

Gliwice, 12.06.2021 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej Pani mgr Ewy MISZCZAK pt.:
**„Wpływ depozycji zanieczyszczeń na zawartość i ruchliwość potencjalnie
toksycznych pierwiastków w torfach i glebach”**

Praca doktorska Pani mgr inż. **Ewy MISZCZAK** jest gruntownym studium porównawczym skali depozycji zanieczyszczeń wybranych pierwiastków oraz mechanizmów ich transportu w profilach utworów powierzchniowych. Wykorzystano w niej rezultaty badań prowadzonych na terenie dwóch obszarów badawczych - w Górach Izerskich oraz w norweskim okręgu Vest-Agder. Na podstawie rezultatów wykonanych prac terenowych oraz analiz laboratoryjnych, przeprowadzono wnioskowanie dotyczące prawdopodobnych procesów, odpowiedzialnych za zróżnicowanie zawartości badanych zanieczyszczeń w pobranych próbkach torfów i gleb.

Uwagi wstępne

Podjęty przez Autorkę temat związków pomiędzy depozycją zanieczyszczeń z atmosfery a obecnością i zachowaniem się potencjalnie toksycznych zanieczyszczeń (PTP) w profilach torfowych i glebach jest oryginalny i ważny z punktu widzenia naukowego – dotyczy wykorzystania zapisu zawartego w torfowiskach ombrotroficznym, potraktowanych jako archiwa środowiskowe. Istotny jest też jego potencjalny wymiar praktyczny, gdyż zdobyte informacje mogą posłużyć do przeciwdziałania negatywnym zmianom środowiska.

Wykorzystanie torfowiska ombrotroficznego w podanym wyżej kontekście jest pomysłem względnie nowym, opisywanym w pracach datujących się zwłaszcza na ostatnie dwudziestolecie. Przeprowadzone przez Doktorantkę studium literaturowe, poparte własnymi doświadczeniami badawczymi, dało Jej podstawę do sformułowania następujących założeń:

- badania zawartości zanieczyszczeń zawartych w materiale torfowisk ombrotroficznym pozwalają na określenie całkowitego skumulowanego ładunku PTP z długodystansowego transportu zanieczyszczeń (LRTP), co daje równocześnie możliwość porównania intensywności ich depozycji pomiędzy różnymi obszarami geograficznymi,
- badania porównawcze pomiędzy zawartością metali, zdeponowanych pod wpływem LRTP, w torfowiskach ombrotroficznym i nienaruszonych profilach glebowych mogą dostarczyć informacji na temat procesów kontrolujących ich obecność odpowiednio w zamkniętych i otwartych układach środowiskowych.

Celami pracy przyjętymi przez Autorkę były:

- 1) określenie skumulowanych historycznych i współczesnych ładunków zanieczyszczeń (Cd, Pb, Cr, Cu i Ni) zdeponowanych z atmosfery w torfowiskach ombrotroficznym i glebach na obszarach badawczych położonych w Górach Izerskich i w okręgu Vest-Agder w południowej Norwegii,
- 2) identyfikacja form geochemicznych wybranych pierwiastków śladowych oraz ich mobilności w profilach torfowych i glebowych,
- 3) wyjaśnienie przyczyn migracji tych pierwiastków w analizowanych profilach.

