

RECENZJA
pracy doktorskiej mgr Katarzyny Szadkowskiej
nt. „Zróżnicowanie petrograficzne, proveniencja i procesy degradacji
piaskowców z wybranych detali architektonicznych Dolnego Śląska”

Recenzowana praca doktorska mgr Katarzyny Szadkowskiej, zatytułowana *„Zróżnicowanie petrograficzne, proveniencja i procesy degradacji piaskowców z wybranych detali architektonicznych Dolnego Śląska”*, została przygotowana na Wydziale Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska Uniwersytetu Wrocławskiego pod kierunkiem dr. hab. Jacka Szczepańskiego, prof. UW. Promotorem pomocniczym był dr Wojciech Bartz.

Praca została przedstawiona do recenzji przez Radę Dyscyplin Naukowych *Nauki o Ziemi i Środowisku* oraz *Geografia Społeczno-Ekonomiczna i Gospodarka Przestrzenna* Uniwersytetu Wrocławskiego.

1. Układ pracy i ogólna jej charakterystyka

Recenzowana praca obejmuje 234 strony, na które składa się tekst wraz z 259 rycinami (makro- i mikrofotografie, mapy i wykresy), 14 tabel i 183 pozycji literaturowych. Całość rozprawy, łącznie z wprowadzeniem i wnioskami podzielono na 9 rozdziałów.

W pierwszym rozdziale (Wprowadzenie) Doktorantka przedstawiła przykłady prac badawczych dotyczących skał zastosowanych w obiektach zabytkowych. Wskazała także dwuaspektowy cel pracy. Pierwszy aspekt dotyczy określenia pochodzenia piaskowcowego materiału budowlanego i rzeźbiarskiego zastosowanego w wytypowanych obiektach zlokalizowanych na Dolnym Śląsku. Drugi aspekt obejmuje ocenę wpływu cech petrograficznych i wybranych czynników abiotycznych i biotycznych na procesy degradacji wybranych piaskowców.

Rozdział 2 poświęcony został krótkiej charakterystyce prac badawczych dotyczących piaskowcowych materiałów kamiennych, zastosowanych w budowlach, w zakresie ich pochodzenia, cech petrograficznych i fizyczno-mechanicznych właściwości, przejawów ich deterioracji, a także ich walorów geoturystycznych. Krótko omówione zostały także prace poświęcone wybranym obiektom zabytkowym występującym na historycznym obszarze Dolnego Śląska.

W rozdziale 3 Doktorantka omówiła historię wydobycia i zastosowania piaskowców pochodzących z historycznego obszaru Dolnego Śląska oraz z rejonu Ziemi Kłodzkiej.

W rozdziale 4 przedstawiono materiał badawczy obejmujący 45 próbek piaskowców pochodzących z 10 obiektów zabytkowych oraz 50 próbek piaskowców reprezentujących tzw. dolne, środkowe i górne piaskowce ciosowe pochodzące ze złóż na obszarze synklinorium północnosudeckiego oraz synklinorium śródsudeckiego (tzw. piaskowców referencyjnych). We właściwy sposób opisano zasady przygotowania próbek, rodzaj wykorzystanych urządzeń oraz zastosowaną w pracy metodykę badawczą: mikroskopię optyczną w świetle przechodzącym, skaningową mikroskopię elektronową (SEM-EDS), skaningową kalorymetrię różnicową i termogravimetrię (DSC-TG) oraz dyfrakcję rentgenowską (XRD).

Rozdział 5 zatytułowany "Piaskowce referencyjne" jest najbardziej obszerny spośród wszystkich rozdziałów, gdyż zajmuje 72 strony. Wprowadzono w nim uporządkowaną strukturę opisu piaskowców z obszaru synklinorium północnosudeckiego i śródsudeckiego uwzględniającego charakterystykę ich litologii, lokalizację wychodni i miejsc poboru próbek. Przedstawiono także wyniki własnych badań petrograficznych tych skał. Wyniki badań przedstawiono w tabelach oraz na mikrofotografiach i histogramach uziarnienia. Dla wybranych, pojedynczych próbek określonych jako reprezentatywne, zaprezentowano termogram, dyfraktogram, obraz SEM i widmo EDS.

