

Prof. dr hab. inż. Mirosław Wiatkowski
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Instytut Inżynierii Środowiska

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Błażeja Waligórskiego
pt. „Ocena funkcjonowania zbiornika zaporowego w pierwszych latach eksploatacji
na przykładzie obiektu Przebędowo”**

1. Przedmiot i podstawa formalna recenzji

Niniejsza recenzja została wykonana w odpowiedzi na pismo z dnia 07.10.2024 r. (WI.4000.12.2024) od Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu Pana prof. dr hab. inż. Mariusza Sojki, o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Błażeja Waligórskiego, zatytułowanej pt. „Ocena funkcjonowania zbiornika zaporowego w pierwszych latach eksploatacji na przykładzie obiektu Przebędowo”. Promotorem rozprawy jest Pan dr hab. inż. Mariusz Korytowski z Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

2. Podstawowe dane o Kandydacie do stopnia naukowego doktora

Kandydat w 2004 r. rozpoczął studia na kierunku Inżyniera Środowiska, na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska, w Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu (dawn. Akademia Rolnicza w Poznaniu). Pracę magisterską pt. „Analiza pracy statycznej płyt kołowych o stałej grubości” wykonał pod opieką prof. dr hab. inż. Wiesława Buczkowskiego w Katedrze Mechaniki Budowli i Budownictwa Rolniczego i w 2009 r. uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera inżynierii środowiska, w specj. inżynieria wodna i sanitacja wsi. W 2009 r. rozpoczął pracę w Wielkopolskim Zarządzie Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu, gdzie pracował do 2017 r. Natomiast od 2018 r. kontynuuje pracę w RZGW w Poznaniu w Państwowym Gospodarstwie Wodnym Wody Polskie, najpierw jako starszy specjalista, następnie jako główny specjalista w Wydziale Planowania i Koordynacji Eksploatacji, a od 1.05.2024 r. pełni obowiązki Zastępcy Dyrektora PGW Wody Polskie RZGW w Poznaniu ds. Ochrony przed Powodzią i Suszą.

W latach 2015-2019 był uczestnikiem niestacjonarnych studiów doktoranckich w dyscyplinie kształtowanie środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Przewód doktorski Kandydata wszczęto w dniu 17 grudnia 2020 r. na podstawie uchwały nr 6/8/2020. Podczas studiów doktoranckich Doktorant uczestniczył w dwóch konferencjach międzynarodowych i czterech konferencjach krajowych. Ponadto prowadził zajęcia dydaktyczne z przedmiotu Agromelioracje dla studentów stacjonarnych studiów magisterskich oraz kompleksowe ćwiczenia terenowe dla studentów III roku studiów stacjonarnych.

3. Ogólny opis rozprawy

Niniejsza rozprawa doktorska dotyczy problematyki funkcjonowania małych zbiorników zaporowych. Autor na przykładzie małego zbiornika wodnego Przebędowo, zlokalizowanego w gminie Murowana Goślina w województwie wielkopolskim, przedstawił ocenę jego funkcjonowania w pierwszych latach eksploatacji, przy zróżnicowanych warunkach meteorologicznych i hydrologicznych. Przedstawioną mi do recenzji pracę należy zaliczyć do nurtu badań związanych ze zbiornikami zaporowymi małej retencji. Jest to ważne zagadnienie, gdyż są one elementem poprawiającym retencyjność obszarów, co jest m.in. istotne ze względu na zubożenie zasobów wodnych.

Rozprawę doktorską Autor przygotował jako zbiór trzech opublikowanych i powiązanych tematycznie publikacji naukowych w języku angielskim:

- Publikacja 1. Waligórski B., Korytowski M., Stachowski P., Otremba K., Kraczkowska K. 2019. Assessment of the Impact of a Dammed Reservoir on Groundwater Levels in Adjacent Areas Based on the Przebędowo Reservoir. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), Vol. 21, 767-788.
- Publikacja 2. Waligórski B., Korytowski M., Zydrón A., Liberacki D., Fiedler M., Stasik R. 2020. The water balance in a dammed reservoir – a case study of the Przebędowo reservoir. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), Vol. 22, 324-346.
- Publikacja 3. Waligórski B., Janicka E., 2021. The Influence of the Przebędowo Reservoir on the Water Quality of the Trojanka River in the First Years of its Functioning. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), Vol. 23, 151-167. <http://dx.doi.org/10.54740/ros.2021.010>

Indywidualny wkład Autora w powstanie tych publikacji jest wiodący. We wszystkich pracach jest on pierwszym autorem. Doktorant brał udział w opracowaniu koncepcji artykułu, przeprowadzeniu badań terenowych, interpretacji wyników, redakcji artykułu, przygotowaniu odpowiedzi w procesie recenzji artykułu (publikacja 1 i 2) oraz w opracowaniu metodyki badań (publikacja 3). Należy stwierdzić, że w dokumentacji Doktorant starannie przygotował oświadczenia zarówno swoje, jak i współautorów publikacji wraz z określeniem indywidualnego wkładu w ich powstanie. Prace przygotował we współautorstwie: jedną pracę z pięcioma współautorami (Publikacja 2), jedną pracę z czterema współautorami (Publikacja 1) i jedną z jednym współautorem (Publikacja 3).

