

# Geochemia wapieni oolitowych najniższego triasu zachodniej Polski (otwór Gorzów Wielkopolski IG 1)

Anna Becker<sup>1</sup>, Marek Jasionowski<sup>1</sup>



A. Becker



M. Jasionowski

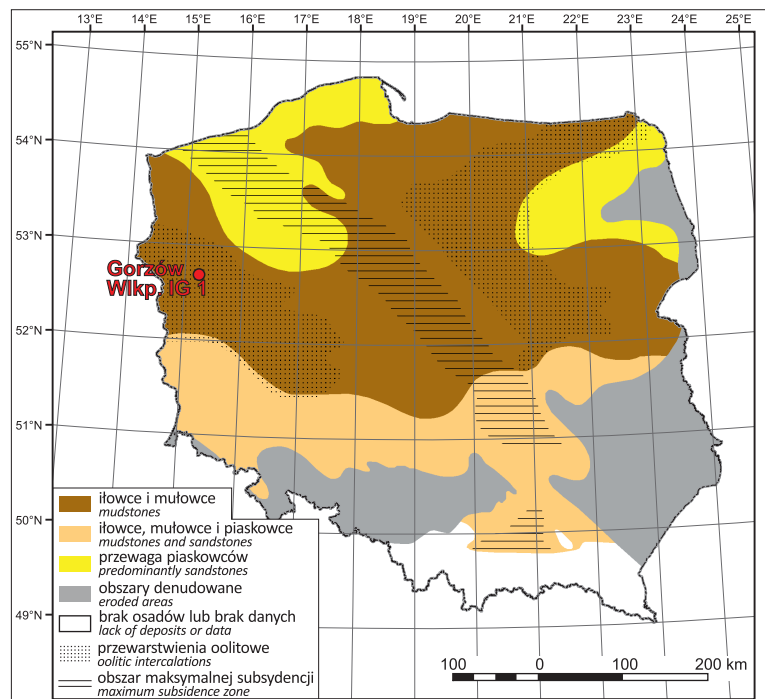
**Geochemistry of the lowermost Triassic oolitic limestones in western Poland (Gorzów Wielkopolski IG 1 borehole).** *Prz. Geol.*, 73: 353–358; doi: 10.7306/2025.34

*Abstract.* Geochemical analyses performed using the Cameca SX 100 electron microprobe included 10 uncoated thin sections of oolitic limestones selected for their microfacies representativeness in the entire section. These involved various carbonate components including primarily calcite components such as ooid nuclei and their cortexes, various generations of cements, stromatolite laminae and (post)biogenic calcite (skeletons/bioclots), as well as small secondary dolomite inclusions that replaced the calcite components during diagenesis. In general, the individual components of the oolitic limestones show slight differences in the content of the subordinate elements studied (Mg, Sr, Mn, Fe, Na, K, Si, Al).

The calcitic components are composed exclusively of low-Mg calcite (ca. 0.5wt % Mg), usually with a small admixture of Sr (400–1500 ppm). It seems that the diagenetic processes led to homogenization of the chemical composition of the limestones. Synsedimentary calcite components (ooids, fine-crystalline cements, skeletons of organisms) probably originally contained more magnesium, which, when released during diagenesis, contributed to small-scale dolomitization. Differences in Sr, Mg, Fe, Mn contents are the result of changes in the solution chemistry during sedimentation and different stages of diagenesis. Changes in the content of elements such as Al, Si, or K can be correlated with the presence of admixture of aluminosilicate minerals, such as clay minerals. Ooids are enriched in these elements and the products of later diagenesis, such as blocky cements, are depleted.

