

Rzeszów, 24 kwietnia 2021 r.

Prof. dr hab. inż. Ewa Antonina Czyż
Zakład Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii
Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska
Kolegium Nauk Przyrodniczych
Uniwersytet Rzeszowski
e-mail: eczyz@ur.edu.pl

Recenzja

**osiągnięcia naukowego pt. „Charakterystyka i przemiany fitogenicznego krzemu (fitolitów)
w glebach różnych biogeosystemów”,
pozostałego dorobku naukowego oraz aktywności badawczej, współpracy
międzynarodowej, dorobku dydaktycznego, popularyzacyjnego i organizacyjnego
dr inż. Danuty Kaczorek
ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo**

Ocena osiągnięć naukowych dr inż. Danuty Kaczorek z SGGW w Warszawie w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego:

Podstawa opracowania

Recenzja została wykonana w odpowiedzi na pismo 07.03.2022 roku sporządzone przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, dr hab. Łukasza Uzarowicza prof. SGGW, na podstawie art. 221 ust. 5 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.), o powołaniu mnie na recenzenta Komisji w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego Pani dr Danucie Kaczorek.

Do opracowania recenzji wykorzystano przesłane materiały:

- a) Dane wnioskodawcy (zał. 1).
- b) Dokument potwierdzający uzyskanie stopnia doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii (zał. 2).
- c) Autoreferat w języku polskim wraz kopiami czterech publikacji wchodzącymi w skład osiągnięcia wraz z oświadczeniami współautorów ww. publikacji naukowych (zał. 3).
- d) Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny wraz z kopiami prac (zał. 4).
- e) Potwierdzenie osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (zał. 5).

Niniejsza recenzja osiągnięcia naukowego oraz osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego, działań popularyzatorskich i organizacyjnych Pani dr inż. Danuty Kaczorek w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo obejmuje zakres zgodny z zapisami Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce - art. 219 ust.1 pkt 2 [Dz. U. z 2021r. poz. 478] i zaleceniami Rady Doskonałości Naukowej zawartymi w opracowaniu z 5 sierpnia 2021r.

I. PODSTAWOWE DANE O KANDYDATCE, - najważniejsze fakty z życiorysu zawodowego, w tym przebieg pracy zawodowej

Dr inż. Danuta Kaczorek jest absolwentką Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. W 1996 roku w Katedrze Gleboznawstwa na Wydziale Rolniczym uzyskała tytuł magistra inżyniera na kierunku Rolniczym, realizując pracę magisterską pt. „*Wpływ procesu tworzenia się rudy darniowej na akumulację metali ciężkich*”. Promotorem pracy był Pan prof. dr. hab. Zbigniew Czerwiński. Kandydatka w dniu 7 marca 2001 roku na Wydziale Rolniczym Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie uzyskała stopień doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii. Tytuł rozprawy: „*Skład mineralogiczny i ogólna zawartość pierwiastków w glebach z poziomami rudy darniowej*”. Promotorem pracy był Prof. dr hab. Zbigniew Czerwiński, a recenzentami Prof. dr hab. Andrzej Mocek z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu i dr hab. Danuta Czepińska-Kamińska prof. nadz. SGGW.

Habilitantka w okresie od 1996 do 2001 roku ukończyła studia doktoranckie na Wydziale Rolniczym w SGGW w Warszawie. Potem w okresie od 2001 do 2004 roku pracowała tam na stanowisku asystenta, a w okresie od 2004 roku do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta badawczo-dydaktycznego w Katedrze Gleboznawstwa na Wydziale Rolnictwa i Biologii, SGGW w Warszawie. Należy podkreślić, że od dnia 1 czerwca 2019 roku przebywa na stażu naukowym w Niemczech, w Research Area 1 „Landscape Functioning” Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF), Müncheberg, Germany; w okresie tym w jednostce macierzystej SGGW ma urlop bezpłatny.

Jak wynika z dokumentacji Kandydatka dotychczas nie ubiegała się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

II. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO, które jest opisane w art. 219 ust. 1. pkt 2) ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie Wyższym i nauce (Dz.U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm)

Jako osiągnięcie naukowe podlegające ocenie w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr Danuta Kaczorek przedstawiła cykl publikacji powiązanych tematycznie p.t.: „Charakterystyka i przemiany fitogenicznego krzemu (fitolitów) w glebach różnych biogeosystemów”. Na osiągnięcie to składają się cztery recenzowane prace naukowe, opublikowane w latach 2004–2019 w czasopismach zamieszczonych na liście Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Jedna praca przeglądowa w języku polskim ukazała się w Rocznikach Gleboznawczych (aktualna nazwa czasopisma Soil Science Annual; 14 pkt_{MNISW}), a pozostałe trzy w języku angielskim w wysokopunktowanych czasopismach zagranicznych: jedna w czasopiśmie Geoderma (200 pkt_{MNISW}, IF = 6,114) i dwie w Biogeosciences (40 pkt_{MNISW}, IF = 3,851).

Wszystkie publikacje są współautorskie, przy czym w dwóch Kandydatka jest pierwszym autorem. Zgodnie z oświadczeniami współautorów udział dr Danuty Kaczorek w przygotowaniu tych artykułów był następujący:

- **Praca (1)** Kaczorek D., Sommer M. 2004. Obieg krzemu w biogeosystemach lądowych klimatu umiarkowanego. Roczniki Gleboznawcze (Soil Science Annual). T. LV No 3, 221-230.
Kandydatka stworzyła koncepcję pracy, zebrała literaturę, przygotowała rysunki i napisała tekst publikacji przeglądowej.
- **Praca (2)** Kaczorek D., Puppe D., Busse J., and Sommer M. 2019. Effects of phytolith distribution and characteristics on extractable silicon fractions in soils under different vegetation – An exploratory study on loess. Geoderma 356/ 113917/.

Habilitationka stworzyła tu koncepcję badań, dokonała wyboru obiektów badań i metod badawczych oraz sformułowała główny cel badań; wykonała badania terenowe, pobrała próbki glebowe i przygotowała je do badań. Ponadto wykonała analizy właściwości gleb m.in.: skład mechaniczny, pH, zawartość węglanów i węgla organicznego. Wykonała analizy krzemu, oraz ilościowe i jakościowe analizy fitogenicznego krzemu; określiła stopień rozpuszczalności fitolitów. Ponadto dokonała interpretacji wszystkich wyników badań (za wyjątkiem ameb glebowych). Opracowała ryciny, tabele i napisała tekst publikacji.

- **Praca (3)** Sommer M., Jochheim H., Höhn A., Breuer J., Zagorski Z., Busse J., Barkusky D., Meier K., Puppe D., Wanner M., and Kaczorek D. 2013. Si cycling in a forest biogeosystem – the importance of transient state biogenic Si pools. *Biogeosciences*, Volume 10, No. 7, pp 4991-5007.

Kandydatka w tej pracy określiła koncepcję badań mikromorfologicznych gleb i fitogenicznego krzemu, tj. oznaczenia ilościowego i jakościowego fitolitów wyizolowanych z gleby i z opadu materiału roślinnego. Dokonała określenia morfotypów i stopnia rozpuszczania fitolitów. Również przygotowała dokumentację fotograficzną fitolitów do ww. pracy. Ponadto zrobiła interpretację wszystkich wyników badań. Z zakresu wymienionych badań napisała część manuskryptu.

- **Praca (4)** Puppe D., Höhn A., Kaczorek D., Wanner M., Wehrhan M., and Sommer M. 2017. How big is the influence of biogenic silicon pools on short-term changes in water-soluble silicon in soils? Implications from a study of a 10-year-old soil–plant system. *Biogeosciences*, 14, 5239–5252.

Habilitationka określiła koncepcję badań fitogenicznego krzemu, dokonała wyboru miejsc badań terenowych, przeprowadziła badania w terenie, pobrała próbki glebowe i roślinne do analiz. Wykonała ilościowe i jakościowe analizy fitolitów wyizolowanych z gleby i materiału roślinnego, traw. Ponadto dokonała interpretacji wymienionych wyników badań. Wykonała dokumentację fotograficzną fitolitów w mikroskopie świetlnym (Nikon eclipse LV100) i skaningowym (SEM, JEOL JSM6060 LV). W pracy tej sześć form (morfotypów) fitolitów zostało wyliczonych przy użyciu 10 zdjęć wykonanych w mikroskopie skaningowym (SEM), przy powiększeniu 500x, zgodnie z międzynarodową terminologią (ICPN-International Code for Phytolith Nomenclature 1.0). Stan rozpuszczenia fitolitów analizowano również z wykorzystaniem 10 zdjęć z SEM, użytych wcześniej do klasyfikacji morfotypów. Formy fitolitów poddano dodatkowo analizie ich widma pierwiastkowego (mapowanie pierwiastków) w celu określenia składu całkowitego (EDX-X-Flash-Detector). Habilitationka opracowała ryciny, tabele i napisała tekst publikacji. Uczestniczyła również w interpretacji wszystkich przedstawionych w pracy wyników badań.

