

Warszawa 07.04.2022 r.

Dr hab. Maciej Bąbel, prof. uczelni  
Katedra Geologii Basenów Sedymentacyjnych  
Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski  
ul. Żwirki i Wigury 93  
02-089 Warszawa  
e.mail: m.babel@uw.edu.pl

### **Recenzja osiągnięcia naukowego i dorobku dr Agaty Jurkowskiej w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

Dr Agata Jurkowska ukończyła studia magisterskie na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w 2008 r., a w 2014 r. uzyskała stopień doktora Nauk o Ziemi kończąc studia doktoranckie w Instytucie Nauk Geologicznych na tym samym Wydziale. Od roku 2015 pracuje na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie na stanowisku adiunkta w Katedrze Analiz Środowiskowych, Kartografii i Geologii Gospodarczej. Równoległe z geologią studiowała biologię, uczestniczyła w wielu kursach i szkoleniach, odbywała staże naukowe, a także realizowała własne projekty badawcze.

Pracę magisterską pt. „Tafonomia amonitów z osadów dolnego i środkowego oksfordu okolic Krakowa” napisała pod kierunkiem dr hab. Bogusława Kołodzieja, zaś rozprawę doktorską pt. „Stratygrafia inoceramowa i architektura depozycji wyższej kredy górnej niecki miechowskiej” obronioną w 2014 r. przygotowywała pod opieką prof. dr hab. Ireneusza Walaszczyka.

### **Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego**

Przedstawione przez dr A. Jurkowską osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym nosi tytuł „**Geneza górnokredowej opoki i nodul krzemionkowych w świetle biochemicznego cyklu krzemu (Si) w środowisku morskim**” i składa się z czterech publikacji:

1. **Jurkowska, A., Świerczewska-Gładysz, E., Bąk, M., Kowalik, S., 2019a.** The role of biogenic silica in the formation of Upper Cretaceous pelagic carbonates and its palaeoecological implications. *Cretaceous Research*, 93, 170–187.
2. **Jurkowska, A., Barski, M., Worobiec, E., 2019b.** The relation of a coastal environment to early diagenetic clinoptilolite (zeolite) formation – New data from the Late Cretaceous European Basin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 524, 166–182.
3. **Jurkowska, A., Świerczewska-Gładysz, E., 2020a.** The new model of Si balance in Late Cretaceous European Basin. *Global and Planetary Change*, 186, 103–108.
4. **Jurkowska, A., Świerczewska-Gładysz, E., 2020b.** Evolution of Late Cretaceous Si cycling reflected in the formation of siliceous nodules (flints and cherts). *Global and Planetary Change*, 195, 103–334.

Wszystkie wymienione prace to artykuły naukowe opublikowane w czasopiśmie napisane we współautorstwie. Przedstawiają one wyniki badań finansowanych z grantu NCN Sonata pt. „Geneza skał węglanowych kampanu i mastrychtu Polski pozakarpackiej w świetle nowych badań petrograficznych”, którego kierownikiem była habilitantka. We wszystkich publikacjach dr A.

Jurkowska jest pierwszym autorem a także autorem korespondencyjnym. Jej wkład merytoryczny oraz udział procentowy w powstaniu publikacji został dokładnie opisany i poświadczony przez wszystkich autorów. Wkład procentowy habilitantki wynosił odpowiednio 70%, 65%, 80% i 90% zgodnie z kolejnością wymienionych prac. We wszystkich artykułach dr A. Jurkowska pełniła bez wątpienia wiodącą rolę – zaprojektowała koncepcję i metody badań oraz wykonała większość prac (badania terenowe, mineralogiczne i petrograficzne, opracowanie większych lub zasadniczych części tekstu, a często także materiałów ilustracyjnych). Pozostali autorzy wykonywali m.in. oznaczenia taksonomiczne (Ewa Świerczewska-Gładysz, Marta Bąk), analizy palinologiczne (Marcin Barski, Elżbieta Worobiec), prace terenowe i laboratoryjne (Szymon Kowalik).

Przedstawione publikacje spełniają wymogi formalne wymienione w Art. 219, ust. 1 i 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wszystkie prace zostały wydane w czasopismach naukowych znajdujących się w odpowiednim wykazie MNiSW. Kandydatka ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego po raz pierwszy.

Zasadniczym tematem osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego jest geneza słabo do tej pory poznanych pod względem petrologicznym skał zwanych opokami i współwystępujących z nimi konkrecji krzemionkowych (nodul – znanych w literaturze polskiej jako krzemienie i czerty) w morskich osadach górnej kredy na obszarze Europy, a także związany z tymi utworami geochemiczny obieg krzemu pomiędzy wodą morską a osadem.