W rozdziale 6 skoncentrowano się na charakterystyce petrograficznej piaskowców pozyskanych z wybranych obiektów zabytkowych występujących na historycznym obszarze Dolnego Śląska. Każdy z tych obiektów został uprzednio scharakteryzowany i wskazano miejsca poboru z niego próbek skalnych.

Rozdział 7 poświęcony został analizie podobieństwa petrograficznego piaskowców pochodzących z badanych obiektów zabytkowych i piaskowców referencyjnych, którą kończy dyskusja ze wskazaniem najbardziej prawdopodobnych źródeł pochodzenia zabytkowego materiału kamiennego.

Rozdział 8 zawiera wyniki eksperymentów pozwalających na analizę wpływu wybranych czynników abiotycznych oraz mikroorganizmów na zmianę chemizmu i destrukcję piaskowców kredowych Dolnego Śląska. Doktorantka wykonała czasochłonne (trwające do 86 dni) testy symulujące trzy odmienne warunki środowiskowe, poddając między innymi rozdrobnione próbki skalne działaniu bakterii na odpowiednio dobranej pożywce bakteryjnej. W sposób uporządkowany i wyczerpujący przedstawiona została metodyka wykonania eksperymentów oraz zastosowane w nich urządzenia (min. spektrometr masowy ICP-MS) i odczynniki. Przedstawione zostały wyniki dotyczące zmian zawartości Si, Al i Fe oraz wartości pH w kolejnych dniach testów, a także zmiany mikrostruktury i składu mineralnego piaskowców wykazane badaniami SEM-EDS. Umożliwiło to wskazanie związków między litologią skały a zmianami dokonującymi się w jej obrębie pod wpływem działania różnych czynników środowiskowych.

Rozdział 9 to wnioski stanowiące podsumowanie uzyskanych wyników badań. Doktorantka odnosi się w nich do obu podstawowych zagadnień postawionych jako cel pracy

doktorskiej, to jest do wskazania źródeł pochodzenia materiału kamiennego w badanych obiektach zabytkowych oraz oceny wpływu cech petrograficznych na wielkość zmian wywołanych wybranymi czynnikami abiotycznymi i biotycznymi.

2. Ocena treści rozprawy

Dominująca objętościowo część pracy dotyczy charakterystyki petrograficznej piaskowców odłaniających się na obszarze synklinoriów północnosudeckiego i śródsudeckiego oraz rowu górnej Nysy Kłodzkiej, które znajdowały w przeszłości i znajdują także obecnie powszechne zastosowanie w budownictwie. Z tym zagadnieniem ściśle wiąże się wykonana w dalszej części pracy charakterystyka tego rodzaju piaskowców zastosowanych w wybranych zabytkowych obiektach budowlanych. Dużą wartością pracy jest zebranie przez Doktorantkę obfitego i różnorodnego, reprezentatywnego materiału badawczego, wystarczającego dla realizacji postawionego celu badawczego. Autorka nie tylko pobrała materiał z ogólnie dostępnych, obecnie eksploatowanych kamieniołomów, ale także podjęła trud odszukania nieczynnych już wyrobisk, w których wydobyte zostało już dawno zaniechane. Imponujący jest także zestaw próbek piaskowców pobranych z detali architektonicznych obiektów reprezentujących różne style architektoniczne i rozmieszczonych na znacznym obszarze Dolnego Śląska. Powszechnie wiadomo, że pobieranie próbek z obiektów zabytkowych obwarowane jest specjalnymi przepisami i niesie za sobą liczne ograniczenia. Już chociażby tylko z tego względu jest to materiał badawczy szczególnie cenny. Doktorantka podjęła się niełatwego zadania wskazania źródeł pozyskania materiału kamiennego użytego następnie do wzniesienia wspomnianych budowli, opierając się zarówno na własnych badaniach petrograficznych, jak też na źródłach historycznych i danych archeologicznych. Zadanie to było o tyle trudne, że dotyczyło skał, które pochodząc z różnych źródeł (złóż) charakteryzują się znacznym wzajemnym podobieństwem, a jednocześnie wykazują pewną zmienność litologiczną w obrębie jednego wydzielenia litostratygraficznego, a nawet w obrębie jednego złoża. Doktorantka wskazała na możliwość wykorzystania w romańskiej kamieniarce Zamku Piastowskiego w Legnicy środkowych i górnych piaskowców ciosowych, a w elementach gotyckich i renesansowych - górnych piaskowców ciosowych, pochodzących ze złóż położonych w niewielkiej odległości od Legnicy. Słusznie podkreśliła walory użytkowe tych piaskowców oraz wskazała ekonomiczne uzasadnienie stosowania lokalnego materiału skalnego, który to aspekt miał znaczenie zarówno w budownictwie historycznym, ale także współcześnie odgrywa istotną rolę w przypadku gospodarczego wykorzystania pospolitych surowców mineralnych. Autorka wskazała analogiczną proveniencję materiału kamiennego użytego do wzniesienia pozostałych budowli, co wskazuje, że na przestrzeni kilkuset lat aż do wieku XIX omawiane skały były powszechnie używane jako konstrukcyjny i dekoracyjny materiał budowlany.