Łączna liczba punktów za osiągnięcie naukowe — 294 (zakres punktacji 14 – 200 pkt.), a sumaryczny współczynnik wpływu IF = 13,816. Wskaźniki naukometryczne osiągnięcia są wysokie i wystarczające do ubiegania się o awans w postępowaniu habilitacyjnym.

W **pracy (1)** artykule przeglądowym, na podstawie przeglądu literatury, zostały szeroko przedstawione aspekty obiegu krzemu w biogeosystemach lądowych klimatu umiarkowanego. Jak podaje Habilitationka, celem tej pracy było opisanie obiegu krzemu w środowisku i przedstawienie ważnych aspektów związanych z przemianami krzemu w biogeosystemach lądowych, na które dotychczas nie znaleziono odpowiedzi, a które wymagają wyjaśnienia i są istotne dla zrozumienia całości przemian krzemu. Artykuł ten jest dobrym wprowadzeniem do dalszych prac stanowiących osiągnięcie naukowe Kandydatki, gdyż zawiera zebrane informacje z zakresu dotychczasowych badań nad krzemem w środowisku. Przedstawiono tu występowanie krzemu (Si), wskazano, że jest jednym z najbardziej rozpowszechnionym na Ziemi pierwiastków i stanowi 26% całości skorupy ziemskiej. Wchodzi w skład 270 minerałów skałotwórczych. Wyszczególniono, że Si jest drugim po tlenie, pod

względem ilościowym pierwiastkiem skorupy ziemskiej i odgrywa ważną rolę w globalnym obiegu materii. Ponadto jest fundamentalnym składnikiem gleb, ponieważ jest elementem nieomal wszystkich skał macierzystych gleb. Na podstawie przeglądu literatury wyjaśniono, że źródłem krzemu w środowiskach morskich są procesy wietrzenia w biogeosystemach lądowych. Wskazano, że największym źródłem krzemu dla oceanów są kontynenty, gdzie wietrzenie krzemianów i późniejsze wymywanie krzemu przez roztwór glebowy jest ostatecznym źródłem krzemu dla oceanu. Tutaj podsumowano aktualną wiedzę o najważniejszych pulach, przemianach i cyklu Si w biogeosystemach lądowych. Krzemionka uruchamia globalny obieg węgla poprzez sprzężenie Si-C w produkcji biomasy okrzemkowej w oceanach. Ponadto podkreślono, że wietrzenie krzemianów jest procesem ciągłym w środowiskach glebowych, przy czym wietrzenie chemiczne pierwotnych i wtórnych krzemianów w glebach prowadzi do uwolnienia związków krzemu do roztworu glebowego. Wyjaśniono, że kwasy krzemowe w roztworze glebowym występują w formie kwasów monokrzemowych, które w procesie polimeryzacji tworzą kwasy polikrzemowe, a następnie mogą powstawać z nich koloidy, żele, czy wytrącenia krzemionkowe. Z kolei z żeli krzemionkowych powstawać mogą wtórne glinokrzemiany. Ponadto wytrącenia krzemionkowe mogą również tworzyć amorficzne otoczki na powierzchni innych ziaren mineralnych występujących w glebie.

Na podstawie przeglądu literatury i badań własnych wskazano, że w glebach obecny jest również krzem biogeniczny m.in.: krzem fitogeniczny (fitolity), mikrobiologiczny i protozoiczny. Podkreślono, że jedną z biogenicznych form krzemu w glebach jest Si pochodzenia roślinnego (fitolity, krzem fitogeniczny). Wyjaśniono, że kwas krzemowy, który został przez rośliny pobrany z roztworu glebowego, wytrąca się głównie jako amorficzna krzemionka ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) na ścianach komórkowych, w świetle komórki lub w pustkach międzykomórkowych. Zawartość Si w roślinach waha się od 0,1 do 16% s.m., a wytrącenia Si (fitolity) w roślinach mogą osiągać różne wielkości od 100 nm do 500 μm . Wyjaśniono, możliwości dopływu fitolitów do gleb i wskazano, że fitolity dostają się do gleby *in situ* poprzez opadanie liści i rozkład roślin; a także przez czynniki zewnętrzne, np. działalności człowieka (nawożenie organiczne, składowanie odpadów organicznych) lub mogą występować jako podstawowe składniki skały macierzystej (lessy, skały osadowe) jako domieszki. Fitolity uważa się za główny składnik puli krzemionki biogenicznej w glebie. Zawartość fitolitów w glebie mieści się w zakresie od 0,1 do 3 mas.%. Zwrócono uwagę, na dwa procesy bioturbację i perkolację w wyniku których fitolity w profilach glebowych mogą podlegać przemieszczaniu w glebie. Zdaniem Habilitantki ważne jest podjęcie badań nad przemianami fitogenicznego krzemu w glebach oraz wyjaśnienie jakie czynniki glebotwórcze wpływają na ich formy jak i na sam proces rozpuszczenia/i transportu? Wskazano, że wiedza na temat właściwości i przemian tych zasobów Si w glebach jest niewielka.

Reasumując, w pracy wskazano, że związki krzemu w glebach mogą występować pod wieloma postaciami m.in.: • w minerałach pierwotnych (np. w krzemianach i glinokrzemianach), • minerałach wtórnych (głównie minerałach ilastych) oraz • w minerałach własnych krzemionkowych powstałych w procesie pedogenezy (np. wtórny kwarc, opal). W oparciu o dotychczasową literaturę Habilitantka wymieniała również czynniki glebowe wpływające na ilość wolnego krzemu w glebach, takie jak: rodzaj skały macierzystej; odczyn gleby (pH); warunki oksydo-redukcyjne (Eh), a także rodzaj roślinności. Głównie wietrzenie i późniejsze uwalnianie Si może prowadzić do: (i) wtórnego wiązania Si w nowo utworzonych glinokrzemianach; (ii) wytrącania krzemionki amorficznej na powierzchniach innych minerałów; (iii) pobierania przez rośliny i dalsze ponowne przeniesienie do gleby (np. jako fitolitów w opadach ściółki); (iv) ostateczne usunięcie z gleby, pewnych ilości amorficznych form krzemu głównie w postaci kwasów krzemowych ulega wymyciu z profilu glebowego przez wodę przesiąkającą, w procesie odkrzemianowienia gleby (desilifikacji). W tym artykule problemowym napisanym w 2004 roku postawiono szereg ważnych pytań nad którymi w dalszych latach pracy zawodowej Habilitantka starała się znaleźć odpowiedzi m.in. na temat przemian fitogenicznego krzemu (fitolitów) w glebach.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia, uważam podjęcie przez Habilitantkę badań, których wyniki przedstawiono w osiągnięciu naukowym, za celowe i wnoszące do nauki nowe treści dotyczące charakterystyki i przemian fitogenicznego krzemu (fitolitów) w glebach różnych biogeosystemów. Istotne w kolejnych pracach jest określenie, jakim przemianom i procesom podlegają fitogeniczne (fitolity) związki krzemu w glebach oraz jakie czynniki wpływają na ich formy jak i na proces rozpuszczenia czy transportu?

Praca (2) Celem badań, którego było:

- określenie wpływu wietrzenia krzemianów na wewnętrzne i zewnętrzne strumienie krzemu, w tym rozpuszczonego Si; oraz sprawdzenie rozpuszczenia fitolitów w glebie

dr Danuta Kaczorek zrealizowała na obiekcie leśnym (ok. 230 letnim) w okresie czteroletnim (05.2007–04.2011) dla zinterpretowania eksportu DSi (rozpuszczonego Si) w kategoriach źródeł lit-/pedogenicznych i biogenicznych, jak i zmian w okresie wegetacji. Kandydatka wyjaśnia tu, że w celu uwzględnienia jednego z czynników wpływających na DSi (krzem rozpuszczony), tj. zawartości minerałów w glebie odpornych na warunki atmosferyczne, do badań wykorzystano glebę z terenu zalesionego z dominacją kwarcu (>95%). W pracy postawiono hipotezę o minimalnym wpływie chemicznego wietrzenia krzemianów na ilość krzemu rozpuszczonego ($\text{Si}_{\text{H}_2\text{O}}$), DSi.