Pierwszą pracę (**Jurkowska i in., 2019a**) oparto o materiały pochodzące z utworów kampanu – trzech odśłoneń opok na Wyżynie Miechowskiej i w okolicach Krakowa oraz w Tercis-les-Bains we Francji, i jednego odśłoneń kredy w Mielniku nad Bugiem. W artykule przedstawiono analizę pochodzenia i znaczenia geologicznego terminu „opoka” wprowadzonego i rozpowszechnionego na terenie Polski, jednak słabo zdefiniowanego i rzadko używanego w literaturze anglojęzycznej poza naszym krajem. Omówiono dotychczasowe definicje opok wykazując ich nieprecyzyjność i brak oparcia w nowoczesnych badaniach petrologicznych. W celu dokładniejszego zdefiniowania opok wykonano ich szczegółową analizę petrograficzną i mikrofacjalną rozpoznając precyzyjnie ilościowy skład mineralny oraz charakteryzując składniki mikrofacjalne. Jednym z ważnych osiągnięć tej pracy jest udokumentowanie w opokach opalu-CT tworzącego liczne bardzo drobne kuliste agregaty zwane lepisferami. Zaproponowano wstępną definicję opoki jako „górnokredowej skały węglanowej, która jest zbudowana głównie z węglanu wapnia (do 96%) zawierającego kokkolity (allomikryt), z dużą zawartością pseudomikrytu, oraz zawierającą ponad 4% nierozpuszczalnego residuum, w którym biogeniczna krzemionka złożona z opalu-CT (włączanego w obręb matriksu) dominuje nad nano- $\alpha$ -kwarcem” (oryginalna definicja w j. ang., **Jurkowska i in., 2019a**, s. 181). Zastrzeżono, że opoki mogą charakteryzować się większym zróżnicowaniem mineralogicznym co zapewne wykażą dalsze badania. Zrekonstruowano środowisko sedymentacji opok i kredy potraktowanych jako odrębne facje górnokredowego epikontynentalnego basenu w Europie. Wykazano, że zasadniczą cechą różniącą ich środowiska depozycji była obecność licznych gąbek krzemionkowych zasiedlających dno morskie w przypadku opok. To igły gąbek krzemionkowych zbudowane z opalu-A były źródłem opalu-CT obecnego w formie lepisfer w opokach.

Procesy diagenetyczne zrekonstruowano głównie w oparciu o wiedzę nt. wczesnej diagenetyki współczesnych dennych osadów morskich oraz prac eksperymentalnych dotyczących rozpuszczania i krystalizacji faz mineralnych krzemionki. Zwrócono uwagę, że środowiska depozycji opok nie mają współczesnych odpowiedników. Na przebieg procesów wczesnodiagenetycznych zasadniczy wpływ miała większa niż w dzisiejszych morzach temperatura dna późnokredowego basenu najprawdopodobniej sięgająca kilkunastu stopni Celsjusza. Zasadniczym procesem, który uruchamiał reakcje diagenetyczne był rozkład materii organicznej przy udziale bakterii redukujących siarczany w

plytko położonej strefie beztlenowej w osadzie. Wytworzony w tej strefie siarkowodór (z jonu siarczanowego wody morskiej) ulegał dyfuzji, a następnie utlenieniu w leżącej powyżej strefie natlenionej zakwaszając tam środowisko i wywołując spadek pH. Ze względu na zakwaszenie w strefie tej zachodziło selektywne rozpuszczanie bioklastów zbudowanych z aragonitu i wysokomagnezowego kalcytu (trochitów, pancerzy jeżowców, muszli inoceramów, amonitów) z wyłączeniem kokkolitów zbudowanych z niskomagnezowego kalcytu, które są trudniej rozpuszczalne. W strefie beztlenowej panowały warunki sprzyjające krystalizacji węglanu wapnia w postaci pseudomikrytu, a także rozpuszczaniu opalu-A budującego igły gąbek krzemionkowych. Rozpuszczanie zaczynało się po degradacji materii organicznej pokrywającej igły. Rozpuszczona krzemionka krystalizowała jako bardziej stabilny opal-CT w postaci lepisfer. Wytrącaniu opalu-CT sprzyjała temperatura kilkunastu stopni Celsjusza, a także obecność magnezu (w formie wodorotlenków) uwalnianego w procesie wspomnianego rozpuszczania wysokomagnezowego kalcytu. Przemiana opalu-A w opal-CT mogła zachodzić powyżej strefy redukcji siarczanów, na granicy redoks, gdzie bakteryjna redukcja siarczanów i utlenianie siarkowodoru skutkowały obniżeniem pH, rozpuszczaniem wysokomagnezowego kalcytu oraz uwolnieniem wodorotlenku magnezu. W odróżnieniu od środowiska depozycji opok, w strefie gdzie osadzała się wyłącznie kreda, gąbki krzemionkowe były rzadziej spotykane i nie dostarczały dostatecznej ilości krzemionki do osadu. W obu strefach podczas spowolnienia sedymentacji dochodziło do powstawania konkrecji krzemionkowych wskutek obfitszego wytrącania bardziej stabilnych faz krzemionki, w tym nanodrobinek kwarcu- $\alpha$ . Omówione szczegółowo modele depozycji opok i kredy zostały zilustrowane graficznie.