W dalszej części pracy (w rozdziale 8) Doktorantka podjęła ciekawy i ważny problem badawczy dotyczący wpływu czynników abiotycznych i biotycznych na destrukcję piaskowców o charakterze arenitów, które, jak to wykazała wcześniej, znajdowały i znajdują

obecnie powszechne zastosowanie w budownictwie. Deterioracja piaskowców w zabytkowych budowlach jest zjawiskiem złożonym, obejmującym szereg czynników o charakterze biologicznym, chemicznym i fizycznym, oddziaływujących na kamień w sposób synergiczny. Właściwa identyfikacja przyczyn i mechanizmów destrukcji kamienia umożliwia przeprowadzenie jego prawidłowej i skutecznej konserwacji, która w zależności od przyjętego założenia konserwatorskiego, przywróci jego pierwotną świetność oraz na dłuższy czas zapewni jego ochronę. W tym kontekście niezwykle interesujące i cenne są wyniki wykonanych przez Doktorantkę eksperymentów, polegających na poddaniu wytypowanych piaskowców, działaniu wybranych czynników abiotycznych oraz biotycznych z wykorzystaniem takiego rodzaju bakterii, która kolonizuje powierzchnie zabytkowych elementów kamiennych. Autorka wykazała znacznie większe ługowanie krzemu i glinu w warunkach biotycznych niż abiotycznych, wskazując jednocześnie na intensyfikację tego procesu w piaskowcach o dominującym spoiwie ilastym. Interesujące jest wykazanie w piaskowcach z synklinorium północnosudeckiego zwykle większych wartości ługowania krzemu i glinu na początku eksperymentu, w odróżnieniu od piaskowców z synklinorium śródsudeckiego, w których zawartość ługowanego krzemu i glinu zazwyczaj zwiększała się wraz z upływem czasu. Wykazane zostało także, że ługowanie żelaza w warunkach działania czynnika biologicznego było ostatecznie wielokrotnie większe niż pod wpływem działania czynników abiotycznych. Badania SEM-EDS wykazały powstanie nowych faz mineralnych określonych przez Autorkę jako uwodnione siarczany, które związały część wylugowanych jonów glinu, krzemu i żelaza. Wykazały także rozpuszczanie hydroksytlenków żelaza oraz korozję ziaren skaleni.

Wyniki wykonanych przez Doktorantkę badań powiększają wiedzę dotyczącą petrografii kredowych piaskowców Dolnego Śląska, zastosowanych w obiektach zabytkowych oraz stanowią niekwestionowany wkład Autorki w poznanie niektórych aspektów deterioracji, zwłaszcza biologicznej, jakiej mogą być poddane niewęglanowe piaskowce o charakterze arenitów.

Oprócz niewątpliwych zasług Autorki decydujących o dużej wartości przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej, należy też wskazać pewne braki i mankamenty, jakie w mojej ocenie w pracy tej się znalazły.

