazuje luminescencję w barwach ciemnozielonych. Niektóre tabliczki anhydrytu badane w mikrosondzie elektronowej wykazały obecność domieszki strontu. Cementacja osadów siarczanami była często połączona z infiltracją roztworów porowych w głąb ziarna detrytycznych, co w efekcie powodowało cząstki zastępienie ziarna skaleni lub litoklastów przez anhydryt. Z kolei badania anhydrytu w mikroskopie elektronowym wykazały obecność licznych ładów trawienia i rozpuszczania diagenetycznego (fig. 2E).

Wyniki analiz planimetrycznych wykazały, że cementy siarczane w badanych osadach występują w ilości od zera do 29,5% obj., jednak udział ich jest zwykle mniejszy od 10%, a nawet od 5% (fig. 4). Najwyższe wartości „rednic” stwierdzono w otworach Okonek 1 (12,0%) i Czarne 5 (10,9%) na Pomorzu Zachodnim.

CEMENT KWARCOWY

Cement kwarcowy reprezentowany jest przez kwarc autigeniczny, tworzący syntaksjalne obwódki regeneracyjne na ziarnach kwarcu lub spoiwo o charakterze porowym (fig. 2F). Miejscami występują również bardzo drobne, euhedralne słupki, izolowane w przestrzeni porowej lub narastające na ziarnach kwarcu prostopadle do ich powierzchni. Bywają one cząstki rozpuszczone (fig. 5A). Kwarc autigeniczny wykazuje luminescencję w barwach brunatnych lub bywa nieluminescencyjny. Różnice wiecienia są bardzo pomocne w rozpoznaniu poszczególnych generacji cementów. W analizach planimetrycznych do cementów kwarcowych zaliczono również chalcedon, tworzący miejscami bardzo drobne, kuliste lub wachlarzowe skupienia.

W badanych skałach udział kwarcu autigenicznego jest cząstki, lecz na ogół znikomy pod względem ilościowym (0,0–20,7% obj.). Najwyższy cementu kwarcowego stwierdzono w rejonie Ciechnowa (otw. Sławoborze 3 – średnia 10,2% obj.), w otworze Zabartowo 2 (r. 6,7% obj.) i w strefie Rokietnica 1 – Golczewo 1 (r. 5,1% obj.) – figura 6.

CEMENTY ILASTE

Odróżnienie autigenicznych minerałów ilastych od składników allogenicznych jest bardzo trudne i możliwe głównie w elektronowym mikroskopie skaningowym. Zatem ilość ocena ich zawartości może być tylko szacunkowa, z uwagi na niedostateczną liczbę próbek typowanych do tak szczegółowych i kosztownych badań.

Autigeniczne minerały ilaste obecne w osadach czerwonego sp gowca pochodzą zwykle z rozkładu skaleni oraz z przeobrażenia szkliska wulkanicznego i smektytów w wietrzających okruchach skał wulkanicznych. W osadach z obszaru Kujaw i wschodniej części Pomorza Zachodniego, do ubogich w litoklasty wulkaniczne, występują głównie kaolinit oraz Mg/Fe i Fe/Mg chloryty. Kaolinit występuje w postaci pseudoheksagonalnych płytek, tworzących agregaty robakowate (fig. 5B), bardzo w postaci drobnych tabliczek, określanych jako „kaolinit blokowy”. W piaskowcach z otworu Wilcze IG 1 obok kaolinitu stwierdzono dickit (Kuberska, 2004). Błaszki chlorytów tworzą często obwódki na ziarnach detrytycznych (fig. 5C, D), cząstki chroniące je przed kompaktacją mechaniczną (Rochewicz, 1980). Błaszki chlorytowe tworzą także struktury typu plastra miodu oraz agregaty rozetowe lub wachlarzowe. Illit i minerały mieszanopakietowe illit/smektyt występują pod powierzchnią.

Illit występuje zwykle w postaci drobnych łuseczek (fig. 5E), często wchodzących w skład ilasto-elastycznych obwódek na ziarnach detrytycznych. Łuseczki bywają ułożone stycznie do powierzchni ziarna lub prostopadle – wtedy zarastają znaczną część przestrzeni międzyziarnowych. Diagenetyczny illit często bywa wykształcony w postaci cienkich włókien, tworzących mostki między ziarnami oraz mikrostruktury siatkowe (fig. 5F). Skały o cementach illitowych najczęściej wykazują przepuszczalność niską lub zerową.

