

Poznań, dnia 05.05.2025 r.

Prof. UPP dr hab. Bogdan Chojnicki
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska
Pracownia Bioklimatologii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Stachowicz

**pt. „Zintegrowana ocena sytuacji hydrologicznej osuszonych torfowisk oraz analiza skutków ich
powtórnego nawodnienia”**

Zasadność podjęcia tematu

Tereny podmokłe (wśród nich torfowiska) to ekosystemy, które przez lata były postrzegane w naszym regionie świata jako swego rodzaju przeszkoda w drodze do dobrobytu. Dlatego, działania polegające na ich osuszaniu były przez wieki odbierane jako oznaka postępu, wpisując się w ogólnie panującą logikę ujarzmiania przyrody przez człowieka. Do dziś wśród wielu osób w Polsce panuje przekonanie, że udrażnianie rowów na terenach podmokłych to objaw dobrej i odpowiedzialnej gospodarki wodnej. Niestety zmiana klimatu, której głównym objawem jest wzrost temperatury sprawiła, iż wzrastające parowanie potencjalne powoduje coraz mocniejsze zaburzenia w bilansie wodnym krajobrazu. W takiej sytuacji o odporności ekosystemów na coraz częściej pojawiające się susze decyduje w dużej mierze ich zdolność do przytrzymywania (retencji) wody. Utrata zdolności retencyjnych polskiego krajobrazu jest głównie skutkiem wieloletniego procesu odwadniania i ta zmiana sprawiła, że w nowych warunkach klimatycznych stabilność, a co za tym idzie, produktywność siedlisk jest wystawiana na coraz cięższe próby. Dodatkowym problemem jest fakt, iż odwodnienia realizowane w Polsce miały tak powszechny charakter, że kwestia utraty zdolności retencyjnej krajobrazu dotyczy praktycznie całego kraju. Stawia to przed naukowcami poważne wyzwanie polegające na opracowaniu narzędzi badawczych, które pozwolą na oszacowanie przekształcenia krajobrazu w skali całej zlewni, regionu czy kraju. W tej sytuacji niezwykle przydatne mogą okazać techniki monitoringu satelitarnego, które w ostatnich dziesięcioleciach zanotowały olbrzymi postęp a ich zdolność do badań środowiska w dużej skali przestrzennej w oczywisty sposób predestynuje je jako skuteczne narzędzie, które może być użyte do opisanych powyżej zadań badawczych. Ważnym elementem działań w kierunku zmian funkcjonowania krajobrazu np. zmiana wielkości retencji w środowisku jest także społeczna percepcja takich wysiłków. Koncepcja usług ekosystemowych, u których podłoża leży wycena wartości zasobów, ale także procesów zachodzących w środowisku ma swoje ograniczenia wynikające m. in. z

antropocentrycznego i ekonomicznego podejścia do znaczenia natury. Jednak wydaje się, że szacowanie kosztów usług ekosystemowych jest często jedynym narzędziem komunikacji społecznej. To w obecnych czasach może być jedynym sposobem na budowę podstaw społecznych do realizacji właściwej polityki ochrony i zarządzania środowiskiem. Przedstawiona dysertacja prezentuje kompleksowe podejście do zagadnienie badań mokradeł będących pod silną antropogeniczną i ze strony zmiany klimatu. Zawiera ona szczegółową analizę historii presji człowieka na ich funkcjonowanie terenów podmokłych, opracowanie narzędzi badawczych służących do oceny skutków oddziaływania człowieka na te ekosystemy, ale także prezentuje analizę zysków (usług ekosystemowych) wynikających z retencji wody w mokradłach (odbudowy torfowisk). W ten sposób przedstawiona praca okazuje wartościowym zbiorem prac dotyczących przeszłości, teraźniejszości, ale także przyszłości terenów podmokłych w naszym regionie świata. Podstawowymi celami dysertacji były:

1. Próba uzupełnienia wiedzy w zakresie dokumentacji przekształceń torfowisk w skali regionu (na przykładzie Kotliny Biebrzańskiej).
2. Opracowanie algorytmu oceny aktualnej sytuacji hydrologicznej w oparciu o dane teledetekcyjne z Biebrzańskiego Parku Narodowego.
3. Oceny skuteczności powtórnego uwodnienia wybranych torfowisk wysokich w Norwegii: Kaldvassmyra, Aurstadmåsan i Midtfjellmåsan.
4. Analizy kosztów i korzyści wynikających z procesu wzrostu retencji wodnej w oparciu o restytucję torfowisk w zlewni Niemna.