Druga z prac (**Jurkowska i in., 2019b**) dotyczy genezy klinoptilolitu występującego jako podrzędny składnik w węglanowych górnokredowych osadach morskich w Europie. Przedmiotem badań były zailone opoki zawierające ten minerał w odsłonięciu mastrychtu w Pełczyskach na południowym obrzeżu Gór Świętokrzyskich. Opoki zostały scharakteryzowane jako skały węglanowe z węglanem wapnia w ilości powyżej 50% i opalem-CT powyżej 5%, pochodzącym z igieł gąbek i tworzących sieć połączonych ze sobą lepisfer. Badane opoki ze względu na stosunkowo małą zawartość węglanu wapnia (od 54.3 do 71.1%) i dużą minerałów ilastych zostały nazwane zailonymi (ang. *argillaceous opoka*). Opoki te tworzyły się w płytkowodnej strefie basenu nie zawierającej żadnego materiału piroklastycznego, który ewentualnie mógłby być źródłem składników niezbędnych do wytrącenia klinoptilolitu, jak to często było dokumentowane. Dla wytłumaczenia genezy klinoptilolitu zaadoptowano model środowiska depozycji opok opisany poprzednio (**Jurkowska i in., 2019a**), nieznacznie uzupełniając i szczegółowiej omawiając argumenty fizykochemiczne przemawiające za przyjętą interpretacją. Uznano, że dobry stan zachowania kokkolitów świadczy o tym, że zakwaszenie środowiska wywołane utlenieniem siarkowodoru nie było zbyt duże. Przyjęto, że jony wodorowęglanowe generowane wskutek bakteryjnego rozkładu materii organicznej w strefie redukcji siarczanów były czynnikiem buforującym zakwaszenie. Część z tych jonów reagowała z jonami wapnia przyczyniając się do wytrącania pseudomikrytu. Klinoptilolit tworzył się tuż pod powierzchnią dna morskiego w warunkach alkalicznych w strefie bogatej w krzemionkę pochodzącą z rozpuszczania opalu-A budującego igły gąbek krzemionkowych. Przyjęto, że glin obecny w klinoptilolicie mógł pochodzić z wietrzenia skaleni na pobliskim lądzie, z którego donoszone były do basenu składniki detrytyczne.

Kolejna praca (**Jurkowska i Świerczewska-Gładysz, 2020a**) przedstawia rekonstrukcję obiegu geochemicznego krzemu w strefie morskiej sedymentacji węglanowej w późnokredowym basenie epikontynentalnym Europy, i zwraca uwagę na szczególną rolę gąbek krzemionkowych w tym obiegu. Badanym materiałem były głównie opoki pochodzące z sześciu odsłoneń kredy (kampanu i mastrychtu) w małopolskim przełomie Wisły i dwa kampanu na terenie synklinorium miechowskiego. Opoki scharakteryzowano jako wakstony/pakstony spikulowo-otwornicowe o zawartości węglanu wapnia od

70 do 95% wzbogaconego w opal-CT wstępujący w ilości ponad 5% w nierozpuszczalnym residuum w postaci lepisfer. W pracy powtórnie opisano wprowadzony poprzednio model sedymentacji i diagenety krzemionki z uwypukleniem czynników odpowiedzialnych ze wczesną transformację mniej stabilnego opalu-A z igieł gąbek krzemionkowych w bardziej stabilny opal-CT w lepisferach. Zwrócono uwagę, że zakwaszenie środowiska wywołane utlenianiem siarkowodoru mogło być buforowane zarówno wskutek rozpuszczania niskomagenzowego kalcytu, jak i produkcję jonów wodorowęglanowych w strefie redukcji siarczanów. Podkreślono, że dalsze przekształcenie opalu-CT w stabilny kwarc w późniejszych etapach diagenety nie było możliwe ze względu na płytkie pogrzebanie i zbyt niską temperaturę środowiska, która nie umożliwiła tej przemiany.