Doktorant, poza przedstawieniem rozprawy doktorskiej złożonej z trzech prac w języku angielskim, przedstawił także 50-stronicowy maszynopis wraz ze streszczeniem, w j. polskim i angielskim, wprowadzeniem, przeglądem literatury i podrozdziałem o znaczeniu rozprawy dla rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz możliwości zastosowania uzyskanych rezultatów w sferze gospodarczej. Opracowanie to zawiera informacje o celach pracy (cel główny: ocena funkcjonowania zbiornika zaporowego Przebędowo, w pierwszych latach eksploatacji, w zróżnicowanych warunkach meteorologicznych; trzy cele szczegółowe: określenie wpływu wód retencjonowanych w zbiorniku na wody gruntowe w terenach przyległych, charakterystyka składowych bilansu wodnego zbiornika w kontekście oceny czynników wiodących oraz określenie wpływu

zbiornika na jakość wody w rzece Trojanka poniżej budowli upustowej w okresach wegetacyjnych analizowanych lat hydrologicznych) i zakresie rozprawy wraz z trzema hipotezami badawczymi: (1) wody retencjonowane w zbiorniku Przebędowo istotnie oddziałują na wody gruntowe w terenach bezpośrednio przyległych, (2) w bilansie wodnym zbiornika, decydującą rolę odgrywają czynniki poziomej wymiany (dopływ i odpływ), natomiast czynniki wymiany pionowej (opady atmosferyczne i parowanie z powierzchni zbiornika) mają znaczenie marginalne, (3) zbiornik Przebędowo pozytywnie wpływa na jakość wody w rzece Trojanka poniżej budowli upustowej). W opinii recenzenta hipoteza badawcza 1) „Wody retencjonowane w zbiorniku Przebędowo istotnie oddziałują na wody gruntowe w terenach bezpośrednio przyległych”, ma raczej znamiona dobrze potwierdzonej już w literaturze tezy, którą Doktorant również potwierdził swoimi badaniami. Doktorant sam w autoreferacie pisze, że „Wyniki badań przeprowadzone na obszarze naszego kraju, jak i poza nim potwierdziły, że pomiędzy stanami wody w zbiornikach retencyjnych, a stanami wód gruntowych w terenach przyległych istnieją silne powiązania, często determinowane warunkami fizjograficznymi, geologicznymi i hydrogeologicznymi”.

Ponadto w tym opracowaniu przedstawiono spis literatury (bibliografia w maszynopisie obejmuje 137 pozycje, w tym zdecydowaną większość stanowią pozycje polskie i dotyczą ocenianej rozprawy). Do dokumentacji dołączono dodatkowo kopie opublikowanych prac wchodzących w skład rozprawy oraz oświadczenia Kandydata na stopień doktora oraz współautorów publikacji.

Należy stwierdzić, że praca posiada układ charakterystyczny dla rozpraw doktorskich. Układ pracy i jej struktura zostały przygotowane logicznie i bez zastrzeżeń, wynikają wprost z tematu rozprawy.

4. Ocena merytoryczna pracy

Doktorant przeprowadził badania na małym zbiorniku wodnym Przebędowo w województwie wielkopolskim, w latach hydrologicznych 2015–2018. Pojemność zbiornika przy MaxPP wynosi ok. 230 tys. m³ a jego powierzchnia przy NPP wynosi 12 ha. Wg klasyfikacji podanej przez Dudzińskiego i Orłowskiego w 1974 r. ze względu na pojemność i powierzchnię zbiornika ten zbiornik zalicza się do stawów wiejskich dużych a wg Mioduszewskiego z 2008 r. ze względu na bezpieczeństwo budowli piętrzących i zagrożenia, jakie mogą wyniknąć dla środowiska zbiornik ten zalicza się do zbiorników małych. Jak podaje Doktorant: „głównym zadaniem zbiornika jest retencjonowanie wody dla celów rolniczych, jak i ochrona przeciwpowodziowa oraz przeciwpożarowa na terenie gminy. Zlewnia zbiornika wynosząca ok. 100 km² w przeważającej części zabudowana jest lasami, a w mniejszym stopniu w terenie przyległym do zbiornika występują grunty orne zbudowane z osadów czwartorzędowych (plejstocen) fluwialnych. Obszar bezpośredniej alimentacji zbiornika zajmuje powierzchnię 1,31 km². Analiza warstw objętych piezometrami, wykazała przewagę piasków średnich zalegających do głębokości około 3 m, o średniej porowatości wynoszącej 36% w których to wody gruntowe tworzą ciągły poziom wodonośny”.