**Keywords:** Lower Triassic, oolitic limestones, geochemistry, electron microprobe

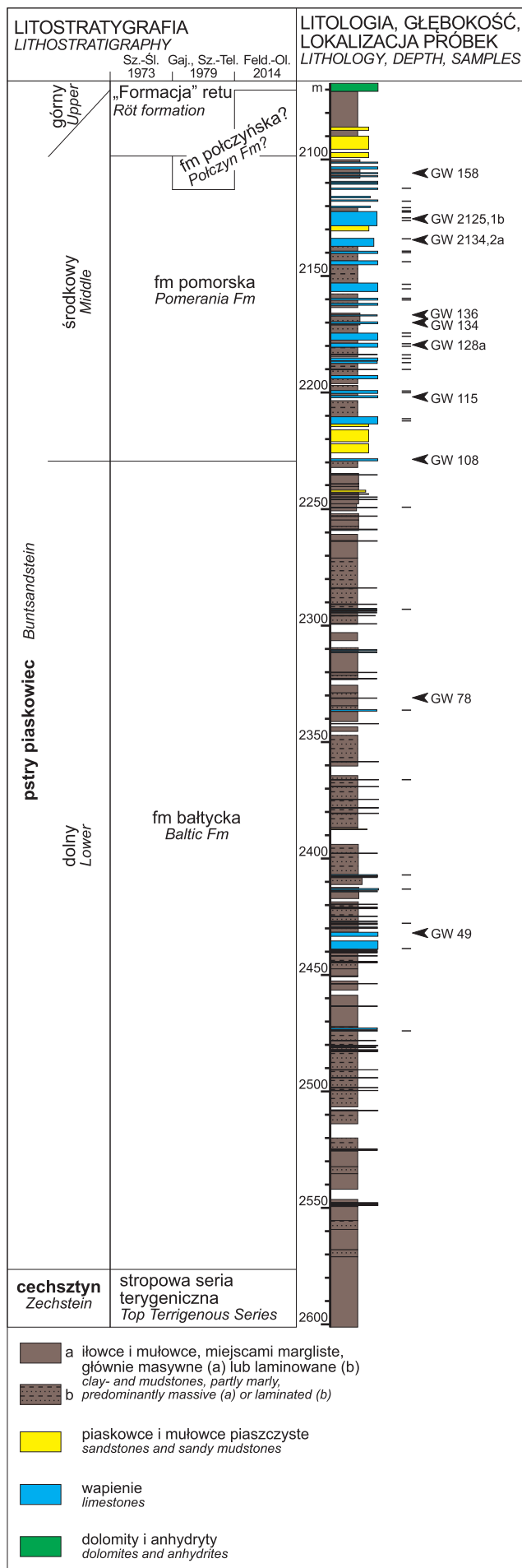
W literaturze jest, jak do tej pory, bardzo niewiele prac dotyczących szczegółowych badań mikrofacjalnych i geochemicznych wapiennych przewarstwień występujących w najniższym triasie mezozoicznego basenu Nizy Polskiego, ale też i basenu centralnej Europy, do którego należy basen polski (Paul i in., 2011; Becker i in., 2020; Käsbohrer, Kuss, 2021; Leszczyński, 2023). W związku z tym podjęto próbę szczegółowego scharakteryzowania tych interesujących osadów, których geneza nadal jest sporna (np. Becker, 2005; Bachmann i in., 2010; Szulc, 2019). Za reperowy dla badań triasu można uznać odwiercony w zachodniej Polsce otwór Gorzów Wielkopolski IG 1 (ryc. 1), ze względu na unikatowe w skali basenu pełne rdzeniowanie interwału triasowego (Feldman-Olszewska, 2014). W profilu tego otworu przewarstwienia wapienne występują w formacjach bałtyckiej i pomorskiej (ryc. 2), należących odpowiednio do utworów dolnego i środkowego pstręgo piaskowca, datowanych na ind i wczesny olenek (Orłowska-Zwolińska, 1984; Becker, Nawrocki, 2014; Feldman-Olszewska, 2014; Nawrocki, Becker, 2020). Przewarstwienia te rzadko przekraczają 1 m miąższości, a skałami otaczającymi je są głównie laminowane faliście i soczewkowo silikoklastyczne, często wapniste, łuźce i mułowce, podrzędnie piaskowce. Z przewarstwień węglanowych, głównie wapieni oolitowych, pobrano 44 próbki rdzenia wiertniczego, z których wykonano 46 płytek cienkich. Wszystkie prepara-



**Ryc. 1.** Lokalizacja otworu Gorzów Wielkopolski IG 1 na tle rozkładu facji środkowego pstręgo piaskowca w Polsce (wg Szyperko-Teller, 1997, zmodyfikowane)  
**Fig. 1.** Location of the Gorzów Wielkopolski IG 1 borehole on the background of the Middle Buntsandstein facies distribution in Poland (after Szyperko-Teller, 1997, modified)

ty poddano analizie petrograficzno-mikrofacjalnej pod mikroskopem polaryzacyjnym. Pierwsze wyniki tych badań przedstawili Jasionowski i Becker (2023). W niniejszym

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00–975 Warszawa; [anna.becker@pgi.gov.pl](mailto:anna.becker@pgi.gov.pl); [marek.jasionowski@pgi.gov.pl](mailto:marek.jasionowski@pgi.gov.pl); ORCID-ID: A. Becker – 0000-0001-6255-4007, M. Jasionowski – 0000-0003-3825-7859



←

**Ryc. 2.** Profil litologiczny, litostratygrafia oraz lokalizacja badanych próbek wapieni oolitycznych najniższego triasu otworu Gorzów Wielkopolski IG 1: próbki wyselekcjonowane do badań geochemicznych opatrzone numerami; Sz.-Śl. 1973 – Szyperko-Śliwczyńska (1973); Gaj., Sz.-Tel. 1979 – Gajewska, Szyperko-Teller (1979); Feld.-Ol. 2014 – Feldman-Olszewska (2014)  
**Fig. 2.** Lithological log, lithostratigraphy and location of samples of the lowermost Triassic oolitic limestones in the Gorzów Wielkopolski IG 1 borehole: samples selected for geochemical microprobe analysis are marked with numbers; Sz.-Śl. 1973 – Szyperko-Śliwczyńska (1973); Gaj., Sz.-Tel. 1979 – Gajewska, Szyperko-Teller (1979); Feld.-Ol. 2014 – Feldman-Olszewska (2014)

artykuł opisano pierwsze szczegółowe wyniki badań geochemicznych tych węglanów.