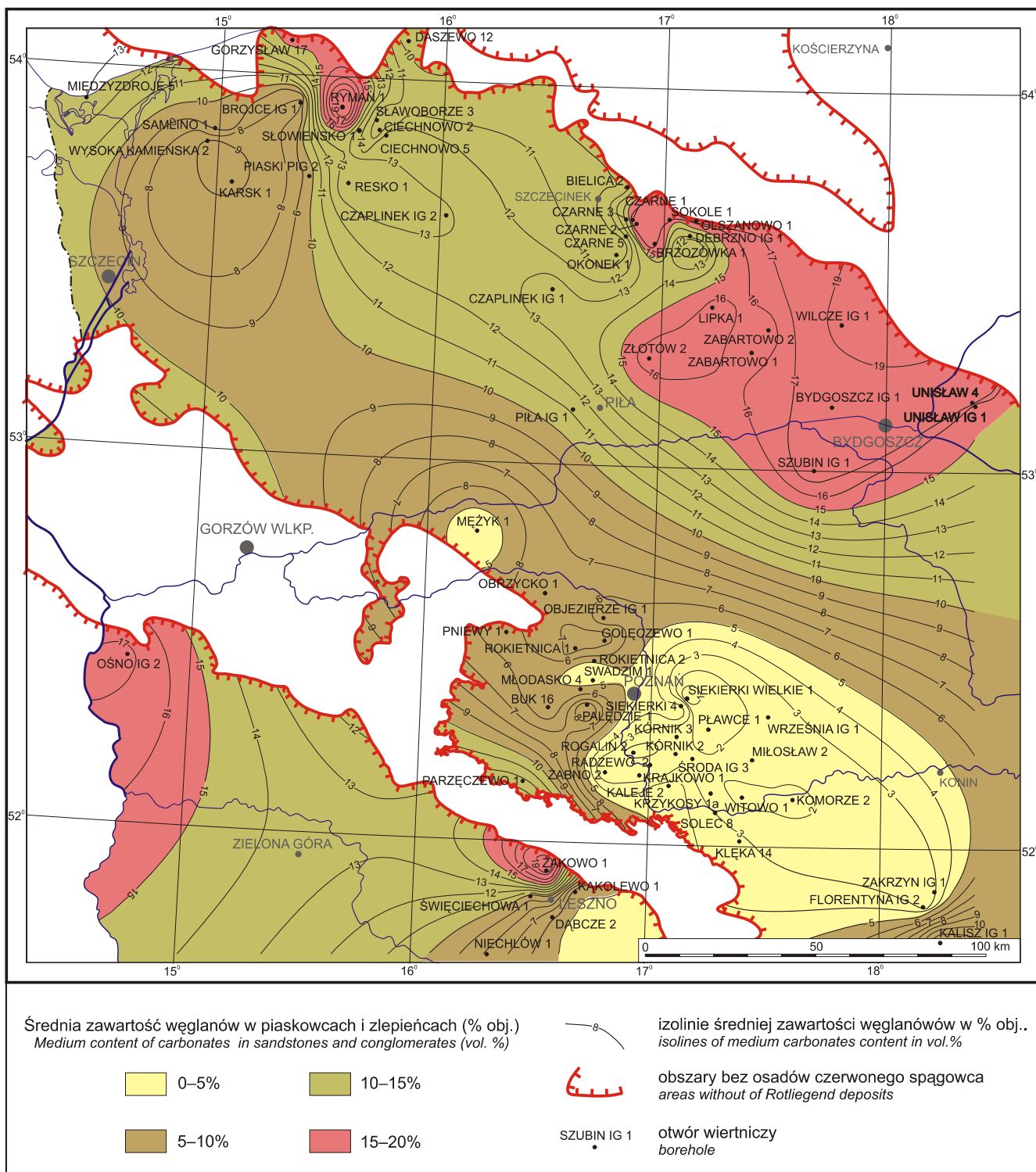


Fig. 3. Mapa rozmieszczenia cementów w glauconach

Map of carbonate cements distribution

Badania wieku krystalizacji illitu diagenetycznego metod K-Ar wykazały, że tworzył on się głównie w jurze rodkowej, a także w późnej jurze i we wczesnej kredzie (Maliszewska, 1997b). W osadach czerwonego spagowca monokliny przedsudeckiej illit jest najpospolitszym ilastym minerałem diagenetycznym. Obok niego występują chloryty, natomiast autigeniczny kaolinit pojawia się sporadycznie.