Jak wynika z dokumentacji: „Na potrzeby niniejszej rozprawy wykonywano pomiary piętrzenia wody w zbiorniku i na odpływie ze zbiornika. Stany wody w zbiorniku Przebędowo mierzono, z częstotliwością raz na dwa tygodnie, na łacie wodowskazowej

usytuowanej na urządzeniu piętrzącym zlokalizowanym w zbiorniku. Dodatkowo stany wody w zbiorniku rejestrowano w sposób ciągły za pomocą sondy hydrostatycznej”. Natomiast „stany wód gruntowych mierzono w 21 studzienkach zainstalowanych w siedmiu przekrojach w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika. Do wstępnej analizy przyjęto wyniki pomiarów uzyskanych z siedmiu wybranych studzienek: P-2 i P-3 zlokalizowanych w terenie przyległym do zbiornika od strony zachodniej oraz od P-16 do P-18 a także P-20 i P-21 zainstalowanych od strony wschodniej. Autor podaje, że od połowy stycznia 2015 roku został rozpoczęty monitoring na omawianym obiekcie, dlatego też charakterystykę stanów wody rozpoczęto od tego okresu. Dalszą analizę poszerzono o wyniki badań z sześciu dodatkowo zainstalowanych w kwietniu 2016 roku studzienek od 1’ do 6’, dowiązanych pod względem wysokościowym do sieci państwowej i zlokalizowanych w terenie przyległym do zbiornika w odległości około 10 m od jego brzegów w trzech reprezentatywnych przekrojach”.

Pomiarów poziomów wód gruntowych w analizowanych latach, podobnie jak poziomów wody w zbiorniku, dokonywano z częstotliwością raz na dwa tygodnie, natomiast cotygodniowe stany wód gruntowych w analizowanych studzienkach odtworzono obliczając wartości średnie z pomiarów dwutygodniowych. W charakterystyce związanej z oddziaływaniem wód retencjonowanych w zbiorniku na wody gruntowe terenów przyległych (publikacja P1) liczbę dni z zasilaniem wód gruntowych przez wody retencjonowane w zbiorniku określono w analizowanym okresie na podstawie różnicy pomiędzy rzędnymi poziomów wód w zbiorniku i wód gruntowych w przyjętych do analizy studzienkach. Podstawowe warunki meteorologiczne (opady atmosferyczne i temperatury powietrza), na tle danych z wielolecia 2000-2015, scharakteryzowano w omawianych latach hydrologicznych 2015-2018 na podstawie wyników pomiarów uzyskanych ze stacji meteorologicznej Zakładu Doświadczalno – Dydaktycznego Arboretum Leśnego w Zielonce, który jest zlokalizowany około 8 km na południowy wschód od analizowanego zbiornika. Pomiarzy prowadzone są tu nieprzerwanie od 1986 roku, przy czym odczytów dokonuje się trzy razy na dobę. Autor przedstawił również charakterystykę wilgotnościową dla analizowanych lat hydrologicznych przy wykorzystaniu wskaźnika względnego opadu RPI.

Autor przeprowadził także ocenę bilansu wodnego zbiornika dla lat hydrologicznych 2017 i 2018 (publikacja P2). Wartości dopływów do zbiornika ciekami Trojanka i odpływów oraz dopływów powierzchniowych dwoma rowami melioracyjnymi (A i B) dochodzącymi do zbiornika od strony północno zachodniej (A) oraz wschodniej (B), wyznaczono na podstawie obliczeń natężeń przepływów, do określenia których wykorzystano pomiary prędkości przepływu wody młynkiem hydrometrycznym, z częstotliwością raz na miesiąc.

Ponadto Autor ocenił wpływ zbiornika Przebędowo na jakość wody w rzece Trojanka (publikacja P3), a analizą zostały objęte okresy wegetacyjne lat 2016, 2017 i 2018 r., a pomiarów dokonywano w 3 punktach kontrolnych: na dopływie do zbiornika, w zbiorniku oraz na odpływie ze zbiornika. W analizowanych okresach wegetacyjnych próbki wody pobierano z częstotliwością jeden raz na miesiąc. Analizy laboratoryjne próbek wody zostały wykonane w laboratorium Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Obejmowały one oznaczenia 4 grup wskaźników fizykochemicznych wspierających elementy biologiczne, w tym wskaźniki charakteryzujące warunki tlenowe (zawartość tlenu rozpuszczalnego oraz BZT₅), wskaźniki zasolenia (wapń, magnez, chlorki, siarczany i przewodność elektrolityczna), zakwaszenie (odczyn) oraz wskaźniki charakteryzujące warunki biogenne – azot amonowy, azot azotanowy (V), azot azotanowy (III) i fosfor fosforanowy (V).