Hipoteza badawcza pracy

W ramach przedstawionej pracy zweryfikowano następującą hipotezę badawczą:

„Skuteczna restytucja ekosystemów bagiennych jest możliwa, mimo istniejących ograniczeń pochodzenia hydrologicznego i antropogenicznego, oraz prowadzi do osiągnięcia mierzalnych korzyści przyrodniczych i społeczno-ekonomicznych, możliwych do ilościowej kwantyfikacji w różnych skalach przestrzennych.”

Weryfikacja postawionej hipotezy została przeprowadzona poprzez realizację następujących czterech zadań badawczych:

- 1) Analiza zmian warunków hydrologicznych i hydrograficznych, jakie nastąpiły na przestrzeni ostatnich 200 lat (okresu krytycznego dla zachowania właściwego stanu torfowisk na Niżu Europejskim) na obszarze rozległych torfowisk nizinnych,

- 2) Opracowanie metody oceny średniego stanu wody na torfowiskach, będącego kluczowym wskaźnikiem ich stanu, niezbędnym w procesie decyzyjnym dotyczącym określenia celów i wskaźników ich odtwarzania, niewymagającej wieloletniego monitoringu hydrologicznego,
- 3) Analiza odpowiedzi hydrologicznej osuszonych torfowisk na powtórne ich uwodnienie, jakie nastąpiło w wyniku podjętych działań ograniczenia odpływu wody w systemach melioracyjnych,
- 4) Ocena wartości świadczeń ekosystemów bagiennych oraz analizę kosztów i korzyści ich restytucji w skali dużej, transgranicznej zlewni nizinnej Środkowej Europy.

W skład przedstawionej pracy doktorskiej wchodzi 4 artykuły, których zawartość została omówiona poniżej.

Artykuł nr 1

Tytuł: Two centuries of changes - revision of the hydrography of the Biebrza Valley, its transformation and probable ecohydrological challenges.

Pierwszy artykuł to inwentaryzacja zmian w sieci hydrograficznej w aktualnych granicach BbPN na przestrzeni ostatnich 200 lat. Jest to wartościowa praca m.in. z uwagi na szeroki zakres przeanalizowanych materiałów archiwalnych. Systematyczne podejście do zgromadzonych danych pozwoliło na szczegółowe określenie zmian parametrów hydrologicznych badanego obszaru. Należy tu dodać, że tekst zawiera także dobrze opisaną metodologię, która może być wykorzystana w badaniach prowadzonych na innych obiektach tego typu. Zaprezentowana analiza, dzięki jej inwentaryzacyjnemu charakterowi, tworzy dobrą podstawę do planowania a także realizacji dalszych działań polegających na wdrażaniu polityki regionalnej służącej nie tylko ochronie, ale także restytucji mokradeł na terenie Biebrzańskiego Parku Narodowego. Dodatkowo, przedstawiona praca publikacja jest też dobrym wstępem do dalszych części dysertacji.

Pytanie dotyczące artykułu

Praca ma charakter geograficzny i wydaje się, że dobrym uzupełnieniem przedstawionych rezultatów byłaby analiza warunków klimatycznych badanego obszaru. Ma to szczególne znaczenie, ponieważ obecna zmiana klimatu jest dodatkowym czynnikiem wzmacniającym (opisaną w pracy) długoterminową presję antropogeniczną polegającą na zagęszczaniu sieci rowów na terenie BbPN. Uprzejmie proszę o opinię nt. długofalowego losu torfowisk na terenie bagien Biebrzańskich w kontekście ustawicznego wzrostu parowania potencjalnego?

Artykuł nr 2

Tytuł: Estimating mean groundwater levels in peatlands using a Bayesian belief network approach with remote sensing data.