Dla weryfikacji przyjętych założeń i osiągnięcia zakładanych celów, Autorka wykorzystwała logicznie i konsekwentnie zaplanowany zestaw prac badawczych, wykorzystując wyniki, które uzyskała uczestnicząc w realizacji grantu "Development of integrated geophysical/geochemical methods of soil and groundwater pollution assessment and control in problematic areas") - Pol-Nor/199338/45/2013. Na podstawie analizy podatności magnetycznej gleb dokonano wyboru punktów poboru rdzeni glebowych. Uzyskane próbki poddano analizom laboratoryjnym obejmującym fizyko-chemiczne właściwości torfów i gleb oraz datowania metodami ^{210}Pb i ^{14}C , w celu ustalenia chronologii zapisanych w nich zmian geochemicznych. Istotnym elementem prac laboratoryjnych była ekstrakcja sekwencyjna wybranych PTP, która umożliwiła wydzielenie frakcji, w różnym stopniu związanych z procesami geogenicznymi i antropogenicznymi. Przeprowadzono także analizę parametrów fizyko-chemicznych wód porowych wyekstrahowanych z torfów i gleb. Otrzymane wyniki pozwoliły dalej na obliczenie ładunków oraz współczynników zanieczyszczenia metalami analizowanych próbek. Uzyskane rezultaty wykorzystwała Doktorantka do wyjaśnienia zróżnicowania mobilności analizowanych zanieczyszczeń, porównania ładunków PTP zdeponowanych w torfowiskach i glebach oraz do przedstawienia bilansu i dystrybucji PTP w glebach obydwu obszarów badawczych.

Układ recenzowanej rozprawy

Dysertacja liczy 274 strony i zawiera 33 rysunki oraz 53 tabele, z których 23 w załącznikach. Zamieszczona na końcu pracy bibliografia obejmuje 402 elementy, z czego większość to literatura zagraniczna, a 11 pozycji stanowią źródła internetowe. Pani mgr Ewa Miszczak zacytowała także jedną ze związanych z tematyką swego doktoratu publikacji, których jest współautorką.: *Miszczak E. et. al., 2020, A novel approach to peatlands as archives of total cumulative spatial pollution loads from atmospheric deposition of airborne elements complementary to EMEP data: priority pollutants (Pb, Cd, Hg). Sci. Tot. Env. 705, 135776.*

Pracę poprzedza wykaz użytych w niej skrótów oraz streszczenia w języku polskim i angielskim, a dalsza treść została podzielona na 5 rozdziałów:

- Pierwszy z nich ma charakter obszernego, wielowątkowego wprowadzenia teoretycznego. Autorka opisuje w nim zagadnienia związane z dalekosiężnym transportem zanieczyszczeń w atmosferze, podaje informacje na temat międzynarodowych ustaleń i konwencji dotyczących minimalizacji zanieczyszczeń powietrza i opadów oraz przedstawia współczesne poglądy na rolę suchej i mokrej depozycji zanieczyszczeń. Następnie, na tle krótkiej charakterystyki tzw. archiwów środowiskowych – obiektów umożliwiających zapis

zmian warunków środowiska - przedstawia przydatność torfowisk do oceny wpływu dalekosiężnego transportu zanieczyszczeń (LRTP). Definiuje ponadto pojęcie „potencjalnie toksycznych pierwiastków” (PTP) i podaje przegląd współczesnego stanu wiedzy na temat czynników rządzących ich przemieszczaniem się w glebach.

- W rozdziale 2 przedstawiony zostaje cel pracy, którym jest: „wyjaśnienie mobilności oraz losu wybranych pierwiastków (Cd, Pb, Cr, Cu i Ni) w nienaruszonym rdzeniu torfowiska ombrotroficznego (układzie zamkniętym) i profilu glebowym (układzie otwartym)”, znajdujących się pod wpływem LRTP. Cel ten, na podstawie lektury dalszej części pracy, można rozumieć jako „analizę procesów migracji oraz przyczyn zmian stężeń wybranych pierwiastków, w określonych powyżej warunkach. Rozdział 2 przybliży także podstawowe założenie jakie przyjęto w pracy, dotyczy ono możliwości wykorzystania analiz materiału pobranego z torfowiska ombrotroficznego do badania i porównywania depozycji PTP w różnych przedziałach czasowych i różnych lokalizacjach.
- Kolejny rozdział (3) poświęcono charakterystyce fizjograficznej obszarów badawczych, uwzględniając także charakterystyczne dla nich źródła emisji i depozycji PTP. Znalazły się w nim ponadto opisy metod prac terenowych, poboru próbek, badań laboratoryjnych. Podano też sposób obliczania parametrów charakteryzujących zanieczyszczenie badanego materiału.
- Rozdział 4, najobszerniejszy, obejmuje zestawienie wyników oraz ich omówienie. Dla każdego z obszarów badawczych odrębnie ujęto w nim wyniki dotyczące właściwości i składu torfów oraz gleb, zróżnicowania zanieczyszczenia w profilach pionowych oraz chemizmu wód porowych. Na tej podstawie dokonano próby interpretacji czynników wpływających na mobilność PTP w analizowanych profilach glebowych i torfowych, a następnie porównano wielkości ich ładunków zgromadzonych w analizowanych obszarach badawczych, w Polsce i Norwegii, w podziale na zanieczyszczenia geogeniczne oraz pochodzące z depozycji atmosferycznej.
- Rozdział 5 obejmuje podsumowanie pracy oraz zestawienie wniosków, sformułowanych na podstawie przeprowadzonych analiz i obliczeń.