Metodyka badań laboratoryjnych oraz zastosowane metody analityczne i statystyczne były poprawne; obejmowały m.in.: charakterystykę profili glebowych, określenie frakcji glebowych, składu mineralnego, pH, Corg, CaCO_3 , Fe, Al, $\text{Si}_{\text{H}_2\text{O}}$, badania mikromorfologiczne, oznaczenie całkowitej zawartości krzemu w materiale roślinnym (buka - liściach, korze gałęzi, łuskach pąków i korpusach okryw owoców), oznaczenia ilościowe i jakościowe fitolitów wyizolowanych z gleby i z opadu roślinnego, określenie morfotypów i stopnia rozpuszczenia fitolitów w glebie.

Praca (3). Kolejnym celem badań było:

- ilościowe określenie różnych pul biogenego krzemu (BSi), tj. protofitycznej (okrzemki i muszle ameb), pierwotniakowej, zoogenicznej (kolce gąbczaste) i fitogenicznej (fitolity) puli Si, w czasie początkowego rozwoju gleb i ekosystemu (t_0);
- analiza zmian w pulach biogenego krzemu (BSi), po dekadzie rozwoju ekosystemu (t_{10}); oraz
- określenie wpływu różnych pul biogenicznego krzemu (BSi) na Si rozpuszczalny w wodzie.

W pracy postawiono hipotezę, że różne pule biogenicznego krzemu (BS) wpływają w różnym stopniu na krótkotrwałe zmiany w rozpuszczalnej w wodzie frakcji Si w glebie. Aby przetestować tę hipotezę, pobrano próbki roślin trzcinnika piaskowego (*Calamagrostis epigejos*) i trzciny pospolitej (*Phragmites australis*) i gleby ze sztucznej zlewni w krajobrazie pogórnym w Brandenburgii w Niemczech. Habilitantka ww. cele badawcze zrealizowała w oparciu o obszar Chicken Creek, był to teren badań o zdefiniowanych warunkach początkowych i oferujący możliwość monitorowania dynamiki rozwoju gleb od początku. Badania obejmowały lata 2005 i 2015. Do badań pobrano próbki krótko po wybudowaniu Chicken Creek (2005, t_0) i po okresie rozwoju ekosystemu trwającym 10 lat (2015, t_{10}). Dla okresu t_0 (brak widocznej roślinności) założono, że biogeniczne formy krzemionkowe były jednorodnie rozmieszczone na całym obszarze. Aby ocenić różnice po 10 latach rozwoju ekosystemu, skoncentrowano się na miejscach, gdzie dominowały gatunki roślin kumulujące Si tj. trzcinnik piaskowy (*Calamagrostis epigejos*) i trzcina pospolita (*Phragmites australis*).

Praca (4). Celem tych badań było:

- określenie wpływu rozmieszczenia i charakterystyki fitolitu na ekstrahowalne frakcje krzemu w glebach pod różną roślinnością.

Badane gleby były położone na terenie Polski w miejscowości Miechów, województwo Małopolskie. Głównym kryterium wyboru miejsca badań była skała macierzysta gleb (lessy) oraz zróżnicowane użytkowanie terenu. Badano glebę na czterech stanowiskach: •las bukowy *Fagus sylvatica* L , czystość gatunkowa 100%, wiek > 100 lat; •las sosnowy *Pinus sylvestris* L , czystość gatunkowa > 70%, wiek > 100 lat; •grunty orne (100-letnie pole uprawne), oraz •użytki zielone (10-letnie łąki), wcześniej wykorzystywane jako grunty orne. Badane gleby wytworzone na lessach, sklasyfikowano jako Luvisole (buk, sosna) i Luvisole zerodowane (użytki zielone, grunty orne).

Założono hipotezę, że rozmieszczenie i skupiska fitolitów w glebach obszarów rolniczych i leśnych będą kontrolowane przez roślinność (ukierunkowaną na użytkowanie gruntów), a bezpośredni wpływ na wyekstrahowane frakcje Si, zależy głównie od cechy fitolitów, tj. stanu rozpuszczania (objawy rozpuszczania) i morfologii (proporcje morfotypów). W badaniach tych aby przetestować hipotezę, połączono różne metody ekstrakcji chemicznej (chlorek wapnia, szczawian amonu, tiron) w celu ilościowego określenia różnych frakcji Si (m.in. dostępny w roślinie Si, Si zaadsorbowany/okludowany w tlenkach/wodorotlenkach pedogenicznych, Si bezpostaciowy) oraz techniki mikroskopowe (świetlna mikroskopia, konfokalna, laserowa mikroskopia skaningowa, skaningowa mikroskopia elektronowa) do szczegółowych analiz fitolitów wyekstrahowanych metodą separacji grawimetrycznej (ekstrakcja fizyczna) z wybranych gleb lessowych o zróżnicowanym charakterze użytkowania rolniczego (grunty orne i użytki zielone/łąki) i leśnym (buk i sosny).

Przeprowadzone badania gleb i roślin oraz analizy fizykochemiczne i mikromorfologiczne, mineralogiczne i analizy mikroskopowe pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Określenie wpływu wietrzenia krzemianów na wewnętrzne i zewnętrzne strumienie krzemu, w tym rozpuszczonego Si, wykazało bardzo mały stopień zwietrzenia krzemianów (ortoklaz, mikroklin), jak również brak oznak wytrąceń na ziarnach kwarcu. Habilitantka wyjaśnia, że przyczyną tego zjawiska mogą być otoczki żelazowo-ilaste, które chronią ziarna skaleni i kwarcu przed rozpuszczaniem. Stwierdzono, że wietrzenie skaleni oraz kwarcu nie miało wpływu na stężenia DSi (krzemu rozpuszczonego).
2. Badany materiał roślinny na całkowitą zawartość krzemu Si, wykazał najwyższe ilości w liściach buka, a następnie w korze gałęzi, korze i drewnie pnia, łuskach pąków i kapsułkach (okrw) owoców. Łączna pula Si w biomasie nadziemnej wynosiła 83 kg Si ha⁻¹. Ilościowy średni pobór Si przez tą roślinę powodował największy wewnętrzny przepływ Si w biogeosystemie (35 kg Si ha⁻¹ rok⁻¹), przy czym duża część transportowana była do liści (30 kg Si ha⁻¹ rok⁻¹), z czego większość jest zwracana do gleby przez jesienny opad ściółki, co czyniło go najważniejszym składnikiem rocznego strumienia Si do gleby.
3. Badanie rozpuszczenia fitolitów w glebie, określono z zastosowaniem trzech klas wzrastającego stopnia rozpuszczenia. Zaobserwowano, że odsetek fitolitów gładkich, nie wykazujących oznak rozpuszczania lub wytrawiania powierzchniowego, zmniejszył się istotnie wraz z głębokością profilu: z 69% na powierzchni gleby do 31% w poziomie AB (10-20 cm). Jednocześnie wzrósł do 54% udział fitolitów wykazujących lekkie trawienie powierzchniowe. Fitolity silnie rozpuszczone gąbczaste wynosiły 19% w poziomie Ah (2-10 cm), i nie wykazywały wyraźnej tendencji zmian w zależności od głębokości. Habilitantka reasumując, uzyskane wyniki ww. badań z obserwacją braku świeżych fitolitów buka w poziomach glebowych oraz równoległym wzrostem DSi z pulą Si fitolitu (w warstwie do 25 cm), stwierdza, że rozpuszczanie

fitogenicznego Si jest najważniejszym czynnikiem wpływającym na stężenie DSi, a tym samym na export DSi.