Niewielki udział mają również minerały mieszanopakietowe illit/smektyt o zawartości illitu około 90%.

Na figurze 7 zaznaczono obszar, na którym występują głównie kaolinit i chloryty, dominując nad illitem i minerałami I/S, oraz obszar o przewadze illitu. Granic dzielące oba obszary określono jako hipotetyczną.

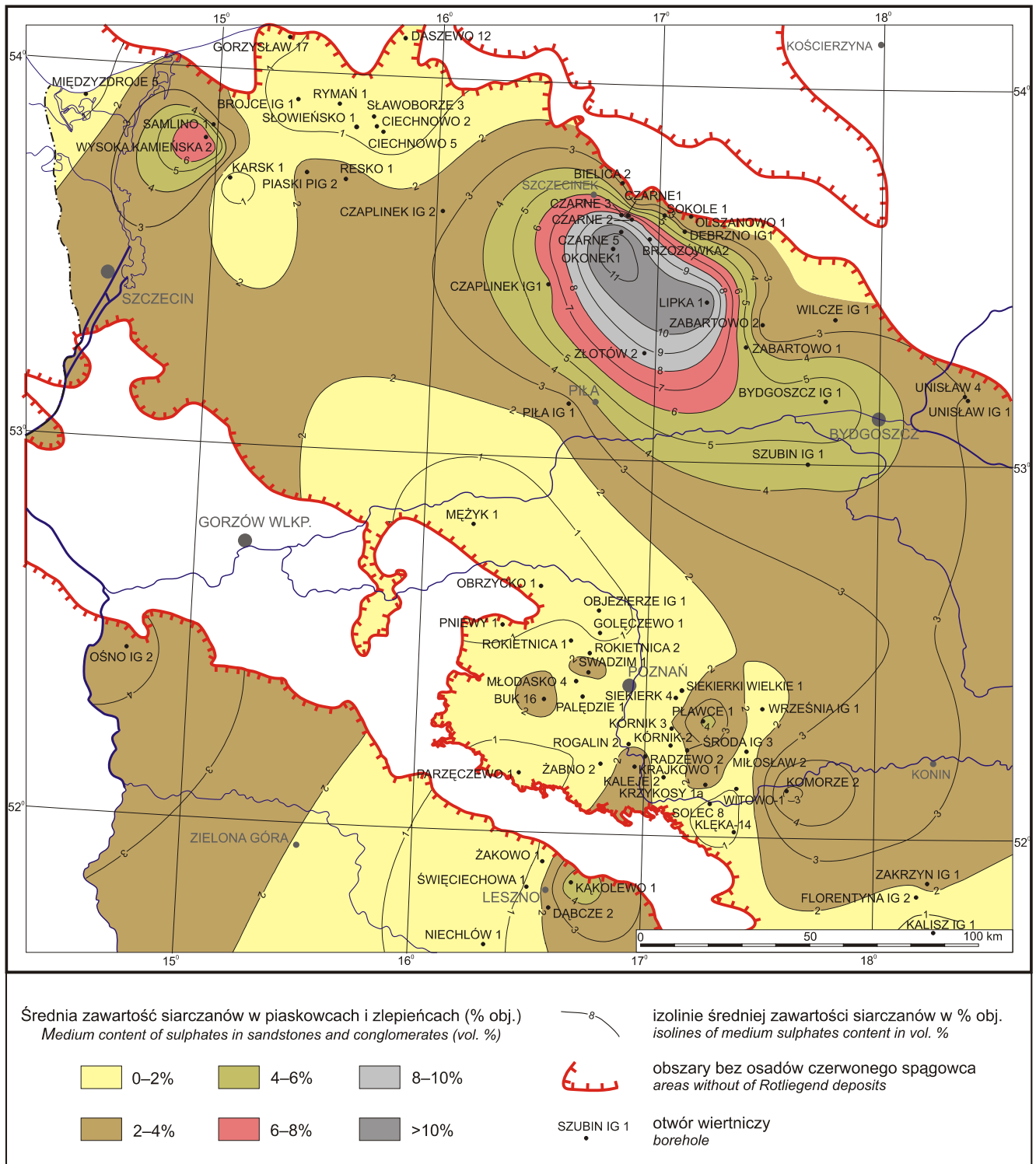


Fig. 4. Mapa rozmieszczenia cementów siarczanowych

Map of sulphate cement distribution

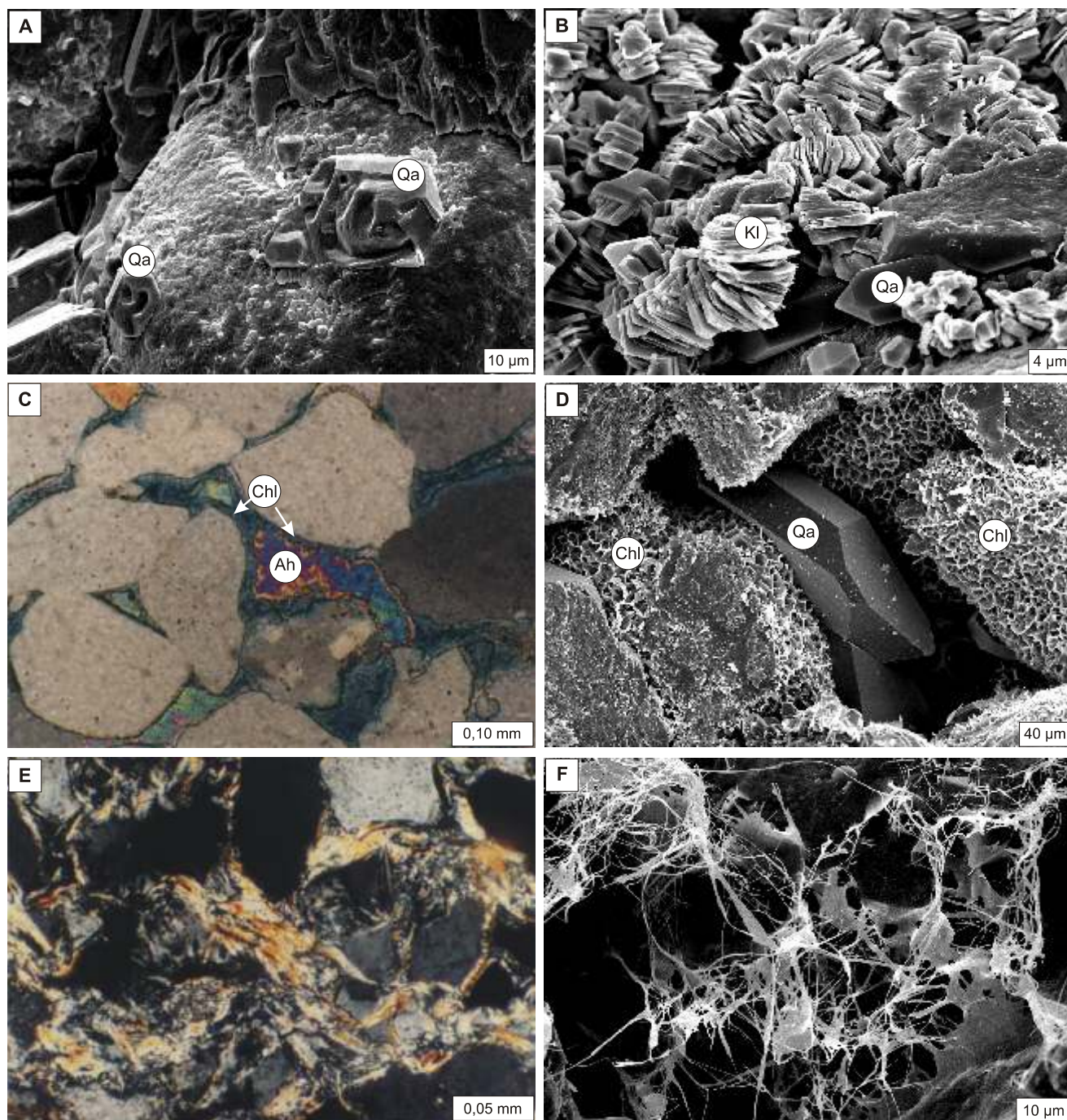


Fig. 5. A. Cz ęciowo rozpuszczone słupki kwarcu autigenicznego (Qa) w piaskowcu; obraz w SEM; otwór Ksi ę Wlkp. 1, gł b. 2941,1 m