W rozprawie podano, że wyniki badań poddano analizom statystycznym. Jednak w autoreferacie, rozdział 4 Metodyka badań, Doktorant nie zaprezentował wszystkich metod statystycznych, które wykorzystał do analizy i interpretacji wyników badań odpowiednio w publikacji P1, P2, P3. Odniósł się tylko do zastosowanego w Publikacji P3 nieparametrycznego testu U Manna Whitney'a, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, który wykorzystał do analizy istotności różnic wskaźników fizyko-chemicznych pomiędzy punktami pomiarowo-kontrolnymi (dopływ-odpływ), nie podając już hipotez, które podlegały weryfikacji w ramach zastosowanego testu statystycznego. Brak jest natomiast odniesienia do podstawowych statystyk opisowych, na podstawie których scharakteryzował właściwości wskaźników fizyko-chemicznych (Publikacja P3). Brak jest również w rozdz. 4 autoreferatu odniesienia do badania korelacji pomiędzy rzędnymi wód retencjonowanych w zbiorniku i wód gruntowych na terenach przyległych (Publikacja P1). W części dotyczącej metodyki nie podano również czy weryfikowane było występowanie obserwacji odstających, które mają duży wpływ na wartość współczynnika korelacji linowej Pearsona. W opinii recenzenta pewien niedosyt budzi także fakt, że zgromadzony materiał badawczy w wyniku przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych nie został bardziej wyczerpująco przeanalizowany w Publikacji P1 i P3, z zastosowaniem metod wnioskowania statystycznego, w tym modeli statystycznych i estymacji. Brak jest również takiego podejścia w Publikacji P2, gdzie ciekawym zastosowaniem mogłyby być np. techniki analiz wielowymiarowych do analizy czynników determinujących składowe bilansu wodnego. W autoreferacie w części dotyczącej metodyki badań, jak również w publikacjach, brak jest właściwego odniesienia do literatury w zakresie zastosowanych metod analiz statystycznych.

Doktorant ustalił, że w latach badań 2015-2017 zarówno poziomy wody w zbiorniku, jak i wody gruntowe w analizowanych studzienkach charakteryzowały się niewielką zmiennością. Najwyższe położenia zwierciadła wód w zbiorniku i wód gruntowych w terenie przyległym stwierdzono w mokrym pod względem opadów roku hydrologicznym 2017.

Doktorant stwierdził, że przez większą część analizowanych lat hydrologicznych wody retencjonowane w zbiorniku Przebędowo zasilają wody gruntowe terenów przyległych. Najdłuższy czas zasilania stwierdzono w omawianych latach od strony studzienek od P-2 do P-21 zlokalizowanych w niedalekiej odległości od zapory. Natomiast w przypadku studzienek od 1 do 6' zlokalizowanych w okolicach środkowej części zbiornika stwierdzono dwukierunkowy przepływ wód, przy czym najdłuższe zasilanie wód zbiornika wodami gruntowymi miało miejsce od usytuowanej od wschodniej strony zbiornika studzienki nr 5'. Stosunkowo długi czas zasilania wód zbiornika wodami gruntowymi stwierdzono także od strony studzienek 4' i 6', również zlokalizowanych po stronie wschodniej zbiornika. W analizowanych latach wody gruntowe zasilają wody zbiornika przez okres od 7 dni (st. 2') do 365 dni (st. 5'). Przeprowadzone w omawianych latach badania pozwoliły stwierdzić, że zbiornik wykazuje typowo alimentacyjny charakter dla terenów przyległych znajdujących się w bezpośrednim otoczeniu zapory. Natomiast drenującą również rolę stwierdzono w środkowej jego części (Publikacja nr 1).

Autor, po przeprowadzonej charakterystyce składowych bilansu wodnego zbiornika Przebędowo, w poszczególnych półroczach hydrologicznych analizowanych lat, stwierdził że w półroczach zimowych w największym stopniu o przychodach decydował dopływ wody do zbiornika wodami ciekłu Trojanka. W półroczu zimowym pierwszego roku badań (2017) wyniósł on $12,9 \text{ hm}^3$ a w tym samym okresie roku 2018 kształtował się na poziomie $5,16$