Część moich krytycznych uwag jest natury bardziej ogólnej, pozostała część ma charakter bardziej szczegółowy. Są one następujące:

1. Tytuł rozprawy doktorskiej w znaczeniu literalnym wskazuje, że dotyczy ona charakterystyki petrograficznej piaskowców zastosowanych w wybranych, kamiennych obiektach zabytkowych Dolnego Śląska, identyfikacji miejsc (złóż) ich pozyskania oraz charakterystyki procesów degradacji (deterioracji), jakim uległy te piaskowce, znajdując się w tych obiektach. W takim kontekście, nieco zaskakuje brak jakichkolwiek informacji w przedstawionej dysertacji na temat przejawów deterioracji piaskowcowych elementów kamiennych, mimo że są one zauważalne na fotografiach obiektów poddanych badaniom. Dopiero po szczegółowym zapoznaniu się z tekstem czytelnik

stwierdza, że wspomniana w tytule degradacja nie dotyczy piaskowców z wybranych detali architektonicznych Dolnego Śląska ale kredowych piaskowców pochodzących z dolnośląskich złóż, które zostały poddane określonym eksperymentom. Ażeby uniknąć tej niejednoznaczności, wskazane byłoby podanie we wstępie pracy informacji o tym, w jakim kontekście będzie omawiana degradacja piaskowców.

2. Doktorantka w zasadzie nie formułuje na początku rozprawy żadnej hipotezy badawczej. Dopiero w rozdziale 8.4. na str. 214 podaje, że *"Porównanie poszczególnych warunków wietrzenia potwierdza hipotezę badawczą, sugerującą biowietrzenie jako proces intensyfikujący deteriorację piaskowców"*, a na str. 215 stwierdza, że *"hipotezę badawczą o istotnym wpływie mikroorganizmów i produktów ich metabolizmu na rozpuszczanie piaskowców potwierdzają symulacje wpływu parametru pH na deteriorację badanych skał"*. Takie lub inne dodatkowe hipotezy badawcze, np. dotyczące wpływu litologii piaskowców na ich podatność względem czynników niszczących, warto byłoby umieścić na początku pracy.
3. Niewątpliwą wartością pracy jest wykonanie badań petrograficznych według jednolitej metodyki, dla sporej liczby próbek piaskowców pochodzących z różnie zlokalizowanych wychodni oraz z obiektów zabytkowych. Metodyka obejmuje typowy zestaw badań stosowanych w tego rodzaju pracach. W związku z trudnością w pozyskaniu większej ilości materiału badawczego z obiektów zabytkowych, badania petrograficzne w mikroskopie optycznym można było wykonać na preparatach odkrytych, na których dodatkowo można byłoby wykonać także badania SEM-EDS w warunkach niskiej próżni. Z uwagi na specyfikę litologii badanych piaskowców, w kontekście założonego celu pracy, oprócz zastosowanych metod, przydatne mogłyby być także inne metody, np. badania katodoluminescencyjne (CL) umożliwiające określanie pierwotnych cech teksturalnych skał (obtoczenie, upakowanie, typy kontaktów międzyziarnowych), opis przejawów wtórnych zmian w minerałach lub badania porozymetryczne pozwalające na charakterystykę struktury przestrzeni porowej.
4. W opisach petrograficznych piaskowców Doktorantka skoncentrowała się na charakterystyce ich uziarnienia oraz wykonaniu podstawowego opisu petrograficznego umożliwiającego przyporządkowanie tych skał do odpowiednich odmian według klasyfikacji Pettijohna et al. (1972). Autorka dość dokładnie, wręcz drobiazgowo charakteryzuje piaskowce w zakresie ich uziarnienia. Jednocześnie jednak brakuje w tych opisach informacji o kształcie i stopniu obtoczenia ziaren, czyli wiadomości, które umieszcza się standardowo w opisach petrograficznych piaskowców. Taka informacja mogłaby wskazać dodatkowe różnice (lub podobieństwa) między omawianymi piaskowcami, zwłaszcza, że różnorodność stopnia obtoczenia jest zauważalna na załączonych w pracy mikrofotografiach. Również takie różnice wykazywali we wcześniejszych pracach inni badacze np. J. Milewicz.