 B. Robakowate agregaty kaolinitu (Kl) i słupki autigenicznego kwarcu (Qa) w piaskowcu; obraz w SEM; otwór Brzozówka 2, gł b. 3930,2 m
 C. Ziarna kwarcu z obwódkami chlorytu (Chl) w piaskowcu; Ah – anhydryt; otwór Bydgoszcz IG 1, gł b. 4253,7 m; nikole skrzy owane
 D. Agregaty chlorytu (Chl) na ziarnach detrytycznych w piaskowcu; Qa – słupek kwarcu autigenicznego; obraz w SEM; otwór Unisław IG 1, gł b. 4580,5 m
 E. Łuseczki illitu w spoiwie piaskowca; otwór Wrze nia IG 1, gł b. 4552,5 m; nikole skrzy owane
 F. Włóknisty illit w przestrzeni porowej piaskowca; Obraz w SEM; otwór Objezierze IG 1, gł b. 4221,6 m

- A. Partly dissolved prisms of authigenic quartz (Qa) in sandstone; SEM image; Ksi ę Wlkp. 1 borehole, depth 2941.1 m
 B. Vermiform aggregates of kaolinite (Kl) and prisms of authigenic quartz (Qa) in sandstone; SEM image; Brzozówka 2 borehole, depth 3930.2 m
 C. Quartz grains with chlorite (Chl) rims in sandstone; Ah – anhydrite; Bydgoszcz IG 1 borehole, depth 4253.7 m; crossed nicols
 D. Chlorite (Chl) aggregates on detrital grains in sandstone; Qa – prism of authigenic quartz; SEM image; Unisław IG 1 borehole, depth 4580.5 m
 E. Illite flakes in sandstone matrix; Wrze nia IG 1 borehole, depth 4552.5 m; crossed nicols
 F. Fibrous illite in pore space of sandstone; SEM image; Objezierze IG 1 borehole, depth 4221.6 m