Praca przedstawiona przez Panią mgr inż. Ewę Miszczak ma odpowiedni układ i jest napisana w sposób zrozumiały, na ogół z zastosowaniem właściwie użytej terminologii specjalistycznej. Poprawnie opracowana jest też warstwa ilustracyjna pracy, na którą składają się mapy, fotografie, schematy i wykresy.

Uwagi krytyczne i dyskusyjne

W analizowanej rozprawie nie dostrzegam błędów lub niedociągnięć natury merytorycznej czy formalnej, które znacząco wpływałyby na jej ostateczną ocenę. Poniżej zamieściłem spostrzeżenia i komentarze oraz sformułowałem wątpliwości dotyczące fragmentów pracy. Niektóre z uwag są szczegółowe i mogą być przydatne przy przygotowywaniu tekstu do publikacji.

- Często używany termin „los”, „losy” w odniesieniu do zjawisk w jakich uczestniczą pierwiastki jest niefortunny.

-
- Strona 15 – mówiąc o toksycznych pierwiastkach (PTP), stwierdzono, że mogą one pochodzić m.in. ze źródeł naturalnych, pośród których wymieniono m.in. procesy glebotwórcze. Komentarz: o ile skała macierzysta może być ich źródłem (jeśli te pierwiastki zawiera) to przywołane procesy glebotwórcze kontrolują ich obecność ale same nie są źródłami.
 - Strona 44 – „...torfowiska ombrotroficzne są doskonałym i precyzyjnym narzędziem...” - nie są narzędziem lecz raczej „archiwum”, jak pisze sama Autorka, lub magazynem, gdyż na swój sposób przechowują informacje środowiskowe
 - Strona 49 – Błędnie podano nazwisko autora jednej z cytowanych publikacji z 2015 roku, jest nim Cezary Kabała.
 - Strona 50 – Na obszarze Gór Izerskich występują głównie gleby brunatne, płowe oraz bielice wytworzone ze zwietrzelin, lecz nie ze zwietrzelin piaskowców, gdyż takich skał w tym rejonie nie ma. Góry Izerskie to masyw zbudowany ze skał metamorficznych i magmowych. Do surowców eksploatowanych w przeszłości na terenie Gór Izerskich nie zaliczają się wapienie oraz rudy arsenu, wydobywano tam natomiast minerały kobaltu. Nie ma takiego regionu Czech jak „północna Bohemia”. Bohemia to synonim dla Czech.
 - Strony 52, 53, 54, 57- mapy na rys. 9, 10, 11, 12 nie posiadają podziałki liniowej, trudno się więc zorientować w odległościach pomiędzy ukazanymi na nich obiektami.
 - Strona 53 - „Obszar ten zbudowany jest głównie z gnejsów granitowych, pasmowych, migmatycznych i augenowskich...”. Nie ma gnejsów granitowych ani augenowskich. Prawidłowe nazwy to o granitognejsy i gnejsy oczkowe. Kolejna uwaga: proces topnienia zwartej pokrywy lodowej na terenie Skandynawii zakończył się nie 500 a około 5000 lat temu.
 - Strona 53 - „W Norwegii większość gleb rozwinęła się z resztek lodowcowych z ostatnich zlodowaceń oraz ze złóż morskich lub polodowcowych.” Zdanie to sformułowano bez zachowania zasad terminologicznych.
 - Strona 58 - na rys. 13 nie podano jednostek współrzędnych ani jednostek skali barwnej.
 - Strona 60 - brak opisu metodyki ekstrakcji wód porowych oraz sposobu podziału próbek; czy stosowano np. kwartowanie ?
 - Strona 63 – błędnie zdefiniowano popielność, opisując że jest ona odwrotnością strat prażenia.
 - Strona 75 – „...maksymalne wartości popielności zarejestrowane w warstwie torfu datowanej na 1970 r. były znacznie mniejsze...” – o którą z próbek chodzi; należałoby podać symbol próbki.
 - Strona 83 – Sformułowano tu następujący wniosek: „Równocześnie, zarówno kształtowanie się stężeń, jak i ładunków badanych pierwiastków wzdłuż profili torfowych, wykazuje znaczne różnice w pionowej redystrybucji pierwiastków zarówno pomiędzy badanymi profilami jak też w odniesieniu do chronologii depozycji.” Czy termin redystrybucja, oznaczający ponowną dystrybucję, jest tu właściwy? Wydaje się, że chodzi tu o dystrybucję.
 - Strona 87 – Wniosek dotyczący „...zniekształcenia pionowej dystrybucji ładunków w stosunku do depozycji, przy wystąpieniu w profilu torfu warstw o wyraźnie niższej przewodności hydraulicznej, zakłócających ruch wód porowych i wywołujących efekt bariery” wymagałby doprecyzowania i potwierdzenia analizą własności