4. Wykazano, że po 10 latach (t_{10}) rozwoju ekosystemu, że wzrosły zasoby C_{org} w glebie nawet 3-krotnie (szczególnie, w górnej warstwie do 5 cm) w porównaniu do odpowiednich wartości w czasie t_0 . Stwierdzono znaczący wzrost zawartości Si_{H_2O} rozpuszczonego w wodzie, i brak stałych zmian zawartość krzemu amorficznego Si_{Tiron} w stosunku do t_0 w obszarze w Chicken Creek.
5. Biogeniczny Si był reprezentowany przez fitolity (>50%), a także przez okrzemki, igły gąbek i pancerzyki ameb w czasie t_0 . Analiza zmian w pulach biogenego krzemu (BSi), po 10 latach rozwoju ekosystemu wykazała, wzrost całkowitej puli BSi w każdym odcinku badanego obszaru w stosunku do t_0 . Stwierdzono, że całkowity BSi wykazywał silne dodatnie i statystycznie istotne korelacje z Si_{H_2O} rozpuszczalnym w wodzie.
6. Po 10 latach (t_{10}) rozwoju ekosystemów ilościowe określenie różnych pul biogenego krzemu (BSi) wykazało ich wzrost, tj. protofitycznej (okrzemki), pierwotniakowej, zoogenicznej (kolce gąbczaste) i fitogenicznej (fitolity) puli Si, w stosunku do początkowego czasu rozwoju gleby i ekosystemu (t_0).
7. Całkowita zawartość krzemu dla dominujących gatunków roślin traw *Calamagrostis epigejos* i *Phragmites australis*, wyniosła 2,2% i 2,7%, odpowiednio, przy czym była większa w ściółce pod tymi trawami i wyniosła 3,1% i 2,9%, odpowiednio. Średnia zawartość wyizolowanych fitoliów wyniosła dla *C. epigejos* 0,37% i *P. australis* 0,43%, a w roślinnej ściółce była nieco wyższa i wynosiła dla *C. epigejos* 0,47% i *P. australis* 0,51%.
8. Po dekadzie rozwoju ekosystemu (t_{10}) zaobserwowano zwiększone rozpuszczalne w wodzie pule Si i biogenego BSi w porównaniu do t_0 ; uznano, że te pule BSi są głównym motorem krótkoterminowych zmian w rozpuszczalnym w wodzie Si. Ponieważ całkowity BSi reprezentuje tylko niewielką część rozpuszczalnego w wodzie Si w t_0 (<2%) i t_{10} (2,8-4,3%), wnioskowano dalej, że mniejsze (<5 μm) i/lub kruche fitogeniczne struktury Si mają największy wpływ na krótkotrwałe zmiany w rozpuszczalnym w wodzie Si. Ponieważ, wyekstrahowane fitolity (>5 μm) stanowiły jedynie około 16% całkowitej zawartości Si w materiałach roślinnych *C. epigejos* i *P. australis* w t_{10} ; zatem uznano, że około 84% małego i/lub kruchego fitogenicznego Si nie jest oznaczane ilościowo za pomocą stosowanej metody ekstrakcji fitolitu.
9. Ocena wpływu różnych pul biogenicznego krzemu (BSi) na Si rozpuszczalny w wodzie, wykazała silną zależność pomiędzy Si rozpuszczalnym w wodzie a całkowitą zawartością BSi. Wskazano tu dwa łańcuchy przyczynowe: (i) albo organizmy syntetyzujące SiO_2 są źródłem $Si(OH)_4$ w glebie, (ii) albo - odwrotnie - ilość Si rozpuszczalnego w wodzie w glebie jest głównym źródłem dla organizmów syntetyzujących SiO_2 , ponieważ biokrzemionka jest ograniczona przez $Si(OH)_4$.
10. Habilitantka wnioskuje, że po 10 latach zmiany Si rozpuszczalnego w wodzie w Chicken Creek są głównie zależne od biogenicznego Si; tak więc obieg Si jest kontrolowany biologicznie już na samym początku rozwoju ekosystemu. W tym kontekście, stwierdzono że fitogeniczny Si odgrywa szczególnie istotną rolę. Jednak rozwijająca się warstwa organiczna (poziom L) na powierzchni gleby tymczasowo chroni fitogeniczny Si przed rozpuszczaniem, gdyż fitogeniczny Si jest nadal wbudowywany w elementy strukturalne roślin (tkanki). Dlatego dochodzi do powstania opóźniającej puli fitogenicznego Si, a uwalnianie Si do gleby jest spowolnione. Całkowita zawartość Si i fitolitu w próbkach ściółki w Chicken Creek nie różniła się od całkowitej zawartości Si i fitolitu w roślinach. Fakt ten wskazuje, że rozkład ściółki i związane z tym uwalnianie Si do gleby są procesami stosunkowo powolnymi.
11. We wszystkich badanych profilach glebowych całkowita zawartość SiO_2 była zbliżona (70-80%), jedynie w poziomach organicznych (O) zawartość SiO_2 była znacznie niższa (ok. 40%). Kwarc był

głównym minerałem badanych gleb; minerały poboczne oraz minerały jako domieszki to: skalenie potasowe, plagioklasy, amfibole i pirokseny.

12. Wskazano, że rozmieszczenie przyswajalnego Si ($\text{Si}_{\text{CaCl}_2}$) w poziomach mineralnych w glebach pod lasem bukowym i sosnowym wykazuje pewne podobieństwo, przy najniższej zawartości w poziomach eluwalnych (E) (dla sosny i buka wynosi 5,0 i 7,9 mg kg^{-1} , odpowiednio). Określono wysoki udział $\text{Si}_{\text{CaCl}_2}$ (79 mg kg^{-1}) w poziomie organicznym (O) gleby wytworzonej pod lasem bukowym, w poziomach iluwalnych (Bt) i skale macierzystej (C) zawartość $\text{Si}_{\text{CaCl}_2}$ wynosiła 13–48 mg kg^{-1} . Badania nie wykazały dużych różnic w zawartości $\text{Si}_{\text{CaCl}_2}$ dla użytków zielonych (19–35 mg kg^{-1}) i gruntów ornych (22–29 mg kg^{-1}). Najwyższe stężenia krzemu amorficznego ($\text{Si}_{\text{Tironu}}$) wystąpiły w poziomach (O) i (Bt) 12 i 11 g kg^{-1} , odpowiednio - pod bukiem, a także w poziomie (O) dla sosny i użytku zielonym (8 g kg^{-1}). Si wyekstrahowany szczawianem amonu (Si_{ox}) miał najwyższe wartości w poziomach Bt (209 mg kg^{-1} dla użytków zielonych, 87 mg kg^{-1} dla buka i 57 mg kg^{-1} dla sosny); w glebach uprawnych zawartość Si_{ox} wzrastała wraz z głębokością profilu glebowego (Ap 19, Bt 45–55, C 72–130 mg kg^{-1}). Zawartość krzemu amorficznego Si_{Tiron} w badanych glebach była najwyższa w stosunku do ilości Si_{ox} czy $\text{Si}_{\text{CaCl}_2}$.
13. Określono rozmieszczenie krzemu w glebach i wykazano, że poziomy glebowe pod różną roślinnością charakteryzowały się różnicami w ekstrahowalnych frakcjach Si, zwłaszcza w górnych warstwach gleby. Jednakże fitogeniczne pule Si, nie wykazały żadnych korelacji z chemicznie ekstrahowanymi frakcjami Si i pH gleby. Obecność fitolitów zaobserwowano w każdym badanym poziomie glebowym do głębokości 85 cm. Najwyższe zawartości fitolitów w glebie były pod lasem sosnowym (5,5–16,0 g kg^{-1}), a w pozostałych zawartość ta była znacznie niższa od 0,01 do 2,5 g kg^{-1} (las bukowy: 1,5–2,5 g kg^{-1} , użytki zielone: 0,01–2,4 g kg^{-1}). Grunty orne wykazywały najniższą zawartość fitolitów (0,15–0,52 g kg^{-1}), głównie z powodu usuwania roślin poprzez zbiory i zwiększone procesy erozyjne wynikające z uprawy roli.
14. Stwierdzono różnice w oznakach rozpuszczania, proporcjach morfotypów i pionowym rozmieszczeniu fitolitów w poziomach glebowych. Wykazano, że dominującymi morfotypami przypisywanych fitolitów w profilach glebowych były fitolity podłużne i mające krótkie komórki, które są typowe dla roślinności zdominowanej przez trawy. W warstwach organicznych (O) i próchnicznych (Ah) gleb leśnych dominowały fitolity kuliste, które można przypisać mchom. Na 15 analizowanych poziomów glebowych aż w 11-tu dominowały fitolity podłużne (23–31% buk; 24–40% sosna; 22–44% użytki zielone; 21–29% grunty orne), a pozostałe 3 poziomy były zdominowane przez fitolity kuliste, które najczęściej występowały w poziomach organicznych (O) (29% dla buka; 58% dla sosny) i próchnicznym (Ah) pod sosną (34%). W dwóch poziomach dominowały fitolity o formach krótkich: pod bukiem (26%, głębokość 30–45 cm) i sosną (32%, głębokość 35–55 cm). W poziomach organicznych były fitolity charakterystyczne dla buka (fitolity naczyniowe), procentowy ich udział wyniósł dla poziomu O: pod bukiem (14%) i pod sosną (2%), a w poziomie Ah: pod sosną (1%). Buk na badanym terenie chociaż był uprawiany w monokulturze, ilość stwierdzonych fitolitów buka (fitolitów naczyniowych) wyniosła zaledwie 14%, a zatem aż 86% fitolitów nie zostało wyraźnie przypisanych do buka.