W pracy przedstawiono ponadto ulepszony bardziej szczegółowy model geochemicznego obiegu krzemu w badanym basenie, zwracając uwagę na to, że nośnikiem krzemu przechodzącego z wody morskiej do osadu były przede wszystkim gąbki krzemionkowe. Podkreślono, iż krzem był szybko i trwale wiązany w osadzie w opalu-CT wytrącającym się kilka centymetrów pod powierzchnią dna. Zwrócono uwagę, że tempo przejścia krzemionki do osadu mogło być kontrolowane okresowymi napływami wód oceanicznych wzbogaconych w krzemionkę.

Ostatnia praca (**Jurkowska i Świerczewska-Gładysz, 2020b**) dotyczy również obiegu geochemicznego krzemu w morskim późnokredowym basenie epikontynentalnym Europy i opiera się na badaniach genezy konkrecji krzemionkowych występujących w opokach i kredzie. Jest to najbardziej dojrzała, najobszerniejsza i wielowątkowa praca częściowo podsumowująca i rozszerzająca poprzednie koncepcje, a także prezentująca szereg nowych poglądów i hipotez. Ze względu na wielowątkowość jest ona najtrudniejsza w odbiorze. Badaniem objęto 67 konkrecji lub warstw z konkrecjami z 9 wybranych odsłoneń kampanu w Polsce oraz 3 poza Polską – w Hallembaye w Belgii, a także Tercis-les Bains i Précy we Francji. Analizie poddano przede wszystkim konkrecje krzemionkowe występujące w opokach (w dziewięciu na 12 profilów), ponieważ dotychczas były one najrzadziej badane.

Interpretacja genezy omawianych utworów zawiera obszernie omówienie dotychczasowych poglądów nt. tworzenia się konkrecji krzemionkowych w badanej grupie skał węglanowych. Omówiono dwa podstawowe mechanizmy wytrącania i krystalizacji krzemionki w osadzie: bezpośrednie wczesnodiagenetyczne wytrącanie krzemionki oraz powolne diagenetyczne dojrzewanie krzemionki – od form opalowych najmniej stabilnych, do bardziej stabilnych form kwarcowych, związane z postępowaniem pogrzebania osadu i wzrostem temperatury. Przedyskutowano mechanizmy akumulacji krzemionki w konkrecjach w drodze zastępowania węglanu wapnia i zwolnienia tempa jego sedymentacji. Omówiono poglądy nt. biologicznych i niebiologicznych źródeł krzemionki niezbędnych do budowy konkrecji krzemionkowych w kredzie i opokach dowodząc, że źródła biologiczne (z rozpuszczania opalowych elementów szkieletowych) są ilościowo niewystarczające do utworzenia warstw konkrecji występujących w tych osadach. Obserwowane tekstury sugerowały, że minerały tworzące analizowane konkrecje wytrącały się bezpośrednio z wód porowych osadu i nie są produktem diagenetycznego dojrzewania. Uznano, że badane konkrecje tworzyły się podczas bardzo wczesnej diagenety, w krótkim przedziale czasu, kilka centymetrów pod dnem morskim, zaś po utworzeniu nie podlegały dalszym przeobrażeniom diagenetycznym ze względu na płytkie pogrzebanie.

Dla wyjaśnienia bardzo wczesnego wytrącenia „dojrzałych” form krzemionki w badanych konkrecjach przyjęto interpretację, iż wody porowe musiały okresowo nasycać się krzemionką pochodzącą nie tylko z rozpuszczanych igieł gąbek lecz także z wody morskiej. W związku z tym uznano, że badane części epikontynentalnego morza by okresowo zalewane wodami oceanicznymi niosącymi krzemionkę pochodzenia wulkaniczno-hydrotermalnego od strony Atlantyku i Tetydy. Migracja krzemionki z nasyconych nią wód morskich do wód porowych w osadzie odbywała się według specyficznego mechanizmu dyfuzji zaproponowanego przez Landmessaera (1995) nazwanego

mobilnością przez metastabilność (ang. *mobility through metastability*). Dyfuzja ta była także odpowiedzialna za migrację krzemionki w obrębie osadu w stronę narastających konkrecji. Natomiast wytrącanie krzemionki w osadzie zachodziło według mechanizmów, które były omówione we wcześniejszych pracach (**Jurkowska i in., 2019a, b; Jurkowska i Świerczewska-Gładysz, 2020b**). Mechanizmy te zostały tu zinterpretowane dokładniej niż poprzednio, z uwzględnieniem obecności grup silanolowych (-Si-OH) w wodach porowych i procesów flokulacji.