Wyrażnie mniejszą uwagę Doktorantka poświęciła dokładniejszej charakterystyce petrograficznej składników spoiwa i szkieletu ziarnowego. W mojej ocenie, w wykonanych opisach brak jest określenia procentowego udziału sumy spoiwa oraz

udziału poszczególnych jego składników. Wszystkie opisy zawierają dość ogólnikowe stwierdzenie, że spoiwo jest "*ilasto-krzemionkowe (porowe, podrzędnie kontaktowe) z udziałem spoiwa żelazistego (getyt)*". Taki sam, niemal identyczny opis pojawia się w przypadku próbek dolnego, środkowego i górnego piaskowca ciosowego z obszaru synklinorium północnosudeckiego. Z takiego opisu wynika, że piaskowce te w zasadzie nie wykazują żadnego zróżnicowania w zakresie wykształcenia spoiwa. Również w opisach próbek reprezentujących środkowy piaskowiec ciosowy z synklinorium śródsudeckiego i rowu górnej Nysy Kłodzkiej wskazane jest spoiwo ilasto-krzemionkowe (porowe i kontaktowe), miejscami żelaziste. Dopiero dolny i górny piaskowiec ciosowy reprezentowany jest przez piaskowce o spoiwie ilastym, krzemionkowym, krzemionkowo-ilastym lub częściowo żelazistym. W mojej ocenie, w sytuacji, gdy istnieje tak duże podobieństwo spoiw w piaskowcach zaliczanych do odrębnych jednostek litostratygraficznych, należałoby dokonać dokładniejszego opisu tych spoiw, zarówno w zakresie ich udziału, jak też dokładniejszej charakterystyki formy ich występowania. Ułatwiłoby to wzajemne odróżnienie tych piaskowców. Pozwoliłoby także wyciągnąć bardziej precyzyjne wnioski dotyczące mechanizmu ługowania krzemu i glinu z piaskowców. Przydatne z punktu widzenia dalszych rozważań Autorki nad degradacją piaskowców pod wpływem czynników biotycznych, byłoby określenie formy występowania krzemionkowych składników spoiwa np. stwierdzenie czy są to kwarcowe obwódki regeneracyjne, czy też kwarc mikrokryształiczny itp. Ponadto wskazane byłoby określenie, przynajmniej przybliżone, udziału porów rozróżnialnych mikroskopowo, bowiem jak wiadomo, wielkość porowatości (i struktura porów) może mieć wpływ na poziom rozpuszczania składników skały.

Dla rozróżnienia piaskowców, a jednocześnie wskazania proveniencji kamienia zastosowanego w obiektach zabytkowych, przydatne mogłoby być także określenie rodzaju litoklastów, których udział, jak wykazała Autorka, może wynosić nawet 15% i które, jak wynika z wcześniejszych prac dotyczących tego obszaru, mogą się różnić litologią. Zauważa się tu pewną niekonsekwencję, bowiem np. w opisie piaskowca pobranego z kaplicy Zamku Piastowskiego w Legnicy pojawia się informacja o obecności w nim okruchów skał krzemionkowych. Niestety, wcześniej w żadnym opisie badanych próbek pochodzących z odłamek nie scharakteryzowano litoklastów poza jednym stwierdzeniem (na str. 37) wskazującym na obecność głównie kwarcytów. Odczuwa się także brak informacji na temat odmian skaleni (których może być nawet 24%) jakie występują w badanych piaskowcach oraz wskazania czy istnieje jakaś prawidłowość między występowaniem określonego rodzaju skaleni a jednostką litostratygraficzną, do której przynależą piaskowce.

Uwzględnienie w wykonanych opisach przedstawionych powyżej dodatkowych informacji, sprawiłoby, że wskazanie źródeł pochodzenia materiału kamiennego zastosowanego w badanych zabytkach oparte byłoby o większą liczbę parametrów, co

niewątpliwie korzystnie wpłynęłoby na wyniki wykonanej analizy porównawczej oraz dyskusji dotyczącej degradacji piaskowców.