Habilitanta wskazała na potrzebę dalszych badań, szczególnie analizy delikatnych fitogenicznych struktur Si, gdyż wydają się one reprezentować największą i najbardziej reaktywną pulę Si w glebie. Są zatem ważnymi czynnikami napędzającymi obieg Si w biogeosystemach lądowych. Ponadto, Kandydatka wyznaczyła kierunek dalszych badań obiegu krzemu w biogeosystemach i wskazała, że konieczne jest łączenie analiz mikroskopowych i technik ekstrakcji Si, ponieważ sama ekstrakcja frakcji Si nie pozwala na wyciągnięcie wniosków na temat charakterystyki fitolitów oraz interakcji pomiędzy pulami fitolitów a frakcjami Si chemicznie ekstrahowanymi i nie w pełni odzwierciedla fitogeniczne ilości krzemu w glebie.

Podsumowując, przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dr Danuty Kaczorek stanowi spójne i ważne opracowanie wskazujące, że Habilitantka potrafi stawiać cele badawcze, poprawnie je weryfikować oraz wyciągać właściwe wnioski, umożliwiające planowanie i realizację kolejnych zadań badawczych. Osiągnięcie naukowe oceniam pozytywnie i wysoko, uważam, że spełnia w podstawowym zakresie kryteria stawiane w Ustawie w sprawie wymagań związanych z uznaniem uzyskanych wyników za osiągnięcie naukowe. Wyniki zawarte w osiągnięciu naukowym Pani dr Danuty Kaczorek są wartościowe zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i aplikacyjnego. W mojej opinii wnoszą nowe elementy poznawcze do szeroko rozumianej dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, zwłaszcza w zakresie charakterystyki, jak i wpływu fitolitów i fitogenicznego krzemu na obieg krzemu w środowisku glebowym różnych biogeosystemów. Osiągnięciem Habilitantki jest również wskazanie, że biogeosystemy (inicjalne, leśne, rolnicze) wykazują różnice w biochemicznych cyklach krzemu (Si) pod względem dynamiki i przepływu Si. Przy czym intensywne użytkowanie ekosystemów lądowych przez człowieka bezpośrednio wpływa na obieg krzemu i utratę fitogenicznego Si. Habilitantka wykazała, że proces akumulacji fitogenicznego krzemu w glebach jest zahamowany poprzez zbiór plonów, jak i procesy erozyjne powodowane przez stosowanie uprawy roli na polach użytkowanych rolniczo, głównie gruntach ornych. Wskazała, że w skali globalnej człowiek aktywnie wpływa na przepływ Si poprzez zintensyfikowanie użytkowania terenów rolniczych i leśnych.

III. OCENA POZOSTAŁEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

Zainteresowania naukowe dr Danuty Kaczorek skupiają się wokół szeroko rozumianego krzemu w środowisku. Jest jednym z niewielu w Polsce specjalistów w tym zakresie. Oprócz badań, których wyniki składają się na osiągnięcie naukowe, także aktywność badawcza dr D. Kaczorek obejmowała udział w następujących obszarach tematycznych:

1. Zastosowanie mikromorfologii w badaniach biogenicznej krzemionki,
2. Krzem w środowisku glebowym oraz jego funkcje w systemie gleba-roślina,
3. Właściwości fizykochemiczne i charakterystyka morfologiczna rudy darniowej,
4. Badania porównawcze rudy darniowej i orsztynu, opracowanie archetypów pomiędzy utwardzonymi poziomami.

Ad. 1. W badaniach tych Habilitanta wskazała, że zastosowanie mikromorfologii zapewnia lepsze zrozumienie procesów genezy gleb, zaś analizy mikroszlifów glebowych o nienaruszonej strukturze umożliwiają wgląd w mikrostrukturę gleby *in situ*. Obserwacja w mikroskopie świetlnym pozwala na odróżnienie lito-/i pedogenicznych form mineralnych, a także dostarcza informacji o składnikach również tych większych od 2 mm, materii organicznej, systemie porów glebowych, formach agregatów glebowych i aktywności mikrofauny glebowej. Ten obszar badań Habilitantka przedstawiła w 3 pracach (lata: 2009, 2013 i 2018). Habilitantka w pracy autorskiej (2009) na podstawie badań na mikroszlifach, uzyskała interesujące formy fitolitów (podłużne, rozetowe) oraz pojedyncze osobniki ameb glebowych.

W kolejnych badaniach 31 ekosystemów leśnych (Ehrmann i in. 2013) zastosowała mikroszlify do ilościowego określenia puli ameb w różnych poziomach glebowych. Habilitantka wykazała, że:

- liczenie na mikroszlifach przy użyciu mikroskopu świetlnego dało gęstości ameb porównywalne z wcześniej podawanymi wartościami (tj. od $0,1 \times 10^8$ do $11,5 \times 10^8$ osobników m^{-2}),
- opis *in situ* ameb, oparty na analizie mikroszlifu, przedstawia stosunkowo równomierne mikrorozmieszczenie przestrzenne w organicznych poziomach glebowych, zaś w poziomach mineralnych nie stwierdzono skupisk ameb testate,
- badania mikromorfologiczne w połączeniu z różnymi zaawansowanymi technikami pomiarowymi (SEM-EDX) zapewnią duże możliwości badawcze procesów i zjawisk zachodzących w glebach.

Późniejsze prace mikromorfologiczne pozwoliły wydzielić interesujące formy biogenicznej krzemionki: fitolity, okrzemki, ameby, igły gąbek (Kaczorek i in. 2018). Zasluguje na podkreślenie stwierdzenie Habilitantki, że:

- analizując biokrzemionkę można uzyskać wgląd w aktualne i przeszłe warunki pedogenezy oraz wskazać trendy ewolucyjne poszczególnych gleb lub/i całych krajobrazów,
- biogeniczna krzemionka występuje najczęściej w powierzchniowych poziomach gleb, gdyż fitolity dostają się do gleby z masą roślinną, natomiast dla ameb glebowych, okrzemek i gąbek poziomy glebowe z materią organiczną są naturalnym środowiskiem ich życia. Igły gąbek i okrzemki mogą być dostarczane do gleby również poprzez nawożenie gleb.

Ad. 2. Wieloletnie zainteresowania naukowe Habilitantki i badania nad zagadnieniem krzemu w środowisku glebowym oraz jego funkcji w systemie gleba–roślina, zostały zapoczątkowane w roku 2004 opublikowaniem wraz z Sommerem (ZALF) pierwszej pracy problemowo/przeglądowej na temat krzemu w glebach (Kaczorek & Sommer 2004). Praca ta została z powodzeniem wykorzystana do omówienia dotychczasowej wiedzy o krzemie i wchodzi w skład osiągnięcia naukowego.

Owocna współpraca naukowa Habilitantki z naukowcami z Niemiec, Danii i Francji zapewniła powstanie kolejnych 2 prac (Sommer i in. 2006, Conley i in. 2006). W pracach tych opisano zebraną wiedzę z zakresu krzemu w aspekcie globalnym, ekosystemów morski, lądowych: leśnych i rolniczych. Habilitantka skupiła się tu nad zagadnieniami krzemu w środowisku glebowym i wskazała, że na ówczesne czasy wiedza na temat przemian krzemu w glebie była niewystarczająca.

Wiele nurtujących pytań dotyczących różnych form krzemu w glebach, np. form amorficznych, w tym biogenicznych, a także ich stabilności i dynamiki w zależności od różnych czynników glebotwórczych (skały macierzystej, pH gleby, rodzaju roślinności), stało się przyczynkiem do tych badań prowadzonych przez Habilitantkę wraz z zagranicznym zespołem naukowców. Pierwsze wspólne badania dotyczyły metod chemicznych ekstrakcji amorficznych związków krzemu (ASi) z gleb i zaowocowały pracą opublikowaną w zagranicznym czasopiśmie *European J. of Soil Science* (Saccone i in. 2007), jak również badaniem formy krzemu dostępnej dla roślin – praca opublikowana w *J. Plant Nutrition and Soil Science* (Höhn i in. 2008). Ważnym wynikiem tych badań było stwierdzenie, że metody z alkalicznymi ekstrahentami są bardziej wydajne niż metody w których zastosowano ekstrahenty o niskim pH (4,5).