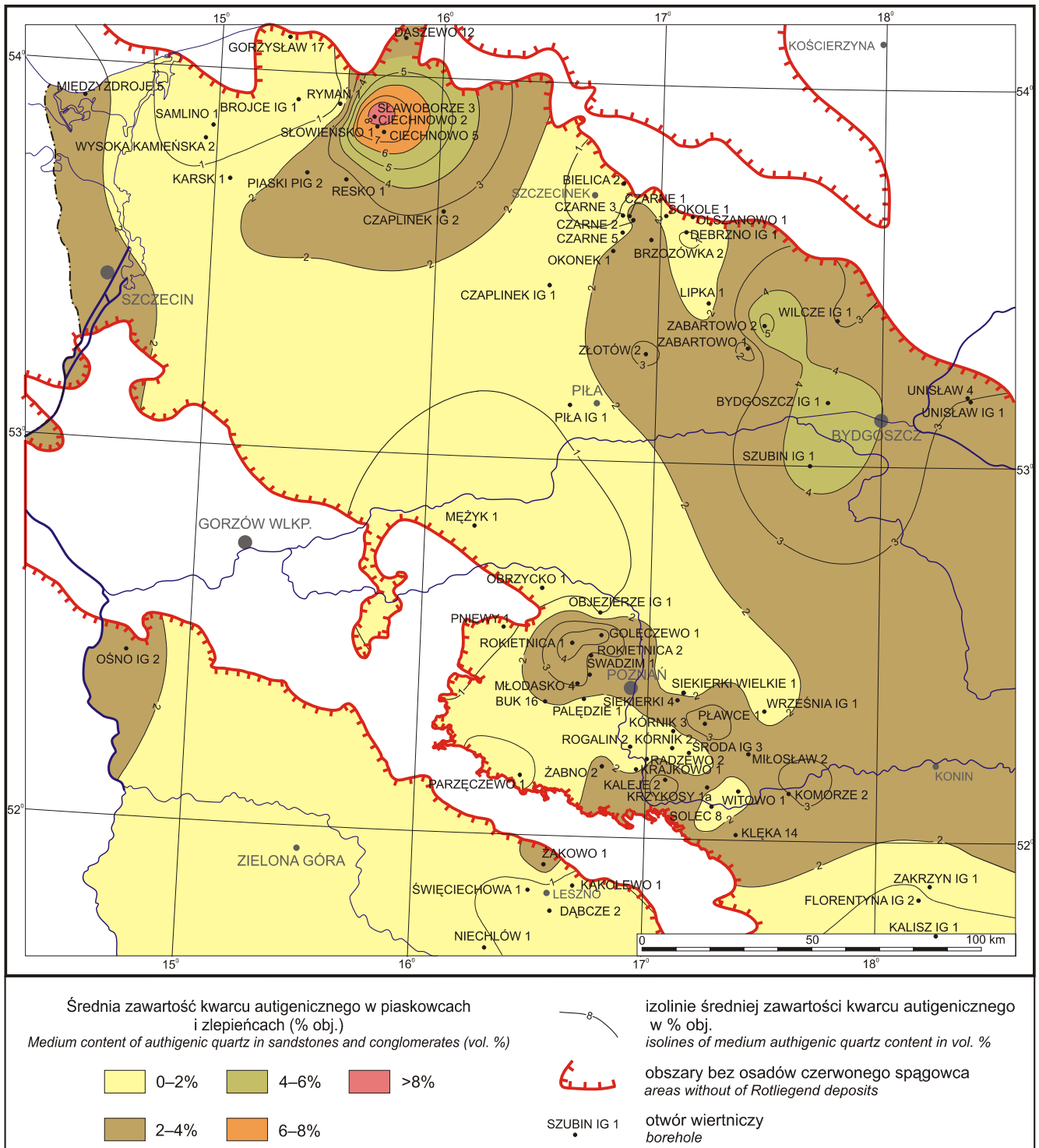


Fig. 6. Mapa rozmieszczenia cementu kwarcowego

Map of quartz cements distribution

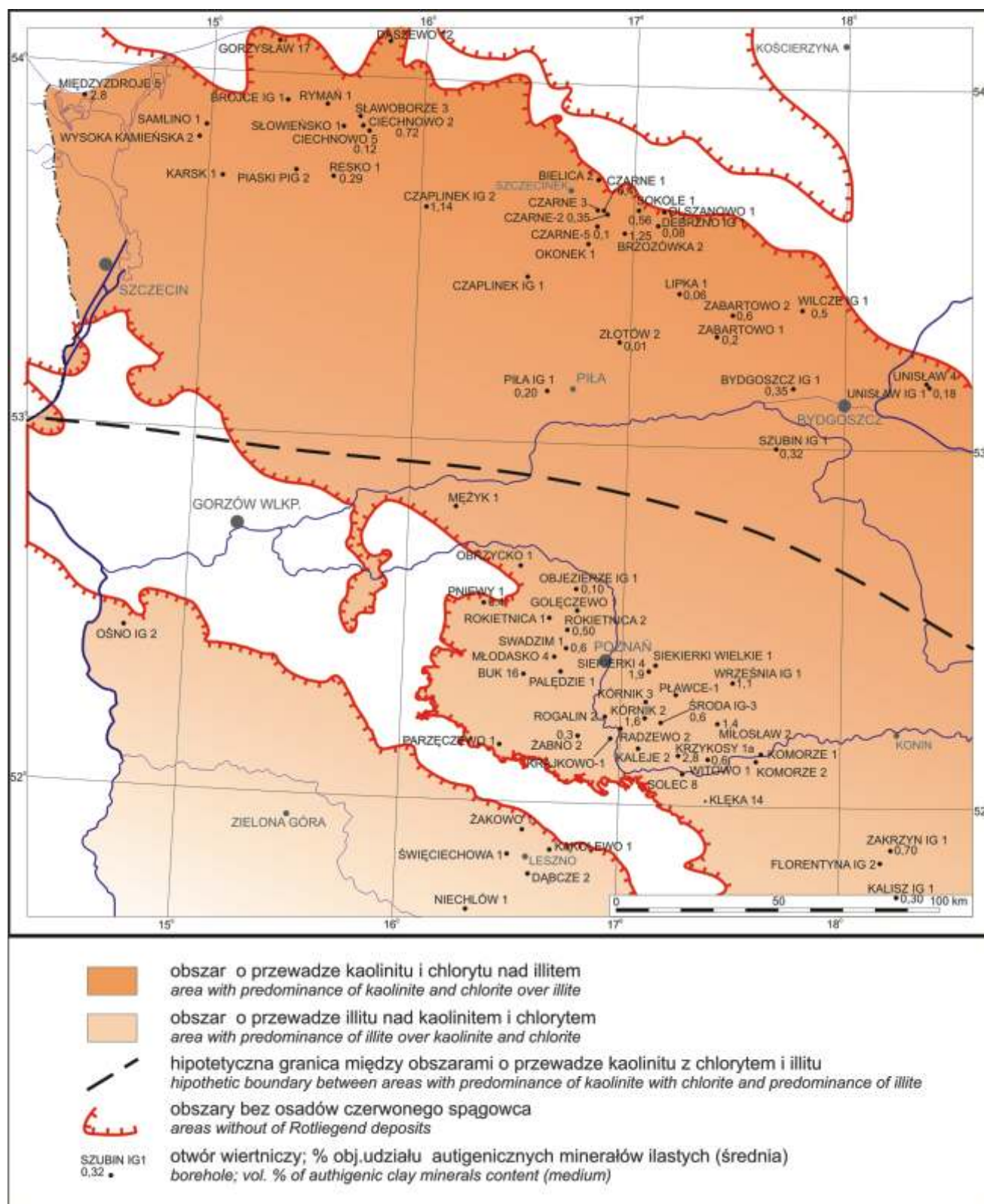


Fig. 7. Mapa rozmieszczenia autogenicznych minerałów ilastych w piaskowcach i w zlepiecach

Map of authigenic clay minerals distribution in sandstones and conglomerates

WNIOSKI

Prezentowane mapy rozmieszczenia poszczególnych składników spoiwa osadów czerwonego sp gowca w zachodniej części Ni u Polskiego pozwalają zorientować się, jak przebiegają strefy o podwyższonej zawartości matriksu, w glaukonitach, siarczaniach i kwarcu autigenicznym. Wyniki analiz planimetrycznych skał wykazują jednak, że często wielkość wyliczonej „redniej” zawartości różni się zasadniczo od rzeczywistej. Należy również zwrócić uwagę na to, że minimalna zawartość niektórych spoiw jest bliska zera. Wyniki przeprowadzonych analiz petrofizycznych (nie ujętych w niniejszym artykule) tak nie wiadczy o znacznym zróżnicowaniu porowatości i przepuszczalności osadów (Darlak i in., 1998; Maliszewska i in., 1998).

Utwory górnego czerwonego sp gowca były poddane różnorodnym procesom posedymentacyjnym, z których zwykle wymienia się dwa najważniejsze – kompaktację i cementację.

Na obszarze Pomorza Zachodniego cementacja miała wielkie znaczenie dla ograniczenia porowatości osadów – kompaktacja (Kuberska, 2004), szczególnie w strefach, gdzie obserwujemy znaczny udział cementów w glaukonitach i/lub siarczaniach (fig. 3, 4). Na podstawie badań Biernackiej i in. (2006) stwierdzono, że na monoklinie przed-sudeckiej porowatość pierwotna została zmniejszona głównie w wyniku kompaktacji. Z kolei często nie docenia się znaczenia porowatości wtórnej, tworzonej głównie wskutek rozpuszczania diagenetycznego. W niektórych warstwach piaskowców (np. z otworu Karski 1) cement w glaukonitach został w dużej części rozpuszczony. Wydaje się, że obraz rzeczywistego scementowania osadów czerwonego sp gowca byłby pełniejszy po przeprowadzeniu bilansu udziału składników spoiw, z uwzględnieniem ich ubytku wskutek rozpuszczania.