W badanych utworach rozpoznano 3 typy konkrecji: zbudowane z opalu-CT, zbudowane z krystalicznej krzemionki – nano- $\alpha$ -kwarcu i moganitu, oraz zbudowane z opalu-CT na zewnątrz i nano- $\alpha$ -kwarcu a także moganitu w części wewnętrznej. Konkrecje opalowe pojawiały się jako izolowane formy o zaokrąglonych kształtach w opokach. W kredzie występowały konkrecje kwarcowo-moganitowe jako formy zaokrąglone, formy nieregularne reprezentujące wypełnienia nor, oraz jako masywne horyzonty powstałe z połączenia tych ostatnich. Konkrecje o mieszanym składzie opalowo-kwarcowo-moganitowym zawsze zawierały skrzemionkowane ciała gąbek i znajdowane były w opokach. Przedstawiono interpretację genezy każdego typu konkrecji oddzielnie w postaci modelu zilustrowanego obrazkiem, na którym scharakteryzowano strefy geochemiczne osadu pod dnem morskim z pokazaniem najważniejszych reakcji chemicznych, miejsca narastania konkrecji oraz dróg migracji krzemionki. Praca obszernie porusza również zagadnienia związane z cyklem krzemionki.

Niektóre fragmenty omawianych prac są niezbyt jasne dla recenzenta. Pewne koncepcje nie zostały dostatecznie wyjaśnione i w związku z tym wydają się nieuzasadnione lub, być może, błędne. Kilka przykładów przedstawiam poniżej.

1. Omówione w pierwszej pracy cyklu (**Jurkowska i in., 2019b**) modele depozycji opok i kredy oparte zostały o znaną powszechnie biogeochemiczną strefowość osadów leżących bezpośrednio pod dnem morskim. Opis funkcjonowania tych modeli wydaje się niespójny z ich graficznymi ilustracjami, na których nie zaznaczono omawianych stref geochemicznych takich, jak strefa utleniania, redukcji siarczanów, itp. Jednak w najnowszej samodzielnej pracy habilitantki pt. „The biotic-abiotic control of Si burial in marine carbonate systems of the pre-Eocene Si cycle” opublikowanej niedawno w *Global Biogeochemical Cycles*, 2022, 36, e2021GB007079, nie wchodzącej niestety w zakres niniejszej oceny, udoskonalono dyskutowany model oraz wyróżniono omawiane strefy geochemiczne ulepszając ilustrację graficzną. Opisana niespójność została zatem wyjaśniona.
3. Model genezy konkrecji opalowych (**Jurkowska i Świerczewska-Gładysz, 2020b**, fig. 10A, oraz s. 22) występujących w opokach wydaje się niezbyt realistyczny, zakłada bowiem, że całość materii organicznej w osadzie ulega degradacji w strefie natlenionej (oksycyjnej i suboksycyjnej). Założenie takie przyjęto dla wytłumaczenia braku zachowanej materii organicznej w konkrecjach opalowych tworzących się poniżej w strefie redukcji siarczanów. Jednak istnienie tej strefy wymaga obecności materii organicznej potrzebnej do funkcjonowania bakterii redukujących siarczany, które są niezbędne dla wytworzenia warunków definiujących tę strefę.
4. Pogląd, że w różnych częściach morza późnokredowego występowała różna koncentracja rozpuszczonej w wodzie krzemionki wydaje się być sprzeczny z prawem Marceta-Knudsen, zwanym również I prawem oceanografii chemicznej, i wymaga głębszego uzasadnienia.
5. Zbyt powierzchownie i nieprzekonywująco opisano transport glinu pochodzącego z wietrzenia skał ze strefy wietrzenia na lądzie do wód porowych w osadzie morskim.
6. Nie jest jasne jak w badanym materiale krzemionkowym rozpoznano nano- $\alpha$ -kwarc bez użycia mikroskopu sił atomowych.

Wymienione tu niejasności lub kontrowersje traktuję jako słabsze punkty w koncepcjach habilitantki nie zaś za istotne błędy dyskredytujące przedstawione interpretacje.