### METODYKA

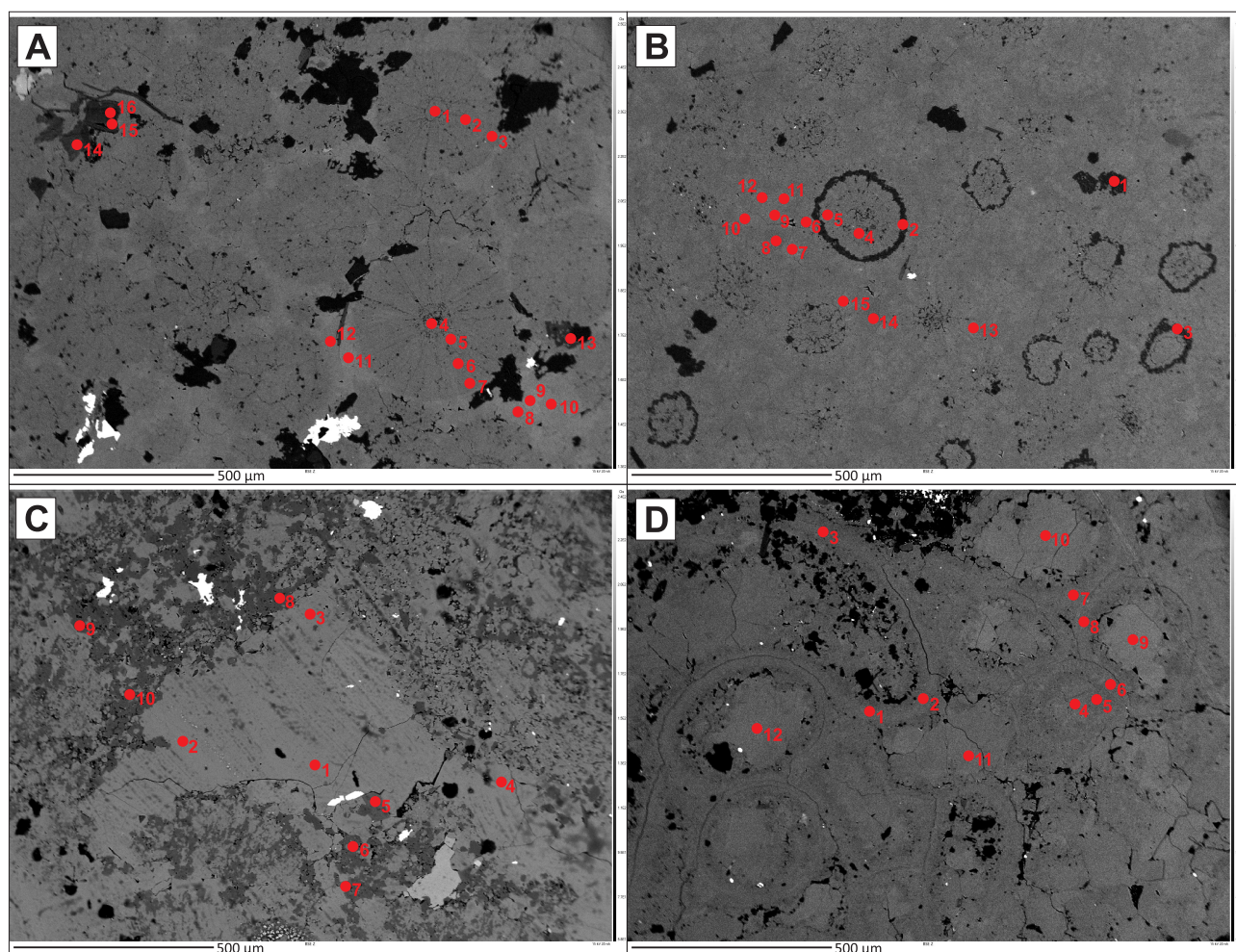
Dziesięć szlifów wyselekcjonowanych z próbek osadów węglanowych występujących w profilu otworu Gorzów Wielkopolski IG 1 w utworach dolnego i środkowego pstręgo piaskowca poddano badaniom katodoluminescencyjnym (CL) oraz badaniom geochemicznym mikrosondą elektronową Cameca SX 100 (ryc. 2) w Laboratorium Analiz w Mikroobszarze Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB. Preparaty do badań wyselekcjonowano na zasadzie ich reprezentatywności mikrofacjalnej dla całego zbioru oraz tak, aby były stosunkowo równomiernie rozłożone w profilu pionowym (ryc. 2). Wykonano analizy geochemiczne różnych komponentów węglanowych zidentyfikowanych w płytkach cienkich (ryc. 3). Były to przede wszystkim składniki kalcytowe, takie jak: jądra ooidów i ich poszczególne powłoki, różne generacje cementów, laminy stromatolitowe oraz kalcyt (post)biogeniczny (szkielety organizmów lub bioklasty), a także wtórne wtrącenia dolomitowe, które w trakcie diagenety zastąpiły wymienione komponenty, pierwotnie kalcytowe. W kryształach dolomitowych o budowie strefowej przeprowadzono badania poszczególnych zon przyrostowych. Liczba pomiarów poszczególnych komponentów kalcytowych wahała się zwykle w granicach 20–40 punktów, dolomitowych – kilku punktów. Analiza wyników dotyczyła głównie określenia:

- zróżnicowania zawartości poszczególnych pierwiastków w ziarnach ooidowych i cementach – zarówno kalcytowych, jak i dolomitowych;
- zmian koncentracji tych pierwiastków w ooidach;
- różnic w składzie chemicznym kalcytu biogenicznego i występującego w ooidach;
- zmian składu chemicznego w strefowych kryształach dolomitu.