hydrogeologicznych materiału torfowego. Zachodzi pytanie, w jaki konkretnie sposób bariera hydrauliczna wpływałaby na ilość substancji zgromadzonej w profilu.

- Strona 91 – Postawiono tu tezę, że na udział badanych pierwiastków w profilach torfu wpływało wydobycie kwarcu oraz rud cyny, kobaltu i miedzi. Jest wątpliwe aby dawna działalność górnicza, zwłaszcza eksploatacja kwarcu (nota bene zakończona w XX wieku) miała wpływ na depozycję Cd, Cu, Cr, Ni i Pb na analizowanym terenie. Źródłem emisji powinno być raczej hutnictwo ale jego intensywnego rozwoju, nie licząc produkcji szkła, na terenie Gór Izerskich, nie potwierdzają dokumenty historyczne.
- Strona 103 – w mineralogii wyróżnia się skalenie potasowe oraz skalenie sodowo-wapniowe (plagioklasy) a określenie „skalenie potasowo-sodowe” nie jest używane.
- Strona 113 – Stwierdzono tu, że „...wyniki badań potwierdzają, że czynnik wysokościowy wpływający na ekspozycję obszaru, może odgrywać istotną rolę w zanieczyszczeniu gleb położonych w wyższych strefach wysokościowych”. Różnice wysokości pomiędzy punktami lg1, lg2 i lg3 nie przekraczają 30 metrów – wydaje się mało prawdopodobne aby tak mała dysproporcja mogła mieć wpływ na depozycję, zwłaszcza tę, która jest związana z transportem dalekosiężnym.
- Strona 123 – warstwa torfu z torfowiska norweskiego nie jest ok. 4-krotnie starsza od warstwy torfu z torfowiska polskiego ale dolna granica profilu z Norwegii jest datowana na około 4 razy starszą niż odpowiednia granica profilu z Polski.
- Strona 144 – Wydaje się, że występowanie większych stężeń pierwiastków w poziomie 20-40 cm niż w poziomie wyżejległym, na powierzchni którego zostały zdeponowane, świadczy raczej o ich migracji w głąb profilu a nie o śladowej ruchliwości.
- Strona 145 – Rysunek 27 zatytułowano „Pionowa ruchliwość PTP w wodach porowych torfu porowych torfu z torfowiska (II)”, podczas kiedy przedstawia on stężenia wybranych metali w wodach porowych określonych poziomów profili torfu.
- Strona 180 – w rozdziale 4. „Porównanie całkowitych ładunków PTP między dwoma obszarami geograficznymi”, omawiając założenia dotyczące interpretacji pochodzenia metali należących do poszczególnych stwierdzono, że: „z frakcją FO i FI, są związane metale przeważnie pochodzenia geogenicznego, z uwagi na znaczne występowanie we frakcji mineralnej gleby składników łatwo rozpuszczalnych, węglanów oraz minerałów ilastych o wysokich pojemnościach jonowymiennych”. W tym kontekście istotna byłaby informacja w jakich udziałach, i jakie składniki łatwo rozpuszczalne i węglany (których ze względu na skład petrograficzny skał macierzystych, powinno być bardzo niewiele), występowały w analizowanych profilach.
- Strona 183 – podano tu, że oszacowane ładunki PTP, „...odzwierciedlają rzeczywisty pionowy rozkład akumulacji metali pochodzących z depozycji atmosferycznej wzdłuż profilu torfu...”, a dalej napisano, iż „...pionowy rozkład ładunków zakumulowanych w warstwie torfu, istotnie odbiega od chronologii depozycji pierwiastków z LRTP, w tym również Pb, ze względu na ich pionową relokację i redystrybucję...”. Nie jest jasne czy w drugim ze zdań chodzi o przywołany powyżej „rzeczywisty pionowy rozkład akumulacji”. Ponadto chronologia depozycji pierwiastków, a raczej wydarzeń, które mogą odpowiadać za depozycję, zwłaszcza na terenie badawczym położonym w Górach Izerskich, została zestawiona w sposób uproszczony i obejmuje tylko emisje z energetyki zawodowej, spalania benzyny ołowiowej oraz emisje z huty szkła Carlsthal. Nie uwzględniono tu emisji