Logika Bayesowska pozwala na wnioskowanie w oparciu o dane, które charakteryzuje duża niepewność, a w przypadku zbiorów danych zawierających parametry opisujące stan środowiska mamy zwykle do czynienia właśnie z taką sytuacją. W przedstawionej pracy wykorzystano kombinację takich danych, jak: wartości głębokości zwierciadła wody gruntowej obserwowanych na sieci 45 studzienek (tzw. piezometrów), danych teledetekcyjnych - współczynnika rozproszenia SAR (satelita Sentinel-1), wartości osiadania torfu oraz odległość analizowanej powierzchni od cieku wodnego. Pozwoliło to na przetrenowanie opracowanej podczas prezentowanych w artykule badań sieci Bayesowskiej, która posłużyła jako narzędzie do oszacowania głębokości poziomu wody na podstawie teledetekcyjnej oceny roślinności.

Pytanie dotyczące artykułu

Jakie dodatkowe dane wprowadzone do zaprezentowanego w artykule modelu mają potencjał do podniesienia jego skuteczności?

Artykuł nr 3

Tytuł: Hydrological response to rewetting of drained peatlands – a case study of three raised bogs in Norway.

W tej pracy przeprowadzono badanie reakcji wybranych torfowisk ombrogenicznych znajdujących się w Norwegii na powtórne nawodnienie (zablokowanie rowów melioracyjnych). Analizy te wykonano w oparciu o dane piezometryczne z okresu 2015-2021. W badaniach tych tło hydrologiczno-meteorologiczne stanowiły wartości opadów w okresach przed i po powtórным nawodnieniu (Before-After Control-Imact - BACI). Uzyskane wzrosty mieściły się w zakresie od 0,04 do 0,08 m, co świadczy o dużej skuteczności przeprowadzonych prac restytucyjnych. Na pewno ważnym skutkiem tych działań było wyraźne wydłużenie okresów, w których zawarty w torfie węgiel jest chroniony przed emisją do atmosfery (w postaci CO₂) poprzez podwyższone nawodnienie substratu.

Pytania dotyczące artykułu

Praca ta została inteligentnie zaprojektowana, albowiem ustalono także piezometry kontrolne, na których w czasie badań uzyskano spadek wysokości ZWG i jest to zapewne wynik postępującego wzrostu temperatury na tym obszarze. W związku z tym nasuwają się następujące pytania:

1. Czy uzyskanie porównywalnych wartości spadków ZWG na wspomnianych przez autorkę piezometrach referencyjnych należy wiązać z zaburzeniami wartości klimatycznego bilansu wodnego?
2. Na ile przedstawione działania stanowią element odbudowy, a na ile działania ochronne torfowisk przed zmianą klimatu?

Artykuł nr 4

Tytuł: To store or to drain — to lose or to gain? Rewetting drained peatlands as a measure for increasing water storage in the transboundary Neman River Basin.

Głównym zagadnieniem przedstawionym w czwartym artykule była ilościowa ocena korzyści (wyrażone za pomocą jednostek ekonomicznych) płynących z ponownego nawadniania torfowisk w szczególności poprzez oszacowanie możliwych zmian w zdolności magazynowania wody. Badania te obejmowały zlewnię Niemna na terenie Litwy i Polski oraz opracowanej przez autorkę części zlewni znajdującej się na Białorusi i w Rosji (dane przestrzenne teledetekcyjne). Oszacowano ilość przytrzymywanej wody w rowach biorąc pod uwagę takie parametry, jak: wysokość piętrzenia, długość rowu w granicach każdego z badanych torfowisk, średnią szerokość rowu, średni promień oddziaływania rowu oraz porowatość gleby. Założono, że piętrzenie na rowach miało być realizowane poprzez system tam ulokowany co 0,2 m spadku dna rowu. Na bazie tych obliczeń określono wartość kosztów gromadzenia wody (wyrażone w $\text{EUR} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$). Uzyskane wyniki zostały porównane z całkowitymi kosztami inwestycji związanych z budową sztucznych zbiorników wodnych o podobnej pojemności. Wnioskiem z tej pracy jest stwierdzenie zysku ekonomicznego wynikającego z piętrzenia i przytrzymywanie wody w mokradłach w porównaniu z budową zbiorników, przy czym wyższe poziomy piętrzenia okazały się bardziej efektywne ekonomicznie.

Pytania dotyczące artykułu

1. Dlaczego torfowiska o powierzchni mniejszej niż 5 ha oraz pozbawione rowów melioracyjnych zostały wykluczone z tej analizy?
2. Jak powinny być wyceniane, ale także komunikowane społecznie, nie wymienione w pracy, takie usługi ekosystemowe terenów podmokłych, jak zachowanie bioróżnorodności (usługi podtrzymujące) czy utrzymanie węgla w torfie (usługi regulujące)?