Analizowano głównie pierwiastki istotne dla węglanów, tzn. zastępujące pierwiastki główne, budujące ich sieć krystalograficzną, takie jak: Sr, Mg, Fe, Mn oraz pierwiastki, które są wskaźnikami kontaminacji materiałem terygenicznym – Si, Al i K. Z rozważań wyłączono pierwiastki, których udział zasadniczo nie przekraczał setnych części procenta wagowego.

### WYNIKI BADAŃ

Analizowane komponenty kalcytowe, niezależnie od genezy, składają się wyłącznie z kalcytu niskomagnezowe-



**Ryc. 3.** Przykładowe obrazy SEM (BSE) płytek cienkich badanych wapieni z zaznaczonymi punktami analiz mikrosondą elektronową Cameca SX 100: **A** – próbka GW 49, głęb. 2431,85 m, fm. bałtycka, greinston ooidowy; pkt. 1–12: kalcyt, pkt. 13–16: dolomit; **B** – próbka GW 108, głęb. 2228,5 m, fm. bałtycka, greinston ooidowy; pkt. 1–3: dolomit, pkt. 4–15: kalcyt; **C** – próbka GW 136, głęb. 2166,86 m, fm. pomorska, stromatolit; pkt. 1–4: kalcyt, pkt. 5–10: dolomit; **D** – próbka 2125,1b, głęb. 2125,22 m, fm. pomorska, greinston ooidowo-bioklastyczny; pkt. 1–12: kalcyt

**Fig. 3.** Selected SEM (BSE) images of thin sections of the investigated limestones with marked spots analysed using Cameca SX 100 electron microprobe: **A** – sample GW 49, depth 2431.85 m, Baltic Fm., ooidal grainstone; spots No. 1–12: calcite, spots No. 13–16: dolomite; **B** – sample GW 108, depth 2228.5 m, Baltic Fm., ooidal grainstone; spots No. 1–3: dolomite, spots No. 4–15: calcite; **C** – sample GW 136, depth 2166.86 m, Pomerania Fm., stromatolite; spots No. 1–4: calcite, spots No. 5–10: dolomite; **D** – sample 2125,1b, depth 2125.22 m, Pomerania Fm., ooidal-bioclastic grainstone; spots No. 1–12: calcite

go i wykazują stosunkowo niewielkie zróżnicowanie pod względem średniej zawartości większości badanych pierwiastków (ryc. 4); w składnikach dolomitowych to zróżnicowanie jest nieco większe (ryc. 5).

Średnia zawartość Mg w kalcytcie wynosi zwykle ok. 0,5% wagowego (od 0,41 do 0,57%), a maksymalna dochodzi do 0,7–0,9%. Największą średnią zawartość Mg stwierdzono w ooidach, w szczególności w ich zewnętrznych powłokach (0,57%), a najmniejszą – w późnodiagenetycznych cementach blokowych (0,41%; ryc. 4, ryc. 6).

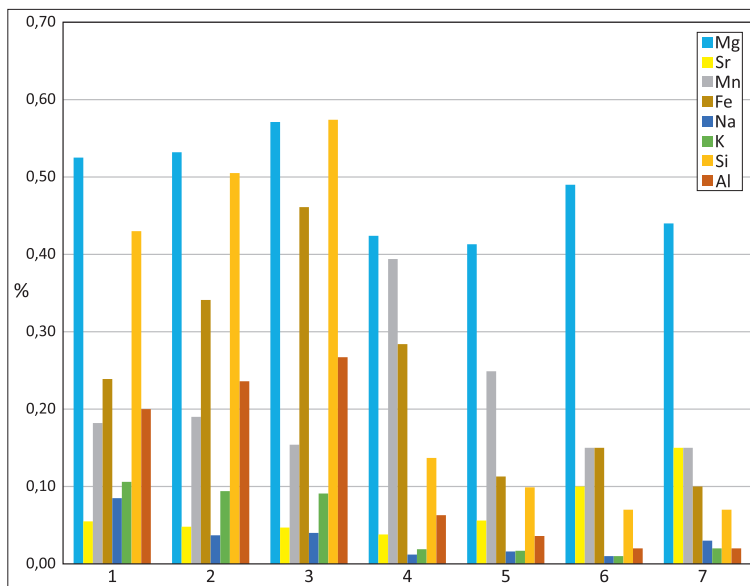
Zawartość Sr we wszystkich komponentach kalcytowych jest stosunkowo niewielka i wynosi średnio od 0,04% w drobnokrystalicznych cementach kalcytowych do 0,15% w kalcytcie o genezie biogenicznej. Maksymalne stężenie Sr, osiągające 0,54%, zmierzono w stromatolicie (ryc. 6). W komponentach dolomitowych zawartość Sr jest średnio jeszcze mniejsza niż w kalcytcie i zawiera się w przedziale między 0,01 a 0,04%.

Średni udział Mn w komponentach kalcytowych zmienia się od 0,15% (kalcyt biogeniczny, stromatolit i zewnętrzne powłoki ooidowe) do prawie 0,4% (cement drobnokrystaliczny).

We wszystkich komponentach widać bardzo zróżnicowaną zawartość Mn – od wartości bliskich 0 lub niewiele większych (rzędu 0,03%) do 1,16%. Średni udział Mn w komponentach dolomitowych jest zazwyczaj istotnie większy niż w kalcytowych i zawiera się w przedziale od około 0,20 do 0,83% (zewnętrzne strefy w kryształach strefowych); wyjątkiem są centralne części niektórych kryształów dolomitu strefowego (średnio 0,07%).