z dobrze rozwiniętych i długo działających ośrodków przemysłowych w północnych Czechach (np. Liberec, Mlada Boleslav).

- Strona 186 – Przedstawiony tu wniosek dotyczący znacznej niejednorodności podłoża obszaru (I) – Góry Izerskie wymagałyby weryfikacji z danymi zawartymi na arkuszu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMGP 1: 50 000) 830 - Jakuszyce. Wzgórze Granicznik, na którym pobrano próbki gleb, jest zbudowane z mało zróżnicowanych petrograficznie granitów, zaliczanych do górnego karbonu.
- Strona 205 – Wnioski 2, 3 i 4 są de facto założeniem leżącym u podstaw pracy, o czym była mowa m.in. w rozdziale 1.4.2.
- Strona 206 – Wniosek mówiący o tym, że „określenie całkowitego skumulowanego ładunku depozycji atmosferycznej PTP przy użyciu torfowisk ombrotroficznych stwarza podstawę do opracowania wiarygodnego bilansu zanieczyszczeń antropogenicznych praktycznie na całym obszarze kuli ziemskiej...” nie został potwierdzony wynikami pracy, w której porównywano jedynie dwa niewielkie obszary.
- Strona 207 – Wniosek szczegółowy 2 – stwierdzenie, że całkowite skumulowane ładunki depozycji w profilach torfu na obszarze (II) – południowa Norwegia, są typowe dla Europy, stanowi zbytnią generalizację.
- Strona 209 – Wniosek szczegółowy 12, dotyczący nowego obszaru zastosowania torfowisk ombrotroficznych jako rejestrów depozycji atmosferycznej i tezy o torfowisku, jako narzędziu do ilościowego wyznaczania ładunku zdeponowanego w glebach stanowi w zasadzie powtórzenie założeń przyjętych w pracy i wymagałyby potwierdzenia dodatkowymi metodami badawczymi.

Interpretacja stężeń i ładunków PTP w profilach pionowych z terenu badawczego w Górach Izerskich mogłaby być bardziej przekonująca. O ile bowiem interpretacja dotycząca profilu IT1 wydaje się spójna z przyjętą przez Autorkę chronologią depozycji, to w przypadku pozostałych: IT2 i IT3, odmienny od stwierdzonego w IT1, rozkład stężeń i ładunków tłumaczony jest redystrybucją PTP. Otwarte pozostaje jednak pytanie jak wyjaśnić, że proces redystrybucji nie występuje w profilu w IT1.