W roku 2011 przedstawiono współautorskie pierwsze badania dotyczące izotopów krzemu w glebach (Steinhöfel i in. 2011). Uzyskane wyniki badań wykazały, że ablacja laserem UV MC ICP-MS stanowi narzędzie do scharakteryzowania sygnatury izotopowej Si głównych pul krzemowych pozostawionych po wietrzeniu i transporcie krzemu, które zmieniły glebę. Opal biogeniczny w postaci fitolitów wykazał ujemną sygnaturę izotopową Si, około -0,4‰.

Rok 2021 był zwieńczeniem badań nad zagadnieniami krzemu w środowisku glebowym oraz jego funkcji w układzie gleba–roślina, w którym wydano trzy prace naukowe z IF. Habilitantka wyjaśnia tu, rolę krzemu w zwiększaniu odporność roślin na różne stresy abiotyczne i biotyczne. Poprzez intensyfikację rolnictwa wpływamy bezpośrednio na obieg krzemu. Stwierdzono, że:

- eksport Si powodowany zbieraniem plonów z pól prowadzi do strat Si w glebach rolniczych,
- doświadczenia polowe oceniające wpływ różnych dawek nawożenia azotowo-fosforowo-potasowego (NPK) oraz nawożenia organicznego (zwrotu słomy) na wielkość eksportu krzemu z gleby, wykazały że recykling słomy zapobiega desylikacji krzemu z gleby (tj. odkrzemowieniu gleby) i tym samym jest on łatwym źródłem krzemu dla roślin (Puppe i in. 2021),
- 20-letnie badania Habilitantki nad krzemem, w tym nad formami krzemu w środowisku glebowym oraz roli krzemu w układzie gleba–roślina, wykazały, że antropogeniczna działalność w znacznym stopniu zakłóca naturalny obieg Si w ekosystemach, i wpływa na niektóre

właściwości gleby m.in.: na dostępność składników odżywczych i stabilność mikroagregatów (Schaller i in. 2021),

- aby określić całościowy obraz Si na poziomie ekosystemu oraz wyjaśnić wzajemne oddziaływanie czynników abiotycznych i biotycznych na obieg Si, konieczne są i wskazane dalsze badania łączące nauki m.in: gleboznawstwo, ekologię, fizjologię roślin, mikrobiologię (Kratz i in. 2021).

Ad 3. Habilitantka w dwóch pracach nad mikromorfologią rudy darniowej wyjaśnia proces jej powstawania (Kaczorek i Sommer 2003, Kaczorek i Zagorski 2007). Badania te zrealizowano m.in. na trzech holocenijskich tarasach Wisły, na 8 profilach, które reprezentują trzy różne typy rud darniowych: (i) ciągłe warstwy twarde (łąka, ugor w Wilanowie), (ii) poziomy z niewielkimi fragmentami rudy (grunty rolne, na Pradze Północnej) oraz (iii) miękką rudę darniową (teren eksploatacji w Brwinowie). Uzyskane wyniki badań wskazują, że:

- w masywnych poziomach rudy darniowej mają mikrostrukturę porowatą, czasami masywną. Masę podstawową stanowią wodorotlenki żelaza (ferrihydryt), natomiast kanaliki i wolne przestrzenie wypełniają: krystalicznie igiełkowy getyt, jak i izotropowe (amorficzne) wodorotlenki żelaza, o różnej intensywności barwy. W wielu miejscach spotykano pory wypełnione kilkoma warstwami amorficznych związków żelaza, świadczy to o ciągłym napływie żelaza z wodą gruntową i jego utlenianiem /i wytrącaniem,
- agregatowa ruda darniowa powstała w wyniku działalności człowieka, który poprzez melioracje gleb jak i działalność rolniczą – stosowaną uprawę zaburzył naturalny proces tworzenia się rud darniowych. Ta odmiana rudy darniowej posiada mikrostrukturę agregatową, zawiera więcej krystalicznego getytu, w formie promieniście włóknistego goethytu w porach i kanałach. Spotyka się też kilka generacji krystalicznego getytu, a większe jego ilości należy tłumaczyć lepszym napowietrzeniem gleby, i niższym położeniem zwierciadła wody gruntowej,
- miękka ruda darniowa ma mikrostrukturę gąbczastą, oprócz getytu, ferrihydrytu występuje również krystaliczny wiwianit i syderyt. Na getycie widoczne są często impregnaty manganowe. Ten typ rudy darniowej tworzy się w poziomach o charakterze redukcyjnym w obecności materii organicznej.

Ze względu na tak dużą zawartość żelaza, w trakcie lub/po uformowaniu się rud darniowych może dochodzić do akumulacji metali ciężkich. Aby zbadać czy nasze rudy darniowe zawierają metale ciężkie, Habilitantka wykonała w Instytucie Gleboznawstwa w Bonn analizę frakcjonowaną form metali ciężkich, glinu i fosforu (Kaczorek et al. 2009). Wyniki badań wykazały, że:

- zawartość Cr, Co, Ni, Zn, Cd i Pb nie przekracza wartości naturalnych dla gleb piaszczystych,
- najwyższe zawartości wszystkich metali ciężkich uzyskano we frakcjach tlenku żelaza V (okludowanej w niekrystalicznych i słabo krystalicznych tlenkach Fe) i VI (okludowanej w krystalicznych tlenkach Fe); zależność pomiędzy zawartością Fe a ilością Zn i Pb oraz P. Wskazano, że zawartość metali ciężkich w rudach darniowych nie stanowi zagrożenia dla zdrowia ludzi i zwierząt.

Ad 4. Habilitantka na wstępie wyjaśnia, że termin orsztyń (Ortstein) był często używany zamiennie z określeniem ruda darniowa, dlatego też przeprowadzono badania porównawcze rudy darniowej i orsztynu w celu opracowania archetypów obu utwardzonych poziomów (utworów) (Kaczorek et al. 2004). Wykonano porównawcze badania mikromorfologiczne i chemiczne rudy darniowej „Raseneisenstein” i orsztynu „Ortstein” oraz opracowano archetypy obu poziomów utwardzonych. Przeprowadzone analizy chemiczne obejmowały 15 próbek rudy darniowej (Raseneisenstein) i 14 próbek orsztynu (Ortstein), analizy mikromorfologiczne wykonano na 6 reprezentatywnych próbkach.

Wyniki badań wykazały, że jedyną cechą wspólną był mikroszkielec, który składał się w obu utworach z kwarcu, ponadto: stwierdzono, że:

- ruda darniowa posiadała mikrostrukturę porowatą składającą się prawie wyłącznie z wodorotlenków żelaza, podczas gdy orsztyń miał mikrostrukturę mostkową widoczną między ziarnami kwarcu,
- wyraźne różnice pomiędzy tymi dwoma utworami odnotowano w składzie chemicznym i morfologii otoczek (coatings), a także rodzaju materii organicznej,
- analizy chemiczne wykazały wyraźne różnice pomiędzy utwardzonymi poziomami, a mianowicie ruda darniowa charakteryzowała się znacznie wyższą zawartością pierwiastków wrażliwych na przemiany oksydo-redukcyjne (Fe, Mn), fosforu, a także wyższym pH i niższą zawartością mobilnego Al w porównaniu z orsztyń. Ponadto orsztyń wykazywał wyższą zawartość organicznie związanego żelaza i glinu,
- na podstawie dodatkowych obserwacji dotyczących rzeźby terenu oraz poziomu wód gruntowych stwierdzono, że powstawanie orsztyń związane jest z procesami bielicowania, a rudy darniowej z procesami glejowymi.