5. Niezbyt jasne dla mnie są powody wyboru przez Autorkę próbek reprezentatywnych dla dolnych, środkowych i górnych piaskowców ciosowych z synklinorium północnosudeckiego, w odróżnieniu od próbek z synklinorium śródsudeckiego, gdzie dobór próbek reprezentatywnych jest w mojej ocenie prawidłowy, wynikając z ich uziarnienia i składu mineralnego. Powinno zostać wyjaśnione jakie cechy próbek WB1112, WB1111 i WB1403 uznano za decydujące o ich wyborze jako próbki reprezentatywne.
6. Z analizy bibliografii przywołanej w pracy wynika, że rezultaty eksperymentów pozwalających na analizę wpływu mikroorganizmów na zmianę chemizmu i destrukcję piaskowców kredowych Dolnego Śląska zostały już wcześniej opublikowane przez Doktorantkę jako współautorkę artykułu z roku 2020. W tym kontekście stwierdzenie Autorki (str. 176), że aspekt oceny wpływu bakterii na dolnośląskie piaskowce ciosowe nie był do tej pory poruszany, nie jest całkowicie prawdziwe.
7. Zauważalnym mankamentem pracy, zwłaszcza w części dotyczącej podsumowania i dyskusji wyników, są stwierdzenia nie zawsze mające wyraźne poparcie w wynikach badań własnych, przy jednoczesnym braku odwołania się do dorobku innych badaczy, zwłaszcza, że istnieje dość bogata literatura przedmiotu. Przykładem może być stwierdzenie na str. 184: *"...pojawienie się faz wtórnych we wspomnianym procesie wietrzenia biologicznego często powoduje stworzenie bariery fizycznej pomiędzy materiałem wietrzeniowym a czynnikiem na niego oddziałującym"* Skąd to wiadomo, skoro nie wykazano tego badaniami? Na str. 214: *"W świetle uzyskanych wyników można wnioskować, że największe znaczenie pod kątem podatności na deteriorację ma zawartość i skład mineralny spoiwa w piaskowcach"*. Skąd ten wniosek, skoro nie określono zawartości spoiwa?
8. W rozdziale 5 wskazana byłaby pewna korekta tytułów podrozdziałów, gdyż w obecnym układzie podrozdział 5.2. zatytułowany "Piaskowce z synklinorium północnosudeckiego" zawiera w sobie podrozdział 5.2.1. "Utwory kredy synklinorium północnosudeckiego" który dotyczy nie tylko piaskowców, ale także charakteryzuje różnorodne litologicznie utwory wieku od karbonu do kredy, a więc obejmuje szersze zagadnienia. Podobna uwaga dotyczy podrozdziałów 5.3 i 5.3.1., w których scharakteryzowano utwory synklinorium śródsudeckiego i rowu górnej Nisy Kłodzkiej.
9. Na str. 12 podane zostało, że *"Podstawowym celem prowadzonych badań jest określenie proveniencji kamiennego materiału budowlanego i rzeźbiarskiego, ale także próba zdefiniowania własności petrograficznych i czynników biotycznych (ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania bakterii) na procesy degradacji wybranych piaskowcowych detali architektonicznych"*. Wskazane byłoby dodać tutaj, że brane były także pod uwagę czynniki abiotyczne, o czym świadczy charakterystyka warunków przeprowadzonych eksperymentów podana na str. 178.