W pracach znajdują się tu i ówdzie drobne pomyłki i niedociągnięcia, głównie natury redakcyjnej, które nie podważają merytorycznej wartości osiągnięcia naukowego, ale rażą, np. nieprawidłowe oznaczenie „pH” (fig. 10, **Jurkowska** i Świerczewska-Gładysz, **2020b**) lub powtarzający się brak minusa przy wzorze jonu  $\text{HCO}_3^-$ . Uchybienia te dziwią, zważywszy na renomę czasopism, w których występują.

Przykłady dwu poważniejszych „niestaranności” wymieniam poniżej.

1. W artykułach z 2020 r. (**Jurkowska** i Świerczewska-Gładysz, **2020a, b**) w spisie literatury zacytowana została poprzednio opublikowana praca (**Jurkowska** i in., 2019a) ze zmienionym nieprawdziwym zestawem autorów. Dwukrotnie dowartościowano osobę, która nie była autorem pracy na niekorzyść prawdziwego autora.
2. Istotne zdanie omawiające przyjętą koncepcję genezy krzemionki w opokach „The opal A/opal-CT phase transformation may have taken place above the sulphate reducing zone at the redox boundary in a narrow zone where bacterial reduction of sulphate and oxidation of sulphides resulted in lowering of pH, dissolution of carbonates, liberation of magnesium hydroxide,” (**Jurkowska** i in., **2019a**, s. 183) powinno być zakończone cytowaniem pracy Madsena i Stemmerika (2010, s. 586), z której zostało zaczerpnięte prawie dosłownie.

Uważam, że omówione artykuły wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego stanowią bardzo cenny wkład w poznanie genezy opoki i kredy oraz występujących w nich konkrecji krzemionkowych. Dostarczają one wielu nowych danych nt. budowy i składu mineralnego tych utworów oraz proponują nowe inspirujące modele ich genezy. Prace habilitantki stanowią też wartościowe omówienie i podsumowanie istniejących koncepcji i modeli petrogenetyki opoki, kredy i konkrecji krzemionkowych z nimi związanych. Omawiany cykl publikacji daje inspirujący i nowatorski obraz procesów wczesnodiagenetycznego wytrącania krzemionki w dennych węglanowych osadach późnokredowych mórz. Zaproponowano szereg nowych modeli i interpretacji genezy opok i konkrecji krzemionkowych. Modele zostały zbudowane z wykorzystaniem wielu wcześniejszych koncepcji i prac eksperymentalnych, które szczegółowo omówiono. Przedstawiona wczesnodiagenetyczna geneza form krzemionki obecnej w opokach i kredzie nawiązuje w szczególności do koncepcji Claytona (1984) oraz Madsena i Stemmerika (2010), którzy zaproponowali, że konkrecje krzemionkowe spotykane w osadach węglanowych tworzyły się tuż ponad strefą redukcji siarczanów. Do zalet ocenianego cyklu prac należy dobra dokumentacja mineralogiczno-strukturalna oparta o nowoczesne techniki analityczne, które zostały skutecznie zastosowane i dostarczyły wielu nowych danych. Wszystkie artykuły charakteryzują się wyjątkowo rzetelną analizą materiału i wnikliwą, szczegółową dyskusją potwierdzającą bardzo dobrą znajomość fachowej literatury. Habilitantka z sukcesem zintegrowała wyniki prac terenowych, laboratoryjnych i koncepcyjnych w spójną grupę hipotez nt. genezy opok i konkrecji krzemionkowych.

Za najważniejsze twórcze elementy omówionego osiągnięcia naukowego uważam:

1. Charakterystykę petrograficzną opok, z uwzględnieniem ilościowego składu oraz formy występowania faz mineralnych krzemionki oraz zdefiniowanie jej jako skały o znaczeniu ponadregionalnym, a w konsekwencji wypromowanie polskiego terminu „opoka” w literaturze światowej.
2. Wykazanie, że opoki stanowiły ważną morską węglanowo-krzemionkową fację, związaną z obecnością licznych gąbek krzemionkowych, rozprzestrzenioną w późnokredowym

epikontynentalnym basenie na obszarze Europy obok facji węglanowych reprezentowanych przez kredę.