Ocena pozostałego dorobku naukowego

Dr Danuta Kaczorek po uzyskaniu stopnia doktora jest współautorką dwóch rozdziałów w monografii: **(i)** Conley D. J., Sommer M., Meunier J. D., Kaczorek D., Saccone L. 2006. The Silicon Cycle. Human Perturbations and Impacts on Aquatic Systems. 3. Silicon in the Terrestrial Biogeosphere. SCOPE 66, pp 13-28. [MNIŚW = 10 pkt] ; **(ii)**. Kaczorek, D., Vrydaghs, L., Devos, Y., Peto, A. & Effland, W.R., 2018. Biogenic siliceous features. In Stoops, G., Marcelino, V. & Mees, F. (eds.), Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths. Second Edition. Elsevier, Amsterdam, pp. 157-176. [MNIŚW = 10pkt]. Udział Kandydatki w opracowaniu rozdziałów polegał na *(i) na przygotowaniu rozdziału: Silicon Pools and Transformations in Soils; (ii) na stworzeniu koncepcji rozdziału, zebraniu literatury, przygotowaniu rysunków (Nr 7, 8) oraz napisaniu tekstu publikacji wraz z pozostałymi współautorami.*

Poza pracami naukowymi wchodzącymi w skład osiągnięcia naukowego Kandydatka jest współautorką **15** artykułów naukowych indeksowanych w bazie Journal Citation Reports. Artykuły te ukazały się w latach 2003 — 2021, a więc po uzyskaniu stopnia doktora, ich łączna punktacja wynosi **960** (zakres 15 — 200 pkt.), a sumaryczny impact factor (IF) — **48,364**. Udział Kandydatki w tych pracach dotyczył wszystkich elementów przygotowania publikacji do druku, zostało to szczegółowo dla każdej pracy opisane przez Habilitantkę w autoreferacie. Dr D. Kaczorek, przed uzyskaniem stopnia doktora, była współautorką 2 publikacji naukowych (które ukazały się w roku 1996 i 2001), o łącznej liczbie punktów 6. Udział Kandydatki w tych pracach polegał *(i) na uczestnictwie w pracach terenowych, przeprowadzaniu analiz XRD próbek glebowych, interpretacji wyników badań, napisaniu publikacji (2001 r.); (ii) na wykonaniu podstawowych analiz glebowych, interpretacji wyników badań, współudziale w napisaniu publikacji (1996r.).*

Dorobek publikacyjny świadczy o znacznym zwiększeniu aktywności naukowej Kandydatki po doktoracie zarówno liczbowo, jak jakościowo. Sumarycznie dr D. Kaczorek jest autorką lub współautorką **27** publikacji naukowych, w tym 18 indeksowanych w bazie JCR, wszystkie po doktoracie (w tej liczbie 18 mających IF). Łączna suma punktów za wszystkie oceniane publikacje według listy MNIŚW (zgodnie z rokiem publikacji) wynosi **1254** (przed doktoratem **6** punktów, po doktoracie **1248** punktów). Zdecydowana większość pozycji tj. 99% oryginalnych recenzowanych prac twórczych, w których Habilitantka jest autorem lub współautorem zostało wykonanych przez Nią po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Przewaga oryginalnych opracowań naukowych dr D. Kaczorek to prace zespołowe, świadczy to o Jej umiejętności pracy w zespołach i owocnej

współpracy z wieloma ośrodkami badawczymi w kraju i głównie zagranicą, nad wspólną tematyką badawczą. Należy podkreślić, że prace te stanowią opracowania anglojęzyczne i są opublikowane w recenzowanych czasopismach, notowanych w bazie Web of Sciences i Journal Citation Reports, w tym 1 praca o charakterze przeglądowym w języku polskim.

Sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych, których współautorem jest Habilitantka wynosi 62,180, a łączna liczba punktów za publikacje wyróżnione w JCR — 1178. **Liczba cytowań** publikacji, których współautorem jest dr D. Kaczorek, według bazy Web of Science (WoS) przedstawia się następująco: suma cytowań 832, a suma cytowań bez autocytowań 767. Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS) = 13.

Dorobek naukowy dr D. Kaczorek jest znaczący, cechuje się dużym międzynarodowym zasięgiem oryginalnych publikacji naukowych. Podsumowując uważam, że wskaźniki naukometryczne działalności naukowej dr Danuty Kaczorek są wysokie i wystarczające, aby ubiegać się o awans naukowy.

Udział Kandydatki w zespołach badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych jest znaczący. Dr D. Kaczorek aktywnie uczestniczyła łącznie w realizacji 8 grantów, była w jednym kierownikiem i siedmiu głównym wykonawcą, przy czym cztery granty realizowano w Polsce i cztery granty w Niemczech.

Po uzyskaniu stopnia doktora na Wydziale Rolnictwa i Biologii, SGGW w Warszawie zrealizowała następujące projekty, w latach:

- 2006-2008, grant KBN nr 2PO6S 032 30 nt. „Amorficzne bio-/ pedogeniczne formy krzemu w glebach Polski”, (kierownik grantu); **Uwaga!!!** w rejestrze SGGW w Warszawie grant ten obejmuje lata 2006-2009 na ok. 117 tys. PLN.
- 2006-2009, grant KBN nr 2PO6S 030 29 nt. „Wskaźniki diagnostyczne gleb brunatno-rdzawych powstałych z osadów zlodowacenia środkowego”, (wykonawca);
- 2007-2011, grant nr N N310 2243 33 nt. „Przemiany materii organicznej w glebach porolnych w pierwszych latach po zalesieniu”, (wykonawca);
- 2011-2013, grant nr N N310 434938 nt. „Identyfikacja wpływu skały macierzystej na właściwości i genezę gleb na podstawie cech mineralogicznych, mikromorfologicznych i submikromorfologicznych podłoża glebowego.” (wykonawca).

Należy podkreślić, że Habilitantka łatwo nawiązuje współpracę naukową, od roku 2007 posiada status „Scientific visitor” w Centrum Badań Krajobrazu Rolniczego im. *Leibniza* (ZALF, Müncheberg, Niemcy). Badania krzemu (biogenicznego) w środowisku glebowym, jako wykonawca realizowała i aktualnie prowadzi w ZALF uczestnicząc w czterech projektach, w kolejnych latach:

- 2007-2012, DFG project – PAK 179 „Multiscale analysis of Si cycling in terrestrial biogeosystems”;
- 2013-2016, DFG project – SO 302/7-1 „Spatiotemporal dynamic Si pools in initial soil and their relevance for desilication”;
- 2019-2020, DFG project - PU 626/2-1 „Biogenic Silicon in Agricultural Landscapes (BiSiAL) – Quantification, Quantitative Characterization, and Importance for Si Balances of Agricultural Biogeosystems”; **Uwaga !!!** grant obejmuje okres 2018-2022 (wg. oświadczenia z ZALF, Müncheberg, 2.12.2021 r)
- 2020-2022, project „Reduction of environmental and climate impacts of agricultural crop production through the use of an optimized topsoil deepening technique” **Uwaga !!!** grant obejmuje okres 2019-2022 (wg. oświadczenia z ZALF, Müncheberg z dnia 2.12.2021r.).

W tych dwóch ostatnich projektach Habilitantka uczestniczy od 1 czerwca 2019 do 31 maja 2022 roku, zgodnie z oświadczeniem z ZALF, Müncheberg z dnia 2.12.2021r. Habilitantka w autoreferacie zamieściła nieco inne okresy realizacji grantów, i są rozbieżności w podanych datach a oświadczeniami. Z obowiązku recenzenta należało to zauważyć i dokonać korekty, co powyżej zaznaczyłam w uwagach.

W autoreferacie brak jest aktywności w pozyskiwaniu środków we współpracy z gospodarką (tj. badań zamawianych) i współpracy z sektorem gospodarczym. Habilitantka nie uczestniczyła w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań. Brała natomiast udział w recenzowaniu dwóch rozdziałów w książkach o międzynarodowym znaczeniu: Pedogenic and Biogenic Siliceous Features in Soil, Paeosols and Regolith (rok 2010, 2016).

Na podkreślenie zasługuje duża aktywność Dr D. Kaczorek w poszerzeniu wiedzy i zdobywaniu umiejętności badacza, poprzez odbycie łącznie 10 staży naukowych w wielu ośrodkach zagranicznych, w okresie przed- (5) i po uzyskaniem stopnia doktora (5).

Stáže naukowe przed uzyskaniem stopnia doktora: • Niemcy, University of Hohenheim, Institute of Soil Science and Land Evaluation, w ramach miesięcznego stażu nabierała umiejętności oznaczania form żelaza i całkowitej zawartości pierwiastków w glebach z rudą darniową (01.06.-31.07.1998); • Niemcy, University of Hohenheim, Institute of Soil Science and Land Evaluation, w ramach otrzymanego z DDA - stypendium, doskonaliła umiejętności badań mikromorfologicznych rud darniowych, wykonywania mikroszlifów oraz dokumentacji fotograficznej (1.06.-30.11.1999); • Belgia, University of Ghent, Department of Geology and Soil Science, studiowanie mikroszlifów rudy darniowej z terenu Belgii (9-14.08. 1999).