Zauważalne są ponadto niezręczności lub błędy stylistyczne np.:

- str.16 – „użycie torfowisk ombrotroficznych jako dokładnych archiwów...” – raczej wiarygodnych,
- str. 23 - „Większość zanieczyszczeń, które zostały wyemitowane do atmosfery w postaci aerozoli, są usuwane” - powinno być: „jest usuwanych”,
- str.29 – jest „zmianami klimatologicznymi” zamiast „zmianami klimatycznymi”,
- str. 33 – tekst „Mając na celu zbadanie, historycznych trendów depozycji zanieczyszczeń atmosferycznych w skali regionalnej a nawet globalnej.” – jest sformułowany niegramatycznie,
- str. 75 – „Zwiększone zawartości popiołu została wykryty...” – nieprawidłowa koniugacja,
- str. 76 – „...zostały przedstawiono...” – błąd stylistyczny,
- str. 81 – „...charakteryzowały się maksymalną zawartością żelaza całkowitego (FeT), który wynosił...” – błąd stylistyczny.

Najbardziej wartościowe walory rozprawy mają charakter poznawczy i wynikają głównie z rezultatów uzyskanych w trakcie badań laboratoryjnych. Polegają one na: określeniu zmienności i wyjaśnieniu specyfiki tworzenia ładunków wybranych pierwiastków w

analizowanych obszarów badawczych, wykazaniu, że obciążenie historyczną depozycją tych pierwiastków ma bardzo istotny udział w zanieczyszczeniu gleb na znacznym obszarze oraz zidentyfikowaniu przyczyn zróżnicowania mobilności PTP w profilach torfowych i glebowych.

Godny uwagi jest także aspekt metodyczny pracy, mający znaczenie dla przyszłych badań nad oceną skali depozycji substancji toksycznych z atmosfery, a polegający na zastosowaniu torfowisk ombrotroficznych, w celu określenia, związanych z dalekosiężnym transportem atmosferycznym, ładunków pierwiastków potencjalnie toksycznych.

Sposób doboru obszarów do badań porównawczych oraz odpowiednio zaplanowane i starannie przeprowadzone prace badawcze dowodzą, że Autorka dojrzałe podeszła do rozwiązania stojącego przed Nią zadania naukowego.

Problematyka badań obiegu substancji toksycznych przenoszonych w transporcie atmosferycznym na dalekie odległości była przedmiotem licznych badań naukowych, zapoczątkowanych w 2 połowie XX w. Na tym tle zauważyć jednak należy, że praca doktorska Pani mgr Ewy MISZCZAK ma charakter nowatorski, zwłaszcza w skali kraju, gdyż podobne zagadnienia nie były dotąd rozwiązywane z wykorzystaniem wyjątkowych cech zapisu środowiskowego, jaki przechowują torfowiska ombrotroficzne.

W podsumowaniu chciałbym podkreślić, że recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr Ewy MISZCZAK stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i posiada niebagatelną wartość merytoryczną. Autorka dowiodła umiejętności pozyskiwania danych środowiskowych, analizowania faktów, planowania i przeprowadzania analiz laboratoryjnych a także krytycznej i wnikliwej interpretacji ich rezultatów, w celu określenia **wpływu depozycji zanieczyszczeń na zawartość i ruchliwość potencjalnie toksycznych pierwiastków w torfach i glebach**. Potwierdza to, iż Doktorantka posiadała znaczną wiedzę teoretyczną oraz umiejętności samodzielnego organizowania i prowadzenia badań naukowych.

Konkluzja

Recenzowana praca doktorska pt.: „Wpływ depozycji zanieczyszczeń na zawartość i ruchliwość potencjalnie toksycznych pierwiastków w torfach i glebach” spełnia wszystkie warunki stawiane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wobec powyższego stawiam wniosek do Komisji Doktorskiej i Rady Naukowej Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN o dopuszczenie Pani mgr Ewy Miszczak do dalszego toku przewodu doktorskiego.