hm³. W znacznie mniejszym stopniu o przychodach wody decydowały w półroczach zimowych analizowanych lat takie składowe jak opad atmosferyczny na powierzchnię zbiornika oraz dopływ powierzchniowy z terenów przyległych. Natomiast po stronie ubytków wody największy udział w równaniu bilansowym zbiornika miał odpływ wody cieką Trojanka. W półroczu zimowym pierwszego analizowanego roku badań (2017) kształtował się on na poziomie 10 hm³, a w drugim omawianym półroczu zimowym (2018) osiągnął wartość 3,75 hm³. W mniejszym stopniu o ubytkach decydowały, w omawianych półroczach, takie składowe jak odpływ ze zbiornika do przyległych terenów oraz przyjęty jako dopełnienie do równania bilansowego niekontrolowany odpływ wgłębny. W najmniejszym stopniu o bilansie decydowały w analizowanych półroczach takie składowe jak parowanie z powierzchni zbiornika oraz ubytki retencji. Natomiast w półroczach letnich analizowanych lat, czynnikiem wiodącym po stronie przychodów podobnie jak w półroczach zimowych był dopływ do zbiornika cieką. W półroczu letnim 2017 wyniósł on 10,7 hm³, a w półroczu letnim 2018 kształtował się na poziomie 3,59 hm³. Autor wykazał, że zasilanie zbiornika cieką Trojanka było w półroczach letnich mniejsze od tej składowej z półroczu zimowych. Dopływ wody do zbiornika dwoma rowami melioracyjnymi A i B stwierdzono tylko w pierwszym analizowanym półroczu letnim. Po stronie ubytków w omawianych półroczach, podobnie jak w półroczach zimowych, największą rolę odgrywał odpływ ze zbiornika cieką. W półroczu letnim 2017 był on jednak mniejszy od tej wartości z półroczu zimowego tego roku o 0,94 hm³, a w drugim omawianym półroczu (2018) był mniejszy o 1,05 hm³ i wyniósł 2,7 hm³. W mniejszym stopniu o ubytkach w omawianych półroczach letnich decydowały takie składowe bilansu jak odpływ podpowierzchniowy do przyległych terenów oraz odpływ wgłębny. Warto podkreślić, że zasilanie wodami retencjonowanymi w zbiorniku wód gruntowych terenów przyległych było w półroczu letnim 2018 większe niż w pierwszym omawianym półroczu o 0,23 hm³. Większy charakter alimentacyjny zbiornika w tym półroczu potwierdził jedną z istotnych funkcji zbiorników retencyjnych (w tym zaporowych), jaką jest zasilanie wód gruntowych terenów przyległych szczególnie w okresach posusznych. Natomiast w najmniejszym stopniu o ubytkach w równaniu bilansowym zbiornika decydowało w tych półroczach parowanie z jego powierzchni. Autor wykazał, że w skali całych analizowanych lat hydrologicznych, podobnie jak w ich poszczególnych półroczach, o bilansie wodnym zbiornika decydowały czynniki poziomej wymiany wody, takie jak dopływ do zbiornika i odpływ (Publikacja 2).

Doktorant słusznie podaje, że przy ocenie wpływu zbiorników zaporowych na jakość wód w cieku szczególnie poniżej piętrzenia niezwykle istotna jest charakterystyka wskaźników decydujących o warunkach tlenowych. Analizując parametry charakteryzujące warunki tlenowe, a konkretnie stężenie tlenu rozpuszczonego Autor stwierdził, że średnie wartości tego wskaźnika w omawianych okresach wegetacyjnych analizowanych lat, na dopływie do zbiornika Przebędowo oraz w samym zbiorniku wyniosły odpowiednio 6,37 mg·dm⁻³ i 6,64 mg·dm⁻³ i zostały zakwalifikowane do II klasy jakości wód. Natomiast na odpływie ze zbiornika średnia wartość tlenu rozpuszczonego wyniosła 7,57 mg·dm⁻³ i wody pod względem tego wskaźnika zostały sklasyfikowane do I klasy jakości. Natomiast analiza BZT₅ na dopływie do zbiornika pozwoliła zaklasyfikować te wody do I klasy jakości a na odpływie ze zbiornika stwierdzono pogorszenie się jakości wody pod względem tego wskaźnika, co w omawianych okresach wegetacyjnych pozwoliło zakwalifikować wody do II klasy jakości.

Na podstawie badań stwierdzono, że wartość średnia azotu azotanowego (V) na dopływie do zbiornika wynosiła $1,49 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, w zbiorniku kształtowała się na poziomie $1,06 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, a na odpływie ze zbiornika osiągnęła wartość $1,01 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ co pozwoliło zakwalifikować wody pod względem tego parametru do I klasy jakości. Autor podaje, że analizowany zbiornik wpłynął na obniżenie badanego parametru i przyczynił się do poprawy jakości wód poniżej budowli piętrzącej. Można stwierdzić, że w dużej mierze o takiej sytuacji mogło decydować funkcjonowanie stref ekotonowych zlokalizowanych wzdłuż obu brzegów zbiornika. Natomiast uzyskane wyniki badań w odniesieniu do fosforu fosforanowego (V) pozwoliły Autorowi stwierdzić, że zbiornik nie przyczynił się do poprawy jakości wody w cieku Trojanka, poniżej budowli piętrzącej. Średnie wartości fosforanów zarówno na dopływie do zbiornika Przebędowo, jak i w samym akwenu wynosiły $0,08 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast na odpływie z analizowanego zbiornika stężenie tych związków było nieco wyższe i wyniosło $0,10 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, co pod względem tego parametru pozwoliło zakwalifikować wodny do II klasy jakości wód.