3. Interpretację środowiska sedymentacji oraz diagenety opok z podaniem warunków fizykochemicznych panujących w osadzie morskim, uwzględniającą udokumentowaną wczesnodiagenetyczną (tuż pod dnem morskim) krystalizację opalu-CT w formie szkieletu połączonych ze sobą lepisfer.
4. Rekonstrukcję genezy klinoptilolitu – zeolitu powszechnie spotykanego w zailonych opokach, jako produktu wczesnodiagenetycznej krystalizacji obok opalu-CT w przybrzeżnomorskim osadzie węglanowo-krzemionkowym bez składników piroklastycznych.
5. Charakterystykę mineralogiczną i strukturalną kongrecji krzemionkowych występujących w późnokredowych morskich osadach węglanowych (kredzie) i węglanowo-krzemionkowych (opoce) z ilościowym oznaczeniem faz mineralnych krzemionki i wykazaniem ich zróżnicowania.
6. Interpretację genezy wyżej wymienionych kongrecji krzemionkowych w opoce i kredzie uwzględniającą wczesnodiagenetyczne formowanie faz mineralnych je budujących: opalu-CT, nano- $\alpha$ -kwarcu i moganitu.
7. Modelową rekonstrukcję dróg przejścia krzemu z wody morskiej do osadu w późnokredowym basenie epikontynentalnym w Europie uwzględniającą rolę gąbek krzemionkowych i stan nasycenia krzemionką dennych wód morskich.

Uważam, że przedstawiony cykl publikacji jest osiągnięciem naukowym w pełni spełniającym warunki oczekiwane od rozprawy habilitacyjnej i może być podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

### **Ocena pozostałego dorobku naukowego**

Przed uzyskaniem stopnia doktora mgr A. Jurkowska, poza tematyką doktoratu, opublikowała we współautorstwie dwa artykuły naukowe (w czasopismach *Facies* i *Paläontologische Zeitschrift*), a także dwa abstrakty konferencyjne, związane z badaniami w ramach pracy magisterskiej. Tematyka tych prac dotyczyła technik analitycznych stosowanych w badaniach węglanów oraz tafonomii amonitów jurajskich z okolic Krakowa.

Dorobek naukowy dr A. Jurkowskiej po uzyskaniu stopnia doktora, po roku 2014, poza omówionym habilitacyjnym osiągnięciem naukowym, stanowi 10 artykułów w renomowanych anglojęzycznych czasopismach naukowych takich, jak: *Palaios*, *Papers in Paleontology*, *Cretaceous Research*, *Paläontologische Zeitschrift*, *Proceedings of the Geologists' Association*, *Facies*, *Acta Geologica Polonica*. Jedna praca, opublikowana w *Acta Geologica Polonica* dwa lata po obronie doktoratu, prezentująca rezultaty rozprawy doktorskiej została napisana samodzielnie i jest obecnie jedną z najlepiej cytowanych prac habilitantki. Pozostałe artykuły zostały napisane we współautorstwie. W czterech z nich dr Jurkowska jest pierwszym autorem, w czterech – autorem drugim w kolejności. Wszystkie prace dotyczą problematyki późnej kredy w Polsce i Europie. Habilitantka w większości artykułów pełniła zasadniczą wiodącą rolę, zbierała materiały do badań i opracowywała zebrane dane. W artykułach tych wykazała się doskonałą znajomością zagadnień paleontologicznych, paleoekologicznych, ichnologicznych, sedymentologicznych a także stratygraficznych związanych z osadami późnokredowymi.

Dr A. Jurkowska jest współautorką kilku abstraktów i przewodnika terenowego, które były prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych.

Prace habilitantki cechuje rzetelne podejście do strony dokumentacyjnej oraz duża wnikliwość. Prace są bogate merytorycznie.

Według danych z 16.09.2021 r. sumaryczny wskaźnik wpływu wszystkich publikacji dr A. Jurkowskiej wyniósł 30,755, sumaryczna ilość punktów za wszystkie prace według listy MEiN – 1180, liczba cytowań – 129, w tym 38 autocytowań według bazy Web of Science (gdzie znajduje się 17 prac habilitantki), zaś indeks Hirscha według tej samej bazy – 7 (dane z 16.09.2021). Obecnie według bazy Scopus, jej prace były cytowane 154 razy w 104 artykułach.

Oceniam dorobek naukowy dr A. Jurkowskiej, poza osiągnięciem naukowym w postępowaniu habilitacyjnym, za merytorycznie bardzo dobry. Dorobek ten całkowicie spełnia kryteria stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

### **Ocena osiągnięć organizacyjnych, dydaktycznych i popularyzujących naukę**

Habilitantka kierowała krajowym grantem NCN Preludium pt. „Stratygrafia inoceramowa i architektura depozycji wyższej kredy niecki miechowskiej” w latach 2011-2014, oraz wspomnianym grantem NCN Sonata w latach 2017-2020. Od 2021 r. kieruje grantem NCN Opus pt. „Przestrzenno-czasowa ewolucja cyklu krzemu w późnokredowym Basenie Europejskim”.