Zawartość Fe w kalcytcie wynosi średnio od około 0,1% (0,10% – bioklasty, 0,11% – cement blokowy) do 0,46% (zewnętrzne powłoki ooidowe) i zmienia się w poszczególnych punktach pomiarowych w bardzo dużym zakresie – od blisko 0 do 2,70%. W dolomicie jest więcej Fe niż w kalcytcie – średnio od 0,35 do 2,01%; wyjątkiem są (podobnie jak w przypadku Mn) centralne części niektórych kryształów dolomitu strefowego (średnio 0,16%).

Udział Si i Al w komponentach kalcytowych jest zróżnicowany – Si od 0,07% (w kalcytcie biogenicznym) do ponad 0,5% (w powłokach ooidów), a Al, analogicznie, od 0,02 do 0,25%. W dolomicie zawartość tych pierwiastków wynosi odpowiednio od 0,03 do 1,35% i od 0,02 do 0,65%.



**Ryc. 4.** Skład chemiczny komponentów kalcytowych: 1 – ooid (jądro), 2 – ooid (strefa wewnętrzna), 3 – ooid (strefa zewnętrzna), 4 – cement drobnokrystaliczny, 5 – cement grubokrystaliczny, 6 – stromatolit, 7 – kalcyt (post)biogeniczny

**Fig. 4.** Chemical composition of calcite components: 1 – ooid (nucleus), 2 – ooid (inner cortex), 3 – ooid (outer cortex), 4 – fine crystalline cement, 5 – coarse crystalline cement, 6 – stromatolite, 7 – (post)biogenic calcite

Można zauważyć tendencję, iż zawartość Fe, K, Si i Al w ooidach kalcytowych jest większa niż w kryształach kalcytu tworzących różnego typu cementy. Z kolei zawartość Mn i Sr w ooidach jest nieznacznie mniejsza niż w cementach (w przypadku Sr wg wartości maksymalnych), przy czym Mn jest nieco więcej w cementie drobnokrystalicznym, a Sr w pozostałych typach cementów (patrz tab. 1, ryc. 4). Zdolomityzowane jądra i powłoki ooidów w porównaniu do drobnokrystalicznego dolomitu i grubokrystalicznego cementu wykazują podwyższony udział K, Al i Si. Zawartość Fe jest wyraźnie wyższa w grubokrystalicznym cementie dolomitowym. Nieco mniej Mn i Sr jest w zdolomityzowanych elementach ooidów niż w dolomicie drobnokrystalicznym i cementie dolomitowym, podobnie jak w przypadku ich odpowiedników kalcytowych (tab. 1, ryc. 5). W ooidach kalcytowych można zaobserwować zwiększenie zawartości Fe od jądra ku zewnętrznym powłokom tych struktur. Podobną tendencję do strefowego zróżnicowania udziału pierwiastków w ooidach, ale zdecydowanie mniej wyraźną, stwierdzono odnośnie Mg, Si i Al. Kalcytowe jądra ooidów charakteryzują się nieznacznie większą zawartością K i Sr w stosunku do powłok tych ziaren (tab. 1, ryc. 4). W zdolomityzowanych jądrach ooidów zaobserwowano nieco więcej K, Si i Al w porównaniu do zdolomityzowanych powłok. W obu strefach zawartość Fe, Mn i Sr jest podobna (tab. 1, ryc. 5).

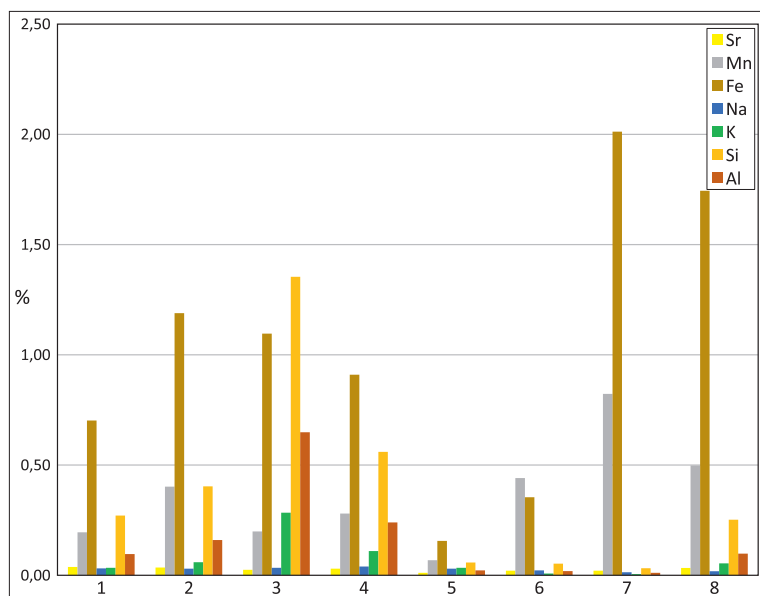
W składzie chemicznym kalcytu (post)biogenicznego uwagę zwraca wyraźnie mniejsza zawartość Fe, K, Si i Al oraz dość wyraźnie większa zawartość Sr w porównaniu do kalcytu

ooidów. Oba rodzaje kalcytu charakteryzują się podobną zawartością Mn i Mg (tab. 1, ryc. 4).