W celu oceny istotności różnic pomiędzy dwoma punktami pomiarowo-kontrolnymi P1 i P3 Doktorant wykonał test U Manna-Whitneya (nieparametryczny odpowiednik testu t-Studenta). Przeprowadzona analiza statystyczna tym testem mająca na celu wykazanie istotności różnic w wartościach wskaźników między punktami pomiarowo-kontrolnymi, pozwoliła stwierdzić, że wartości tylko dwóch analizowanych składników (tlen rozpuszczony oraz chlorki) różniły się istotnie między punktami pomiarowo-kontrolnymi. Statystycznie wyższe wartości tlenu rozpuszczonego w wodzie i chlorków stwierdzono w wodach na dopływie do zbiornika w porównaniu do wód na odpływie ze zbiornika (Publikacja 3).

Zamknięcie części badawczej przygotowanej w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej stanowi rozdział „Wnioski oraz podsumowanie”. Autor zaprezentował krótkie podsumowanie i sześć wniosków. Autor stwierdził, że:

1. Analiza położenia rzędnych zwierciadła wody w zbiorniku Przebędowo i wód gruntowych w terenie przyległym wykazała, że przez większą część analizowanych lat hydrologicznych retencjonowane w omawianym zbiorniku wody zasilały wody gruntowe. Jednocześnie w okolicach środkowej części zbiornika stwierdzono dwukierunkowy przepływ wód, gdzie zbiornik poza rolą alimentacyjną pełnił również funkcję drenującą.
2. Uzyskane dla analizowanych półroczy zimowych i letnich omawianych lat hydrologicznych obliczenia związków pomiędzy rzędnymi stanów wody w zbiorniku, a rzędnymi zwierciadła wód gruntowych w badanych studzienkach wykazały w większości silne zależności, statystycznie istotne na poziomie $\alpha = 0,01$.
3. Przeprowadzona analiza bilansu wodnego zbiornika Przebędowo wykazała, że w skali całych analizowanych lat hydrologicznych 2017 i 2018 największy udział w bilansie wodnym miały składowe związane z poziomą wymianą wody. Dopływy do zbiornika ciekami Trojanka oraz odpływy stanowiły średnio około 49% i 38% bilansu.
4. Przeprowadzone badania dotyczące parametrów charakteryzujących jakość wody, szczególnie w odniesieniu do średnich wartości parametrów fizykochemicznych wykazały, że wody rzeki Trojanki zarówno na dopływie do zbiornika jak i na odpływie sklasyfikowano do stanu ekologicznego poniżej dobrego. Pozwoliło to stwierdzić, że

wpływ zbiornika Przebędowo na zmiany jakości wody w rzece Trojanka, poniżej budowli upustowej, nie jest jednoznaczny.

5. Uzyskane wyniki badań wykazały pozytywny wpływ zbiornika w odniesieniu do kształtowania się warunków tlenowych na odpływie, szczególnie w kontekście stężenia tlenu rozpuszczonego. W tym punkcie pomiarowo kontrolnym stwierdzono również zmniejszenie stężenia azotu azotanowego (V) oraz azotu azotanowego (III).
6. W odniesieniu do analizowanego zbiornika Przebędowo, który jest stosunkowo młodym obiektem, przy prawidłowo funkcjonujących strefach buforowych i naturalnych barierach biochemicznych oraz z zachowaniem wyłącznie górnego upustu wód może on, w kolejnych latach funkcjonowania, wpływać na poprawę parametrów charakteryzujących jakość wody w rzece Trojanka poniżej budowli upustowej.

Należy stwierdzić, że nie wszystkie wnioski mają uzasadnienie w uzyskanych w pracy wynikach, np.: we wniosku 4 Autor stwierdza, że „Przeprowadzone badania dotyczące parametrów charakteryzujących jakość wody, szczególnie w odniesieniu do średnich wartości parametrów fizykochemicznych wykazały, że wody rzeki Trojanki zarówno na dopływie do zbiornika jak i na odpływie sklasyfikowano do stanu ekologicznego poniżej dobrego. Pozwoliło to stwierdzić, że wpływ zbiornika Przebędowo na zmiany jakości wody w rzece Trojanka, poniżej budowli upustowej, nie jest jednoznaczny”. Natomiast na str. 17 i 48 autoreferatu Autor pisze o hipotezie: H3) Zbiornik Przebędowo pozytywnie wpływa na jakość wody w rzece Trojanka poniżej budowli upustowej. Podobnie we wniosku nr 6 Doktorant stwierdza: „Można stwierdzić, że w odniesieniu do analizowanego zbiornika Przebędowo, który jest stosunkowo młodym obiektem, przy prawidłowo funkcjonujących strefach buforowych i naturalnych barierach biochemicznych oraz z zachowaniem wyłącznie górnego upustu wód może on, w kolejnych latach funkcjonowania, wpływać na poprawę parametrów charakteryzujących jakość wody w rzece Trojanka poniżej budowli upustowej”. W ocenie Recenzenta Doktorant nie badał wpływu tych stref ekotonowych, ich struktury użytkowania i roślinności na jakość wód w analizowanym zbiorniku. Jest to pewne przypuszczenie, o którym Doktorant również pisze na str. 45 autoreferatu „Analizowany zbiornik wpłynął na obniżenie badanego parametru (azot azotanowy (V)) i przyczynił się do poprawy jakości wód poniżej budowli piętrzącej. Można stwierdzić, że w dużej mierze o takiej sytuacji mogło decydować funkcjonowanie stref ekotonowych zlokalizowanych wzdłuż obu brzegów zbiornika”, a także odnosi się do literatury zawierającej przykłady skutecznego ograniczania zasilania zbiornika związkami biogennymi ze źródeł obszarowych przez strefy buforowe.