10. W opisach petrograficznych, w kilku przypadkach podawane są wartości wielkości ziaren lub udziały składników szkieletu ziarnowego określone dla dwóch próbek, a w opisie podawany jest przedział wartości od-do. Bardziej poprawne byłoby podanie spójnika "i" między takimi dwiema wartościami.
11. Mikrofotografie z mikroskopu optycznego są wykonane jedynie przy małych powiększeniach. Według mnie brakuje przynajmniej przykładowych fotografii przy większych powiększeniach, ukazujących rodzaj spoiwa i jego rozmieszczenie między ziarnami szkieletu skały.
12. Na str. 47 Autorka charakteryzuje spoiwo próbki reprezentatywnej w świetle badań SEM-EDS, jako ilaste (kaolinitowe) oraz współwystępujące z nim spoiwo żelaziste (ryc. 5.26). Niestety fotografia SEM została wykonana przy niewielkim powiększeniu, co bardzo utrudnia dostrzeżenie opisywanych składników spoiwa. Ponadto, na obu widmach EDS praktycznie nie występuje pik Fe, co stawia pod znakiem zapytania istnienie spoiwa żelazistego w tym miejscu. Przy tej okazji należy dodać, że związków żelaza nie stwierdzono także na dyfraktogramie tej próbki (ryc. 5.27). Nie są one obecne także na dyfraktogramie próbki WB1403 (ryc. 5.61). Niezbędny jest zatem komentarz do tej sprawy. Podobna sytuacja, związana z małą czytelnością obrazu, dotyczy mikrofotografii SEM próbki WB1111 (ryc. 5.41) na której zupełnie nie widać spoiwa kaolinitowego oraz próbki WB1403 (ryc. 5.60), gdzie kaolinit miałby występować w postaci tzw. koncertyny. Bardzo przydatne byłyby mikrofotografie przy znacznie większym powiększeniu.
13. Na ryc. 5.38 tj. na histogramie uziarnienia próbki WB1809 widać, że największe ziarna należą do frakcji 1,0-2,0 mm. Tymczasem na ryc. 5.32, czyli mikrofotografii tej próbki widoczne jest ziarno o wielkości ponad 3 mm. Taka sama sytuacja jest w przypadku próbki WB1307 (ryc. 5.81 i 5.96). Podobnie jest na ryc. 6.13 i 6.39. Należałoby wyjaśnić, z czego wynikają te niezgodności. Z kolei próbki WB1805 i WB1807 (ryc. 5.29 i 5.50) mają taką samą wartość średniej średnicy ziarna (0,16 mm), a tymczasem na mikrofotografiach obie próbki wyraźnie się różnią wielkością uziarnienia. Należałoby wyjaśnić, z czego to wynika.
14. Na str. 84 w opisie próbek WB1307, WB1308, WB1309, WB1310 nie wskazano obecności glaukonitu, którego udział jest jednak prawdopodobnie znaczny, skoro został on zidentyfikowany na dyfraktogramie próbki WB1307 (ryc. 5.113).
15. Na str. 96 pojawia się stwierdzenie, że *"w obrazie SEM-EDS widoczne jest dobrze rozwinięte spoiwo krzemionkowe"*. Podobnie, na str. 102 widnieje zapis *"widoczne jest silnie rozwinięte spoiwo krzemionkowe"*. Są to nieprecyzyjne określenia. Należałoby dokładnie wskazać formę występowania spoiwa krzemionkowego w tym piaskowcu np. obwódki regeneracyjne, cement mikrokryształiczny itp. oraz określić jego udział.
16. Ryc. 6.57. przedstawia wyniki badań SEM-EDS próbki piaskowca z Zamku Piastowskiego w Legnicy. Na widmie EDS widoczne są piki chloru i siarki. Ich obecność może wskazywać na obecność chlorków i gipsu (zwłaszcza, że obecny jest pik wapnia) utworzonych wtórnie w wyniku deterioracji piaskowca. Możliwe też, że jest to próbka po

eksperymentcie, na którą nałożono pożywkę zawierającą między innymi chlorek potasu, siarkę, siarczan magnezu i siarczan amonu. Niestety brak jest komentarza wyjaśniającego obecność tych składników.