W strefowych kryształach dolomitu zawartość Fe i Mn wyraźnie wzrasta od centrum ku zewnętrznym strefom kryształów. Odwrotnie jest rozmieszczona koncentracja Si i Al – najmniejszą zawartość tych pierwiastków stwierdzono w zewnętrznych zonach kryształów i nieznacznie wzrastają one ku centrum kryształów. W środkach kryształów zaobserwowano największą zawartość K, ale nie zmienia się ona stopniowo w obrębie kryształów. Zawartość Sr w strefowych kryształach dolomitu nie wykazuje żadnych trendów zmian (tab. 1, ryc. 5). Ponadto w dolomitach jest wyraźnie więcej Fe niż w kalcytach (tab. 1, ryc. 4, 5). Największą zawartością tego pierwiastka charakteryzują się drobne kryształy dolomitu (w tym strefowe, a w nich zewnętrzna strefa). Komponenty kalcytowe zawierają nieco mniej Mn niż strefowe kryształy dolomitu i dolomitowy cement grubokrystaliczny.

## DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Wyniki analiz geochemicznych pokazują generalnie niewielkie zróżnicowanie zawartości większości badanych pierwiastków w poszczególnych komponentach wapieni oolitowych z rdzenia otworu Gorzów Wielkopolski IG 1. Różnice w zawartości Sr, Mg, Fe i Mn są wynikiem zmian chemizmu roztworów w czasie sedymentacji i różnych etapów diagenety. Na podstawie uzyskanych wyników można



**Ryc. 5.** Skład chemiczny komponentów dolomitowych: 1 – dolomit chmuźrzasty, 2 – dolomit drobnokrystaliczny, 3 – zdolomityzowane jądra ooidów, 4 – zdolomityzowane powłoki ooidowe, 5 – dolomit strefowy (strefa centralna), 6 – dolomit strefowy (strefa środkowa), 7 – dolomit strefowy (strefa zewnętrzna), 8 – grubokrystaliczny cement dolomitowy

**Fig. 5.** Chemical composition of dolomite components: 1 – cloudy dolomite, 2 – fine-crystalline dolomite, 3 – dolomitized ooid nucleus, 4 – dolomitized ooid cortex, 5 – zoned dolomite crystals (centre), 6 – zoned dolomite crystals (middle zone), 7 – zoned dolomite crystals (outer zone), 8 – coarse-crystalline dolomite cement

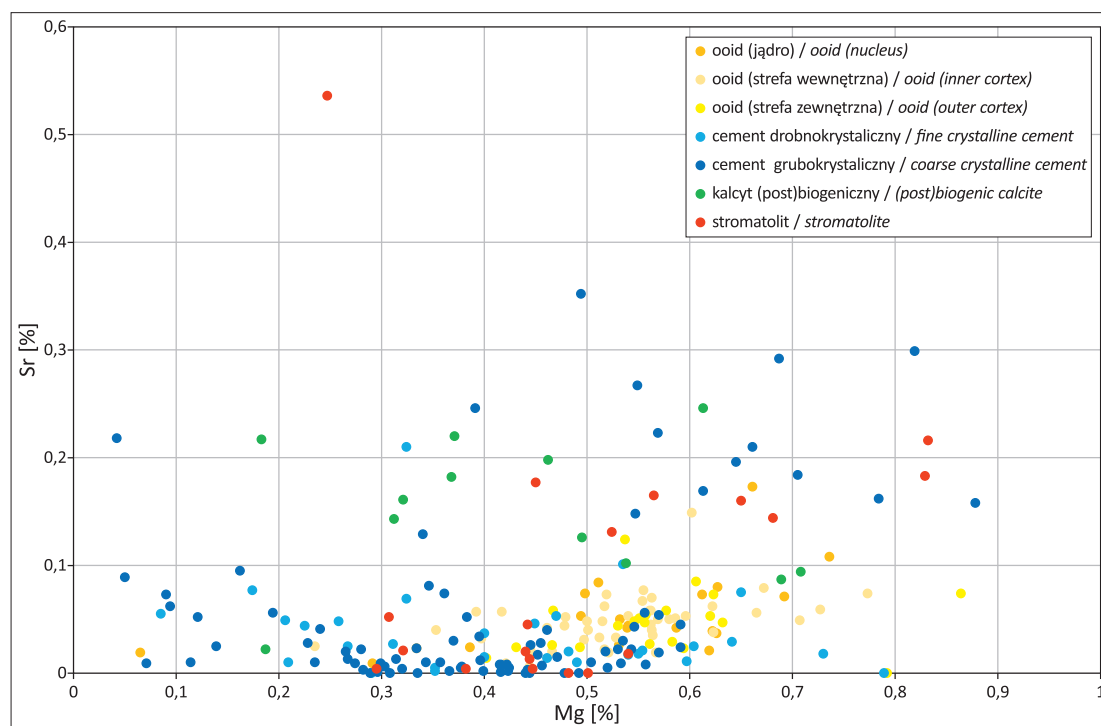
**Tab. 1.** Zawartość Mg, Sr, Mn, Fe, Na, K, S, P, Si, i Al w utworach węglanowych dolnego i środkowego pstręgo piaskowca w profilu otworu Gorzów Wielkopolski IG 1**Table 1.** Contents of Mg, Sr, Mn, Fe, Na, K, S, P, Si, and Al in carbonates of the Lower and Middle Buntsandstein in the Gorzów Wielkopolski IG 1 borehole