5. Uwagi i pytania

- Tytuł rozprawy bądź zakres i streszczenie powinien w jasny sposób wyartykułować, że rozprawa dotyczy małego zbiornika wodnego.
- W rozdziale nr 3 autoreferatu (str. 19) Autor podaje, że „Obszar bezpośredniej alimentacji jeziora zajmuje powierzchnię 1,31 km²”. Proszę o wytłumaczenie zastosowania pojęcia jeziora.
- Pewną niedoskonałością jest to, że Autor w rozdziale 4 autoreferatu podaje: „Stany wody w zbiorniku Przebędowo mierzono, z częstotliwością raz na dwa tygodnie, na łacie wodowskazowej usytuowanej na urządzeniu piętrzącym zlokalizowanym na odpływie ze zbiornika”. Może lepiej byłoby podawać zamiast stanów wody poziomy piętrzenia wody

w zbiorniku. Podobnie Autor podaje, że „stany wód gruntowych mierzono w 21 studzienkach zainstalowanych w siedmiu przekrojach w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika”. Powinno być poziomy wód gruntowych.

- Nie do końca wyjaśniono czym się kierował Autor przy wyborze punktów do pomiaru jakości wody? Podano, że badania były wykonywane na odpływie ze zbiornika (ryc. 7 ze str. 29 autoreferatu jest mało dokładna). W jakiej lokalizacji umieszczono punkt „na odpływie ze zbiornika”? Czy Autor rozważał badania jakości wody w innych strefach – punktach czaszy zbiornika i z różnych głębokości zbiornika Przebudowo, pomimo jego małej głębokości?
- Czy Doktorant rozważał badania jakości wód w rowach A i B doprowadzających wody ze zlewni bezpośrednio do zbiornika?
- Czy pomiary natężeń przepływów, do określenia których wykorzystano pomiary prędkości przepływu wody wykonane młynkiem hydrometrycznym z częstotliwością raz na miesiąc były wystarczające? Dlaczego nie obliczono ładunków zanieczyszczeń powstających na obszarze całkowitej zlewni zbiornika i w zlewni bezpośredniej? Należałoby także uzyskane wyniki przeliczyć na jednostkę objętości wody w zbiorniku (m^3).
- Czym kierowano się przy wyborze wskaźników do badań jakości wody? Dlaczego nie wykonano oceny stanu troficznego wód badanego zbiornika i badań ładunków zanieczyszczeń? Takie badania z pewnością uzupełniłyby wnioskowanie.
- Wyjaśnienia wymaga sposób odprowadzania wody ze zbiornika, w poszczególnych etapach okresu badawczego, i jego wpływ na jakość wody poniżej budowli.
- W pracy brak przedstawienia metodyki poboru próbek wody na obiekcie.
- W mojej opinii ciekawa byłaby również kompleksowa analiza wpływu zabudowy w zlewni na zagrożenie jakości wód badanego zbiornika.
- W Publikacji P1, w rozdz. 2. Material and methods oraz w samym autoreferacie, Doktorant nie doprecyzował czy przeanalizował typ rozkładu zmiennych i jaki w tym celu zastosował test oraz z wykorzystaniem jakich miar obliczono zależności korelacje. W publikacji P1, na str. 770 pisze, że do oszacowania istotnych zależności pomiędzy poziomem wody w zbiorniku a poziomem wód gruntowych w analizowanych studniach wykorzystano test t Studenta (co jest wątpliwą kwestią, ponieważ ten test jest testem istotności różnic dla prób), a w rozdz. 3. Results and discussion oraz w tab. 5, odnosi się do zastosowanego „współczynnika korelacji (r)”, nie precyzując czy chodzi o współczynnik korelacji liniowej Pearsona r? Czy analizowano rozkład zmiennych? Czy zidentyfikowano występowanie obserwacji odstających i ekstremalnych, które wpływają bardzo na wynik korelacji?
- Należy wziąć również pod uwagę, że analiza korelacji umożliwia wykrycie i opisanie w sposób ilościowy tylko współwystępowania zmiennych, natomiast nadanie tym związkom charakteru przyczynowo-skutkowego to odrębne zagadnienie wymagające merytorycznej, głębszej analizy tych związków. Zależność może istnieć między parą analizowanych zmiennych, ale istotniejszym jest określenie przyczyny takiej zależności. Doktorant w tym zakresie w Publikacji P1 odnosi się tylko do kwestii zmian temperatury, które mogły znacznie zaburzyć wzajemne relacje pomiędzy wodami zatrzymanymi w zbiorniku a wodami podziemnymi na terenach przyległych (półrocze zimowe). W Publikacji P1, str. 781, Doktorant podaje również że „można stwierdzić, że poza