Stáže naukowe po uzyskaniu stopnia doktora: • Belgia, University of Ghent, Department of Geology and Soil Science, kurs z mikromorfologii gleb (15-31.03. 2001); • Włochy, University of Naples Federico II, Neapol-Portici, szkolenie w ramach 5-go Międzynarodowego Kursu Mikromorfologicznego. (26.08-30.09.2001); • Niemcy, University of Bonn, w ramach otrzymanego stypendium DAAD-scholarship przeprowadzenie frakcjonowanej analizy metali ciężkich w glebach z rudą darniową (1.07-15.08.2003); • Francja, CEREGE Aix-en-Provence - Center Europeen de Recherche et d'Enseignement des Geosciences de l'Environnement, ukończenie kursu pozyskiwania i identyfikacji fitolitów z materiału glebowego (1-15.06.2008); • Niemcy, B-TU Cottbus-Brandenburg University of Technology, w ramach uzyskanego stypendium Rektora SGGW, odbyła kurs identyfikacji ameb glebowych w preparatach wodno-glebowych z wykorzystaniem mikroskopu biologicznego (1.02.-30.04. 2013).

Ponadto w autoreferacie Habilitantka wspomina o współpracy z Uniwersytetem w Hohenheim, Stuttgart w Niemczech w latach 1998-2004 i odbytych dwóch stażach naukowych w Instytucie Gleboznawstwa i Oceny Gruntów. Efektem tej międzynarodowej współpracy były publikacje z zakresu przemian żelaza w glebie oraz rudy darniowej i orsztynu.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka aktywnie uczestniczyła w prezentowaniu wyników badań na 7 konferencjach, sympozjach i kongresach naukowych, m.in.: krajowych (2) i zagranicznych (5). Swoje najważniejsze wystąpienia, referaty prezentowała w j. polskim (2), j. angielskim (3) i j. niemieckim (2), m.in.: Mexico City (Meksyk); Cheng-du (Chiny); Kongres Niemieckiego Towarzystwa Gleboznawczego we Frankfurcie, oraz we Freiburgu (Niemcy); Kongres Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego w Lublinie i Warszawie. łącznie w latach 2003-2019 Habilitantka na siedmiu konferencjach prezentowała wyniki wspólnych badań prowadzonych z naukowcami (m.in. Michael Sommer, Daniel Puppe, Otto Ehrmann, Gerhard W. Brümmer) z ZALF-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg, Niemcy.

Dr D. Kaczorek jest członkiem krajowych i międzynarodowych organizacji i towarzystw tj.: Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (PTG), Międzynarodowej Unii Towarzystw Gleboznawczych (International Union of Soil Sciences, IUSS), Niemieckiego Towarzystwa Gleboznawczego (Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, DBG), Międzynarodowego Towarzystwa Fitolitów (Society for Phytolith Research).

Podsumowując ocenę dorobku naukowego dr inż. Danuty Kaczorek, stwierdzam z pełnym przekonaniem, że jest on znaczący, o dużej wartości naukowej i przydatności praktycznej oraz jest licznie cytowany w literaturze krajowej i głównie, zagranicznej. Oceniając dorobek naukowy należy zwrócić uwagę na wielką pracowitość badań. Na podkreślenie zasługuje aktywność Habilitantki w poszerzaniu wiedzy i zdobywaniu nowych umiejętności poprzez udział w stażach naukowych. Kandydatka odbyła 10 staży naukowych, wszystkie zagraniczne. Uczestniczyła w 8 grantach naukowych krajowych (4) i zagranicznych (4), przy czym w jednym grantie krajowym była kierownikiem. Z analizy dorobku wynika, że tematyka badawcza jest spójna logicznie, jasno sprecyzowana i w całości ukierunkowana na zagadnienia związane z charakterystyką i przemianami związków krzemu w glebach, w tym identyfikacją fito- i zoogenicznego krzemu w różnych biogeosystemach (inicjalnych, leśnych i rolniczych), a także dotyczy ilościowej i jakościowej charakterystyki fitolitów wyizolowanych z materiału roślinnego; a ponadto obejmuje przemiany związków żelaza w glebie, rudy darniowej, orsztynu i stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. Prace Habilitantki wskazują, że w skali globalnej człowiek aktywnie wpływa na przepływ Si poprzez zintensyfikowane użytkowanie terenów rolniczych i leśnych. Habilitantka wskazała, że akumulacja fitogenicznego krzemu w glebach jest zahamowana poprzez zbiór plonów, jak i procesy erozyjne powodowane przez stosowanie uprawy roli na polach użytkowanych rolniczo, głównie na gruntach ornych. Należy podkreślić, że większość opublikowanych prac powstało dzięki owocnej wieloletniej współpracy Habilitantki z naukowcami z ZALF; Müncheberg oraz z Uniwersytetu w Hohenheim, Stuttgart, (Niemcy).

IV. OCENA DZIAŁALNOŚCI DYDAKTYCZNEJ, ORGANIZACYJNEJ I POPULARYZATORSKIEJ

Dr inż. Danuta Kaczorek po uzyskaniu stopnia doktora od roku 2001 jako adiunkt w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie prowadzi przedmiot Gleboznawstwo (ćwiczenia) na pięciu kierunkach: Rolnictwo, Biologia, Ochrona Środowiska, Ogrodnictwo, Inżynieria Środowiska.

Również od 2001 r. prowadzi ćwiczenia terenowe na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na Wydziale Rolnictwa i Biologii, Wydziale Inżynierii Środowiska, Wydziale Ogrodniczym, oraz w Międzywydziałowym Studium Ochrony Środowiska.

Ponadto Habilitantka w roku 2018 w Instytucie ZALEF w Niemczech prowadziła zajęcia z mikromorfologii gleb dla studentów Uniwersytetu Poczdamskiego.

W wykazie działalności dydaktycznej, brak jest informacji na temat udziału Kandydatki jako promotora prac inżynierskich i magisterskich. Zastanawiające, że Kandydatka pretendująca do bycia samodzielnym naukowcem dotychczas nie prowadziła żadnych w tym zakresie prac, być może należy sadzić, że przez nieuwagę nie zawarła tego w wykazie.

Należy dodać, że w roku 2002 opiekowała się studentami, była „opiekunem Roku” pierwszego roku studiów na Wydziale Rolniczym w SGGW, Warszawa.

Habilitantka wykazuje (i wykazywała) zaangażowanie w działalności organizacyjnej i popularyzującej naukę. Była w roku 2006 członkiem komitetu organizacyjnego – Konferencji na 100-lecie Wydziału Rolniczego, SGGW w Warszawie (konferencji naukowej z udziałem zagranicznych gości pt.: „Przyrodnicze uwarunkowania produkcji roślinnej” w dniach 23-24 czerwca 2006r).

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka aktywnie uczestniczyła w prezentowaniu i promowaniu wyników badań na 7 konferencjach i kongresach naukowych, w kraju i zagranicą.

Oprócz tego w roku 2008 przygotowała i przeprowadziła w dniach od 28.11. do 01.12.2008 warsztaty naukowe nt. „Separation and Identification of Phytoliths in Soil”. Kurs odbył się w ZALF Müncheberg, Niemcy.

Podsumowując stwierdzam, że dorobek dydaktyczny i organizacyjny dr Danuty Kaczorek, chociaż nie jest duży, spełnia wymogi stawiane Kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Na podkreślenie zasługuje wieloletnia współpraca z ośrodkami zagranicznymi i realizowane z pasją propagowanie wśród studentów, zarówno w kraju i zagranicą zagadnień ochrony środowiska, w tym gleboznawstwa, przemian i obiegu krzemu w środowisku, separacji i identyfikacji fitolitów w glebie.

V. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę cały dorobek naukowy, w tym Osiągnięcia naukowego jak i pozostałego dorobku naukowego, działalność dydaktyczną i organizacyjną oraz zaangażowanie na rzecz Uczelni w kraju i zagranicą stwierdzam, że dr inż. Danuta Kaczorek w większości spełnia kryteria określone w art. 219 ust.1 pkt 2 i 3 Ustawy z dnia 20.07. 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce [Dz. U. z 2021r. poz. 478 z późn. zm].

Przedłożone do oceny osiągnięcia naukowe, pozostały opublikowany dorobek naukowy oraz efekty w zakresie działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej i organizacyjnej dr inż. Danuty Kaczorek stanowią podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Wnoszę do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo SGGW w Warszawie wniosek o nadanie Pani dr Danucie Kaczorek stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo, uważam za w pełni uzasadniony i z pełnym przekonaniem popieram.



Prof. dr hab. Ewa A. Czyż