Składnik [% wag.] Component [weight %]		Ooid (jądro kalcytowe) Ooid (calcitic nucleus)	Ooid (kalcytowa strefa wewnętrzna) Ooid (calcitic middle zone)	Ooid (kalcytowa strefa zewnętrzna) Ooid (calcitic outer zone)	Drobnokrystaliczny cement kalcytowy Fine crystalline calcite cement	Grubokrystaliczny cement kalcytowy Coarse crystalline calcite cement	Stromatolit (kalcyt) Stromatolite (calcite)	Kalcyt (post)biogeniczny (Post)biogenic calcite	Dolomit chmurzasty Cloudy dolomite	Dolomit drobnokrystaliczny Fine crystalline dolomite	Zdolomityzowane jądro ooidu Dolomitized nucleus of ooid	Zdolomityzowana powłoka ooidowa Dolomitized ooid cortex	Dolomit strefowy (strefa centralna) Zoned dolomite crystal (center)	Dolomit strefowy (strefa środkowa) Zoned dolomite crystal (middle zone)	Dolomit strefowy (strefa zewnętrzna) Zoned dolomite crystal (outer zone)	Grubokrystaliczny cement dolomitowy Coarse crystalline dolomite cement
Mg	min.	0,07	0,24	0,40	0,09	0,04	0,25	0,18	11,33	8,19	10,42	9,78	12,57	11,54	11,05	10,99
	max.	0,74	0,77	0,86	0,79	0,88	0,83	0,71	13,42	13,35	11,23	11,67	13,59	13,21	11,51	11,80
	śr.	0,53	0,53	0,57	0,42	0,41	0,49	0,44	12,48	11,76	10,91	10,72	13,15	12,47	11,26	11,40
Sr	min.	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
	max.	0,17	0,15	0,12	0,21	0,35	0,54	0,25	0,10	0,20	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	0,04
	śr.	0,06	0,05	0,05	0,04	0,06	0,10	0,15	0,04	0,04	0,03	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03
Mn	min.	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,06	0,02	0,00	0,00	0,34	0,39	0,37
	max.	0,39	0,58	0,23	1,16	0,57	0,43	0,46	0,56	1,03	0,37	0,45	0,20	0,67	1,14	0,59
	śr.	0,18	0,19	0,15	0,39	0,25	0,15	0,15	0,20	0,40	0,20	0,28	0,07	0,44	0,82	0,50
Fe	min.	0,02	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06	0,06	0,52	0,21	0,01	0,05	0,16	1,24
	max.	0,85	1,16	2,70	2,22	0,77	0,36	0,20	1,49	5,86	1,55	1,78	0,99	1,00	3,80	2,00
	śr.	0,24	0,34	0,46	0,28	0,11	0,15	0,10	0,70	1,19	1,10	0,91	0,16	0,35	2,01	1,74
Na	min.	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01
	max.	0,84	0,11	0,10	0,03	0,09	0,03	0,07	0,07	0,13	0,06	0,06	0,12	0,06	0,03	0,04
	śr.	0,09	0,04	0,04	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,02
K	min.	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
	max.	0,44	0,23	0,22	0,08	0,15	0,04	0,07	0,23	0,35	0,41	0,31	0,22	0,02	0,02	0,16
	śr.	0,11	0,09	0,09	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,06	0,28	0,11	0,03	0,01	0,01	0,05
S	min.	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,03	0,01
	max.	0,14	0,12	0,10	0,15	0,11	0,09	0,07	0,06	0,16	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,02
	śr.	0,05	0,05	0,06	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,04	0,02
P	min.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	max.	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,02	0,05	0,02	0,03	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
	śr.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Si	min.	0,04	0,15	0,22	0,02	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	0,66	0,12	0,02	0,02	0,03	0,02
	max.	1,86 (6,84)*	1,16	2,12	1,13	0,85	0,27	0,33	2,21	3,58	1,87	1,23	0,12	0,14	0,04	0,70
	śr.	0,43	0,51	0,57	0,14	0,10	0,07	0,07	0,27	0,40	1,35	0,56	0,06	0,05	0,03	0,25
Al	min.	0,002	0,06	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,28	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
	max.	0,86 (2,05)*	0,46	1,16	0,77	0,53	0,14	0,16	0,76	0,80	1,01	0,46	0,05	0,07	0,01	0,27
	śr.	0,20	0,24	0,27	0,06	0,04	0,02	0,02	0,10	0,16	0,65	0,24	0,02	0,02	0,01	0,10
n		20	44	21	30	85	19	12	22	47	3	5	9	9	3	3

n – liczba pomiarów / number of measurements

min., max., śr. – wartość minimalna, maksymalna i średnia / minimum, maximum and mean value

\* – w jednym pomiarze uzyskano wyniki odbiegające od pozostałych, które nie zostały uwzględnione w wyliczeniu średnich wartości / one measurement gave results that differed from others and were not included in the calculation of mean values



Ryc. 6. Diagram Mg-Sr dla poszczególnych składników kalcytowych  
 Fig. 6. Mg-Sr plot for individual calcite components

wnioskować, że do homogenizacji składu chemicznego badanych utworów doprowadziły procesy diagenetyczne. Podobna zawartość Mg we wszystkich badanych komponentach kalcytowych jest efektem diagenetyzacji – prawdopodobnie synsedymenacyjne komponenty kalcytowe (ooidy, cementy, szkielety organizmów) zawierały pierwotnie więcej magnezu, który po uwolnieniu w trakcie diagenetyzacji doprowadził do małoskalowej, lokalnej dolomityzacji. Zmiany zawartości takich pierwiastków, jak Al, Si czy K, mogą być skorelowane z występowaniem domieszek minerałów glinokrzemianowych, jak np. minerały ilaste. Widać to na przykładzie dużych różnic w zawartości Si i Al, a częściowo także Fe, obserwowanych między sedimentacyjnymi komponentami kalcytowymi (powłoki ooidów są wzbogacone w te pierwiastki) a produktami późniejszej diagenetyzacji (cementy blokowe z niewielkimi koncentracjami tych pierwiastków).