przebiegiem warunków atmosferycznych i rzeźbą terenu w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika, silne zależności wynikały również z właściwości osadów zalegających na terenie przyległym do zbiornika”. W opinii recenzenta Doktorant nie analizował wpływu rzeźby terenu i właściwości osadów na zależności pomiędzy rzędnymi wód retencjonowanych w zbiorniku i wód gruntowych, a analizę przyczynowo-skutkową uzyskanych zależności odniósł głównie do wyników innych autorów, którzy wzajemne zależności pomiędzy wodami retencyjnymi w zbiornikach wodnych a wodami podziemnymi na terenach przyległych badali w różnych regionach Polski.

- W publikacji P3, w rozdz. 2. Materials and methods, jak i w autoreferacie Doktorant podaje, że na obszarze zlewni, w strukturze pokrycia i użytkowania gruntów według bazy CLC dominują lasy a w mniejszym stopniu grunty orne. Natomiast jak wynika z analizy wizualnej (rys. 1, publikacja P3), klasa LULC 211 – to dominujące grunty orne, a 311 i 313 – to lasy liściaste i lasy mieszane, które stanowią niewielki udział.
- Autor również w autoreferacie i publikacjach pisze o badanej zlewni, która ma powierzchnię wynoszącą ok. 100 km², nie precyzując, czy chodzi o całkowitą zlewnię rzeki Trojanka czy zlewnię zbiornika Przebędowo. W Publikacji P3 na rys. 1 zaznaczona została granica zlewnia zbiornika Przebędowo, która niewątpliwie (sugerując się podziałką liniową) ma inną powierzchnię niż 100 km². Doktorant powinien wyznaczyć zlewnię zbiornika Przebędowo z uwzględnieniem przekroju zapory zbiornika.
- W publikacji P3 Doktorant wykorzystał test U Manna Whitney’ego do analizy istotności różnic pomiędzy medianami badanych wskaźników fizyko-chemicznych na dopływie i odpływie ze zbiornika. Czy przed zastosowaniem tego testu dokonał porównania wariancji rang, jeżeli tak to jaki został zastosowany test? Brak jest również hipotez badawczych dotyczących rozkładu badanych zmiennych, nie podano również wartości tej statystyki testowej.
- Pewien niedosyt budzi również fakt, że Doktorant przy analizie istotnych różnic wartości wskaźników fizyko-chemicznych uwzględnił tylko dopływ i odpływ ze zbiornika, a nie uwzględnił również wykonanych pomiarów wskaźników fizyko-chemicznych w samym zbiorniku, na który mają również wpływ procesy zachodzące w zlewni bezpośredniej, jak i w samym zbiorniku.
- Str. 38 w autoreferacie. Na ryc. 9 błędny napis wate level.
- Str. 781 w publikacji P1. Zapewne chodziło o nazwisko Chalfena a nie Halfena.

Końcowa ocena rozprawy doktorskiej

Wykonana przez Doktoranta rozprawa doktorska obejmuje zarówno badania terenowe, laboratoryjne, jak i analityczne. Wartościowym elementem wynikającym z opublikowanych publikacji jest podjęcie przez Doktoranta badań nad jakością wód powierzchniowych i gruntowych w zbiorniku wodnym i jego otoczeniu w początkowym okresie funkcjonowania. Pozytywnie oceniam przygotowaną metodykę badawczą i omówienie wyników badań. Praca stanowi przyczynek do poznania funkcjonowania małych obiektów zbiornikowych. Zamieszczone w recenzji uwagi wymagają dalszych uściśleń, ale nie wpływają na moją końcową pozytywną ocenę rozprawy.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Po analizie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Błażeja Waligórskiego pt. „Ocena funkcjonowania zbiornika zaporowego w pierwszych latach eksploatacji na przykładzie obiektu Przebędowo” z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu pozytywnie oceniam podjęcie badań nad problematyką funkcjonowania małego zbiornika zaporowego w pierwszych latach eksploatacji, przeprowadzony przegląd aktualnego stanu wiedzy w zakresie poruszanej tematyki, jak i zrealizowaną część analityczną. Uważam, że niniejsza rozprawa doktorska spełnia wymagania dotyczące rozpraw doktorskich, tj. stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, zawarte w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz.U. 2024 poz. 1571). W związku z powyższym wnioskuję o przyjęcie recenzowanej rozprawy przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu oraz dopuszczenie do publicznej obrony.

Wrocław, 26.11.2024 r.
miejsowość i data