LITERATURA

- BIERNACKA J., LE NIAK G., BUNIAK A., 2006 – Wpływ kompaktacji i cementacji na właściwości zbiornikowe piaskowców eolicznych czerwonego sp gowca z obszaru monokliny przed-sudeckiej. *Pr. Inst. Nafty i Gazu*, **134**.
- BOJARSKA J., GŁOWACKI E., KRÓL., 1981 – Lithological facies development and collector properties of Rotliegendes rocks in the Poznań depression. Proc. Intern. Symp. Central European Permian, Jabłonna 1978: 602–616. Warszawa.
- BUNIAK A., MIKOŁAJEWSKI Z., 1997 – Rodowiska depozycyjne, petrografia i diageniza osadów czerwonego sp gowca w rejonie Poznania. *Geologos*, **2**: 201–214.
- DARŁAK B., KOWALSKA-WŁODARCZYK M., KOBYŁECKA A., LE NIAK G., SUCH P., 1998 – Przegląd wyników badań właściwości zbiornikowych i filtracyjnych wybranych skał zbiornikowych basenów młodopaleozoicznych Ni u Polskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **165**: 147–155.
- GREGOSIEWICZ Z., PROTAS A., 1997 – Facje, diageniza a właściwości zbiornikowe piaskowców czerwonego sp gowca rejonu złoża Radlin. *Nafta-Gaz*, **57**: 375–387.
- JARMOŁOWICZ-SZULC K., 1999 – Izotopowo-inkluzyjne badania spoiw diagenetycznych w obrębie złoża Paproć–Cicha Góra. *Prz. Geol.*, **47**, 5: 476–477.
- KIERSNOWSKI H., 1997a – Upper Permian eolian complex in Poland. Proc. of the XIII Intern. Congr. on the Carboniferous and Permian. Part. 3. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **157**: 107–110.
- KIERSNOWSKI H., 1997b – Depositional development of the Polish Upper Rotliegend Basin and evolution of its sediment source areas. *Kwart. Geol.*, **41**, 4: 433–456.
- KIERSNOWSKI H., 1998 – Architektura depozycyjna basenu czerwonego sp gowca w Polsce. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **165**: 113–128.
- KUBERSKA M., 1999a – Główne procesy diagenetyczne w osadach czerwonego sp gowca rejonu Budziszewic–Szczecinka oraz ich wpływ na właściwości petrofizyczne. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **55**, 7: 38–39.
- KUBERSKA M., 1999b – Spoiwa w glaukonitowe skały klastycznych czerwonego sp gowca w kujawsko-pomorskim segmencie strefy T–T. *Prz. Geol.*, **47**, 2: 159–162.
- KUBERSKA M., 2001 – Spoiwa ilaste piaskowców czerwonego sp gowca w kujawsko-pomorskim segmencie bruzdy środkowopolskiej. *Prz. Geol.*, **49**, 4: 345.
- KUBERSKA M., 2004 – Diageniza osadów czerwonego sp gowca w strefie Szczecinek–Bydgoszcz (Pomorze Zachodnie). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **411**: 87–168.
- MALISZEWSKA A., 1997a – Charakterystyka petrograficzna – skały osadowe czerwonego sp gowca w Polsce na obszarach platformowych. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **153**: 38–42.
- MALISZEWSKA A., 1997b – Wiek K/Ar włóknistego illitu z piaskowców czerwonego sp gowca Wielkopolski. W: Datowanie minerałów i skał. IV Ogólnopolska Sesja Naukowa, Lublin: 50–53. UMCS, Lublin.
- MALISZEWSKA A., KUBERSKA M., 1996 – Cementation of the Rotliegend sandstones, their porosity and permeability. The 2 Conf. on the Geochemical and Petrophysical Investigation. In Oil And Gas Exploration: 167–178. Janowice.
- MALISZEWSKA A., KUBERSKA M., SUCH P., LE NIAK G., 1998 – Ewolucja przestrzeni porowej utworów czerwonego sp gowca. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **165**: 177–194.
- MICHALIK M., 2001 – Diagenesis of the Weissliegendes sandstones in the south-western margin of the Polish Rotliegend Basin. *Pr. Miner. Kom. Nauk. Min. PAN*, **91**.
- MUSZYŃSKI M., 1999 – Rodowisko sedymentacji i spoiwo osadów górnego czerwonego sp gowca obszaru niecki poznańskiej. *Prz. Geol.*, **47**, 5: 466–467.
- PETTIJOHN F. J., POTTER P. D., SIEVER R., 1972 – Sand and sandstone. Springer-Verlag. Berlin.
- POKORSKI J., 1981 – Propozycja formalnego podziału litostratigraficznego czerwonego sp gowca na Ni u Polskim. *Kwart. Geol.*, **25**, 1: 41–58.
- POKORSKI J., 1997 – Perm dolny; sedymentacja, paleogeografia, paleotektonika. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **153**: 45–62.
- PROTAS A., 1990 – Czerwony sp gowiec w strefie Bielica–Olszanowo w świetle nowych badań. *Prz. Geol.*, **38**, 4: 196–201.
- ROCHEWICZ A., 1980 – Wpływ procesów illityzacji i chlorytyzacji na właściwości kolektorskie piaskowców czerwonego sp gowca SW Polski. *Arch. Miner.*, **36**, 2: 55–61.
- SUCH P., MALISZEWSKA A., LE NIAK G., 2000 – Właściwości i filtracyjne utworów górnego czerwonego sp gowca a jego wykształcenie facjalne. *Pr. Inst. Górn. Naft. i Gazow.*, **103**: 5–49.