Prace zostały sfinansowane ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki (grant statutowy PIG-PIB nr 61.2201.2200.00.0). Autorzy składają serdeczne podziękowania Dr. Grzegorzowi Zielińskiemu za przeprowadzenie analiz mikrosondą elektronową oraz Recenzentce dr Marcie Kuberskiej za cenne uwagi do pierwotnej wersji manuskryptu.

## LITERATURA

BACHMANN G.H., GELUK M.C., WARRINGTON G., BECKER-ROMAN A., BEUTLER G., HAGDORN H., HOUNSLOW M.W., NITSCHE, RÖHLING H.-G., SIMON T., SZULC A. 2010 – Triassic. [W:] Doornebal J.C., Stevenson A.G. (red.), Petroleum Geological Atlas of the Southern Permian Basin Area. EAGE Publications b.v., Houten: 149–173.  
 BECKER A. 2005 – Sequenzstratigraphie und Fazies des Unteren und Mittleren Buntsandsteins im östlichen Teil des Germanischen Beckens (Deutschland, Polen). Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, Reihe B, Beiheft, 21: 1–117.  
 BECKER A., NAWROCKI J. 2014 – Magnetostratigraphy of the Buntsandstein (Lower Triassic) in the Gorzów Wielkopolski IG 1 borehole, eastern German Basin in Poland: evidence of substantial diachronism of palynostratigraphic macrospore zones. Geological Quarterly, 58: 369–378.

BECKER A., FIJAŁKOWSKA-MADER A., JASIONOWSKI M. 2020 – Marine vs. terrestrial environments during Early Triassic deposition on the northeastern margin of the Central European Basin – a multidisciplinary study on the Middle Buntsandstein of the Bartoszyce IG 1 borehole, NE Poland. Geological Quarterly, 64: 1023–1047.  
 FELDMAN-OLSZEWSKA A. (red.) 2014 – Gorzów Wielkopolski IG 1. Profile Głębokich Otworów Wiertniczych Państwowego Instytutu Geologicznego, 141.  
 GAJEWSKA I., SZYPERKO-ŚLIWCZYŃSKA A. 1979 – Pstry piaskowiec dolny i środkowy. [W:] Jaśkowiak-Schoeneich M. (red.), Budowa geologiczna niecki szczecińskiej i bloku Gorzowa. Prace Instytutu Geologicznego, 96: 25–37.  
 JASIONOWSKI M., BECKER A. 2023 – Mikrofacje i diagenetyzacja wapieni oolitowych najniższego triasu w profilu Gorzów Wielkopolski IG 1 (zachodnia Polska). Przegląd Geologiczny, 71 (5): 292–297.  
 KÄSBOHRER F., KUSS J. 2021 – Lower Triassic (Induan) stromatolites and oolites of the Bernburg Formation revisited – microfacies and palaeoenvironment of lacustrine carbonates in Central Germany. Facies, 67, 11.  
 LESZCZYŃSKI K. 2023 – Opisy basenów. Baseny mezo-kenozoiczne pozakarpacie. Mezozoiczny basen Niżu Polskiego. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, 207: 64–65.  
 NAWROCKI J., BECKER A. 2020 – Buntsandstein magnetostratigraphy in Poland: new data from the Brześć Kujawski IG-1 borehole. Annales Societatis Geologorum Poloniae, 90: 435–446.  
 ORŁOWSKA-ZWOLIŃSKA T. 1984 – Palynostratigraphy of the Buntsandstein in sections of western Poland. Acta Palaeontologica Polonica, 29 (3–4): 161–194.  
 PAUL J., PERYT T.M., BURNE R.V. 2011 – Kalkowsky's Stromatolites and Oolites (Lower Buntsandstein, Northern Germany). [W:] Reitner J., Quéric N.-V., Arp G., Advances in Stromatolite Geobiology, Springer, Berlin, Heidelberg, 131: 13–28.  
 SZULC J. 2019 – Lower Triassic marine Buntsandstein deposits in the Central European Basin. Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 170: 311–320.  
 SZYPERKO-ŚLIWCZYŃSKA A. 1973 – Korelacja profili dolnego i środkowego pstręgo piaskowca w zachodniej Polsce. Kwartalnik Geologiczny, 17 (2): 261–273.  
 SZYPERKO-TELLER A. 1997 – Trias dolny (pstry piaskowiec). Litostatygrafia i litofacje. Sedymetacja, paleogeografia i paleotektonika. [W:] Marek S., Pajchlowa M. (red.), Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, 143: 121–132.

Praca wpłynęła do redakcji 7.03.2025 r.  
 Akceptowano do druku 21.03.2025 r.