Podsumowanie

Spójna i konsekwentna realizacja zadań badawczych to silna strona tej dysertacji a proces badawczy opisany za pomocą czterech artykułów składający się z takich elementów, jak: analizy przyczyn odwodnienia mokradeł, diagnoza sytuacji hydrologicznej, oszacowanie skuteczności restytucji mokradeł i wycenę ekonomiczną działań restytucyjnych (nawodnieniowych) pozwala stwierdzić, że autorka pracy dobrze przemyślała a także zaplanowała swoje działania. Przedstawione publikacje stanowią więc także dobrą dokumentację rozwoju mgr. Stachowicz w okresie jej studiów doktoranckich. Jest to szczególnie ważne w warunkach stosunkowo krótkiego 4-letniego okresu w jakim doktorant ma obowiązek przedstawić opublikowane wyniki swoich badań w postaci spójnej pracy doktorskiej. Przetawiony zestaw artykułów układa się w spójną całość i pakiet tych 4 prac należy ocenić jako potwierdzenie postawionej w pracy hipotezy, ale także ważny wkład w wiedzę na temat funkcjonowania torfowisk w warunkach równoczesnej presją ze strony człowieka i zmiany klimatu. Niewątpliwą zaletą przedstawionej dysertacji jest także jej silnie użyteczny charakter. Sytuacja, w której powszechne jest ekonomiczne postrzeganie w zasadzie wszystkich aspektów życia człowieka ocena wartości przyrodniczych za pomocą jednostek ekonomicznych wydaje się dobrym, choć pewnie nie jedynym, sposobem na skuteczną komunikację społeczną. Praca szczególnie w czwartej publikacji wychodzi naprzeciw oczekiwaniom dotyczącym potrzeb komunikacji społecznej związanej z ochroną mokradeł, jednocześnie budując bazę wiedzy przydatną dla osób zajmujących się implementacją działań służących restytucji terenów podmokłych w krajobrazie Polski. Przedstawiona dysertacja jest dowodem na wyraźną dojrzałość naukową doktorantki, w związku z tym uprzejmie proszę o odpowiedź na następujące pytania:

1. Wydaje się, że w percepcji społecznej tzw. podtopienia terenów trawiastych czy zaniki ekosystemów leśnych, które są skutkiem radykalnego podniesienia poziomu wody gruntowej mogą się spotkać z negatywnym społecznym odbiorem. Jak komunikować społecznie tzw. negatywne skutki powtórnego nawodnienia torfowisk?
2. Zdaje się, iż w przyszłości poziom wody w torfowiskach będzie nadal spadał w wyniku postępującej zmiany klimatu. Czy wg. Pani wszystkie torfowiska w Polsce da się uratować poprzez wyżej wspomniane działania restytucyjne?

Wniosek końcowy

W przypadku oceny pracy doktorskiej, ważne jest aby dysertacja wyraźnie wskazywała nie tylko na ogólną wiedzę teoretyczną kandydatki do stopnia doktora, ale także na umiejętności badawcze,

którymi dysponuje. Drugim wymogiem pracy doktorskiej jest prezentacja oryginalnego rozwiązania w zakresie przeprowadzonych badań własnych. W przypadku pracy doktorskiej mgr inż. Marty Stachowicz można stwierdzić, iż przedstawiona do oceny dysertacja aż nadto wypełnia opisane wyżej wymagania. Przedstawione prace to nie tylko na dowód na szeroką wiedzę mgr Stachowicz na temat historii oddziaływania człowieka na torfowiska w naszym regionie Europy, ale także przedstawienie konkretnych narzędzi służących do badań stanu (model Bayesowski) oraz kosztów usług ekosystemowych świadczonych przez ekosystemy podmokłe.

Z uwagi na powyższe stwierdzam, że przedstawiona praca doktorska spełnia wymogi określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) i wnioskuję o dopuszczenie rozprawy do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania mgr inż. Marty Stachowicz stopnia doktora. Jednocześnie, wnioskuję o wyróżnienie przedstawionej dysertacji, jako szczególnego wkładu nie tylko w badania, ale także ochronę terenów podmokłych.

dr hab. Bogdan Chojnicki, prof. UPP