17. Na str. 170 zapisano, że wszystkie próbki zabytkowego materiału kamiennego reprezentują jedną odmianę litologiczną – arenit kwarcowy, gdy tymczasem z diagramu klasyfikacyjnego Pettjohna et al (ryc. 6.4) i z dalszej części tekstu wynika, że oprócz próbek odpowiadających arenitowi kwarcowemu są także próbki arenitu subalitycznego i subarkozowego. Należałoby skorygować ten zapis.
18. Na str. 183 podano, że piaskowce z Jeleniej Głowy i Radkowa wykazują największe całkowite wylugowanie krzemu. Jest to zapewne przejęzyczenie, gdyż taki zapis sugeruje, iż w piaskowcu nie zostało już w ogóle krzemu, co oznaczałoby, że praktycznie skała została całkowicie rozpuszczona.
19. Na str. 183 i następnej zwrócono uwagę, że dla piaskowców z synklinorium północnosudeckiego największa intensywność ługowania krzemu do roztworu nastąpiła na początku trwania eksperymentu, natomiast dla piaskowców z synklinorium śródsudeckiego na jego końcu. Autorka wiąże to z szybszym ługowaniem kaolinitu niż illitu, które występują odpowiednio w spoiwie tych piaskowców. Wykonanie dokładniejszych obserwacji mikroskopowych dałoby może dodatkowe informacje, które mogłyby wskazać inne przyczyny tego zjawiska np. różną dostępność roztworów do cząstek spoiwa w porach lub sumaryczny udział spoiwa decydujący o ostatecznej ilości wylugowanego krzemu.
20. Na stronach 203 i 204 opisano nowe fazy mineralne powstałe w piaskowcach poddanych działaniu bakterii, wiążąc ich utworzenie z rozpuszczaniem minerałów ilastych tworzących spoiwo. Wydaje się, że w piaskowcach z Radkowa równie istotny wpływ miało także wspomniane przez Autorkę rozpuszczanie dość licznych w tej skale skałeni (6-13% obj.), podczas gdy udział spoiwa ilastego, jak to wynika np. z moich badań, kształtuje się na poziomie średnio około 5% obj. Interesującym zagadnieniem jest wykazanie przez Autorkę, że w piaskowcach z synklinorium północnosudeckiego nowe fazy mineralne mają postać zbliżoną do kłębków waty, a w próbkach z synklinorium śródsudeckiego mają kształty gwiazdiste i płytkowe. Niestety Doktorantka nie podjęła próby wytłumaczenia tego zjawiska, a można było to uczynić, wiążąc to np. ze składem mineralnym rozpuszczanego podłoża, składem chemicznym powstałych form lub stężeniem roztworów, z których te fazy mineralne krystalizowały.
21. W opisach zmian wietrzeniowych piaskowców wywołanych działaniem agresywnego czynnika biotycznego (rozdział 8.3.1.3.) brakuje kompleksowej informacji o tym, czy ługowanie Si, Al i Fe spowodowało zmiany mikrostruktury składników spoiwa i kruszywa. Z różnych fragmentów tekstu czytelnik dowiaduje się, że doszło do korozji skałeni lub, że zanikły pierwotnie widoczne hydroksytlenki żelaza. Brak jest informacji o stanie zachowania ziaren litoklastów, kwarcu i krzemionkowych składników spoiwa oraz o głównym według Doktorantki składniku stanowiącym źródło ługowanych jonów Si i Al, czyli o minerałach ilastych. Nie podano, czy minerały te nadal są zauważalne w

przestrzeni międzyziarnowej, czy też może uległy całkowitemu rozpuszczeniu lub strukturalnej transformacji. Takie informacje dotyczące spoiwa są niezmiernie ważne, chociażby z tego względu, że zmniejszenie ilości spoiwa w piaskowcu może zwiększyć jego porowatość oraz znacznie obniżyć zwężłość i tym samym zmniejszyć odporność na inne czynniki niszczące.

22. Drobne uwagi o charakterze stylistycznym to: zamiast *"parametry statystyczne (...) są niższe"* powinno być *"wartości parametrów statystycznych są niższe"* (str. 169); zamiast *"skały zostały wskazane jako źródło materiału budowlanego"* powinno być np. *"Złoże te (Płakowice i Żerkowice) zostały wskazane jako źródło materiału budowlanego"* (str. 177); zamiast *"żelazo wykazało największą zmienność w czasie"* powinno być np. *"w przypadku żelaza stwierdzono największą zmienność wielkości ługowania w czasie"* (str. 214); zamiast *"Fragmenty lityczne reprezentowane przez okruchy skał"* powinno być *"fragmenty lityczne"* lub *"litoklasty"* lub *"okruchy skał"*, gdyż określenia litoklast i okruch skalny są synonimami. Ponadto na str. 227 należy uporządkować alfabetycznie bibliografię.

3. Wniosek końcowy

Przedstawione powyżej uwagi krytyczne i wykazane mankamenty nie obniżają w sposób istotny wartości merytorycznej przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej. Uważam, że Doktorantka przedstawiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i osiągnęła cel badawczy, jaki sformułowała we wstępnych rozdziałach rozprawy. Przedstawioną przez Doktorantkę rozprawę oceniam pozytywnie i doceniam jej wartość merytoryczną.

Tym samym stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Katarzyny Szadkowskiej spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim w świetle ustawy z dnia 14 marca 2003 roku "O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuk" (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) w związku z art. 179 ust. 1 i ust. 2 z dnia 3 lipca 2018 r. W związku z tym wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr Katarzyny Szadkowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