Habilitantka zdobywała doświadczenie naukowe w trakcie kilku staży naukowych i wizyt studyjnych. W latach 2014 i 2015 w ramach programu Mentoring Fundacji na rzecz Nauki Polskiej odbyła staże w Kingston University of London w Wielkiej Brytanii. W ramach wizyt studyjnych w 2016 r. przebywała w Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu. W 2017 r. odbyła kurs analizy mikrofacjalnej skał węglanowych (tzw. Flügel Course) w Erlangen w Niemczech, naukowo-badawczy rejs po Morzu Bałtyckim organizowany przez Uniwersytet Erlangen, a także brała udział w programie Erasmus Plus na Uniwersytecie w Lund w Szwecji. W ramach współpracy z Uniwersytetem w Lund była promotorem pomocniczym pracy magisterskiej (obrona 2017 r.). Obecnie współpracuje z badaczami z Francji, Rosji (University of Tyumen) i Belgii (Wolny Uniwersytet Brukselski). Ponadto nawiązała stałą współpracę naukową z badaczami z Uniwersytetu Warszawskiego, Łódzkiego, Jagiellońskiego oraz Uniwersytetu w Kopenhadze, a także Instytutu Botaniki i Instytutu Nauk Geologicznych PAN. Wielokrotnie recenzowała artykuły naukowe dla czasopism o zasięgu międzynarodowym.

W latach 2008-2020 habilitantka prowadziła zajęcia dydaktyczne na Uniwersytecie Jagiellońskim oraz w Akademii Górniczo-Hutniczej z paleontologii, geologii historycznej, geomorfologii i geologii czwartorzędu, analizy map i przekrojów geologicznych a także praktyki terenowe z kartowania. Na Uniwersytecie w Lund prowadziła zajęcia ze stratygrafii (w j. angielskim). W latach 2017-2020 była promotorem trzech prac magisterskich dotyczących różnych aspektów geologii kredy rejonu Wyżyny Miechowskiej.

Dr A. Jurkowska jest bardzo aktywna na polu popularyzacji nauki. W latach 2009-2014 koordynowała i współorganizowała wydarzenia popularyzujące naukę, m.in. Festiwal Nauki, Noc Muzeów oraz Dni Ziemi. Prowadziła liczne wykłady z geologii w ramach działalności Uniwersytetu Dzieci (2009-2021). Realizowała autorskie przedsięwzięcia popularyzujące geologię, m.in. w ramach projektu eNgage Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Habilitantka w latach 2016-2021 otrzymywała kilkakrotnie nagrody naukowe. W roku 2010 odebrała Nagrodę Popularyzatora Nauki PAP w kategorii „Naukowiec”.

Omówiony dorobek organizacyjny i dydaktyczny dr A. Jurkowskiej a także dorobek w zakresie popularyzacji nauki jest imponujący. Dorobek ten uważam za doskonały i zasługujący na wyróżnienie.



### Podsumowanie

Osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym świadczy o bardzo dużym doświadczeniu i wiedzy habilitantki w dziedzinie petrologii skał krzemionkowych i węglanowo-krzemionkowych.

Pozostała część Jej dorobku dowodzi Jej dużej wiedzy paleontologicznej i paleoekologicznej, w szczególności dotyczącej gąbek krzemionkowych, a także sedimentologii, ichnologii, oraz biostratygrafii.

Habilitantka specjalizuje się w geologii utworów górnokredowych w Polsce i na świecie, posiada dużą wiedzę terenową i dotyczącą technik analitycznych. Jej prace świadczą o bardzo dobrej, rozwijającej się znajomości fachowej literatury geologicznej, w tym zarówno prac dawnych o fundamentalnym znaczeniu, jak i najnowszych, najlepszych prac prezentujących przełomowe idee. Potrafi wykorzystać swą wiedzę do rozwiązywania trudnych problemów petrologicznych i sedimentologicznych. Buduje inspirujące modele środowisk depozycji.

Uważam, że dr Agata Jurkowska wniosła duży wkład w rozwój petrologii skał osadowych, a ściślej petrologii skał krzemionkowych i krzemionkowo-węglanowych, a także w rozwój sedimentologii osadów chemicznych.

Na podstawie bardzo dobrej oceny całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr Agaty Jurkowskiej, uważam, że spełnia ona w pełni kryteria stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego zgodnie z wymogami obowiązującego w tym zakresie prawa. W związku z tym wnioskuję o dopuszczenie doktor Agaty Jurkowskiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.