

**Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Moniki Metryki-Telki
pt.: „Ocena zmienności składu wody wodociągowej w aglomeracji X”,
wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Jarosława Gawdzika, prof. PŚk
i przedstawionej Radzie Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska,
Górnictwo i Energetyka Politechniki Świętokrzyskiej**

Podstawą formalną opinii jest pismo, Zastępcy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Świętokrzyskiej, dr hab. inż. Łukasza Ormana, o powołaniu mnie na recenzenta w przewodzie doktorskim Pani mgr inż. Moniki Metryki-Telki.

Pani mgr inż. Monika Metryka-Telka jest absolwentką Studiów I stopnia Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej kierunku Inżynieria Bezpieczeństwa. Studia II stopnia – magisterskie - ukończyła w Społecznej Akademii Nauk (filia w Kielcach) na kierunku Bezpieczeństw Wewnętrzne. W latach 2019-2023 odbyła studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geodezji i Energetyki Odnawialnej Politechniki Świętokrzyskiej. Należy w tym miejscu podkreślić, że doktorantka jest współautorem czterech artykułów w czasopismach naukowych, dwóch rozdziałów w monografiach i czterokrotnie brała udział w konferencjach naukowych. Większość Jej dorobku naukowego jest związana z tematyką doktoratu.

Woda jest jednym z podstawowych i niezbędnych do życia składników pokarmowych. Dlatego też ważne jest aby jej jakość oraz stabilność chemiczna były zachowane na odpowiednim poziomie, bezpiecznym dla ludzi z niej korzystających. Stabilność chemiczna wody to jeden z podstawowych problemów związanych z jakością wody wodociągowej. W momencie wprowadzenia do sieci wodociągowej wody, która nie jest stabilna chemicznie, można doprowadzić do korozji elektrochemicznej przewodów, jak również do przedostania się substancji powstałych w jej wyniku do wody w tym szczególnie związków metali uwalnianych materiałów, które wykorzystano do ich budowy. Ważnym elementem jakości wody w sieci wodociągowych/ujęć wody jest określenie rozmiaru i charakteru prawdopodobnego narażenia na substancje promieniotwórcze w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Autorka pracy doktorskiej przeprowadziła szczegółową analizę wskaźników jakościowych wody oraz jej indeksów stabilności chemicznej na przestrzeni 10 lat (2012 r. -2022 r.) dla trzech wybranych ujęć w powiecie kieleckim, a także przeprowadziła badania pod kątem występowania w niej radonu, tj. promieniotwórczego pierwiastka.

Biorąc powyższe rozważania pod uwagę uważam, że trafność wyboru problemu badawczego podjętego w pracy doktorskiej jest najbardziej właściwa. Uważam również,

że tematyka badawcza jest oryginalna i ważna zarówno dla badań podstawowych w zakresie poszerzenia wiedzy na temat jakości i stabilności chemicznej wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, jak również zagadnień praktycznych dotyczących tych zagadnień w punktach poboru wody przez konsumentów.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Moniki Metryka-Telki pt. „Ocena zmienności składu wody wodociągowej w aglomeracji X” obejmuje 227 stron maszynopisu i składa się z 10. głównych rozdziałów podzielonych na podrozdziały. Ponadto, w pracy Autorka umieściła spis literatury oraz spis rysunków i tabel. **Można, zatem stwierdzić, że układ pracy, tj. kolejność rozdziałów, proporcje między poszczególnymi rozdziałami, kompletność tez, obecność założeń metodologicznych pracy w tym metod, technik i narzędzi badawczych itp., jest prawidłowy i zgodny z przyjętymi zasadami redagowania i wykonywania rozpraw doktorskich.**

Biorąc pod uwagę fakt, że woda jest jednym z podstawowych i niezbędnych do życia składników pokarmowych, Autorka sformułowała tezę pracy doktorskiej, która brzmi następująco: „jakość oraz stabilność chemiczna wód ujmowanych ulegają istotnemu pogorszeniu w funkcji czasu eksploatacji ujęcia, a stężenia radonu w sieci wodociągowej są istotnie niższe niż w wodzie bezpośrednio wypływającej z warstwy wodonośnej i nie przekraczają limitów EPA w końcowym punkcie sieci”. Dla udowodnienia tej tezy Autorka przeprowadziła badania, których zasadniczym celem było określenie i ocena zmienności składu wody wodociągowej dla 3 wybranych ujęć wodociągowych w powiecie kieleckim, tj. Wola Kopcowa, Bolechowice oraz Kołomań. Ponadto, badania obejmowały stworzenie modelu wpływu wskaźników jakościowych wody na zawartość w niej radonu.

Takie, przedstawienie celu rozprawy doktorskiej i zakresu badań eksperymentalnych jest poprawne i kompletne oraz dostatecznie jasno zostało sformułowane przez Autorkę. Charakter rozprawy ma charakter zarówno poznawczy jak i aplikacyjny. Zagadnienia te są nowością i mieszczą się w aktualnym nurcie problemów wymagających rozwiązania w technologii uzdatniania wody przeznaczonej do spożycie przez ludzi.

Rozdziały 3-6 można uznać jako przegląd literatury przedmiotowej dotyczącej zagadnień badanych w rozprawie doktorskiej.

Rozdział 3 obejmuje omówienie **czynników wpływających na jakość wody do picia**, w tym przegląd aktów formalno-prawnych w zakresie wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (normy, dyrektywy, ustawy oraz rozporządzenia) oraz omówienie badanych wskaźników fizykochemicznych, organoleptycznych i mikrobiologicznych wód podziemnych przeznaczonych do spożycia.

Uwagi:

1. Tabela 3.2: należy zdefiniować pojęcie **α -współczynnik rozpuszczalności gazów**,
2. Str.11: Zdania, „Pierwszym, słabo rozpuszczalnym gazem pojawiającym się w wodzie jest azot. Warto zaznaczyć, że występuje on w niej w różnych formach. Może pojawić się jako amoniak i mocno z nim powiązany jon amonowy, azotan lub azotyn”, są nieprecyzyjne. Bowiem azot w formie N_2 jest rzeczywiście słabo rozpuszczalny w wodzie, natomiast jony amonowy, azotanowy i azotynowy są dobrze rozpuszczalne w wodzie.

3. Str.12: kwas węglowy dysocjuje dwustopniowo do jonu HCO_3^- oraz jonu CO_3^{2-} , a nie CO_2^- .
4. Str. 14: Autorka podaje „twardość w zakresie 200-300 mg/dm³”. Należy doprecyzować, czy chodzi o CaCO_3 czy też o inny związek lub jon. Są też inne jednostki twardości wody.
5. Str.15-16: W przypadku jonów żelaza należy ściśle określić czy chodzi o jony żelaza (II) czy żelaza (III). W opisie Autorka określone są tylko jony żelaza.
6. Str.16: Chlorki – nie jest prawdą, że chlorki w wodach podziemnych występują w ilościach śladowych. W pierwszym zdaniu nie wiadomo o jakie minerały chodzi?
7. Str. 18: W zdaniu: „Warto zaznaczyć, że stężenie sodu w wodzie jest wprost proporcjonalne do mineralizacji ogólnej wody i ma bardzo szeroki zakres zmienności od 1 do 100000g/m³ [39].” należy podać raczej w mg/dm³ tak jak to doktorantka stosuje w innych wskaźnikach. Punktem odniesienia może być woda oceaniczna, w której W znajduje się od 33 do 38 promili (licząc wagowo) różnych soli nieorganicznych. Stężenie to jest różne w różnych miejscach, lecz proporcje jonów są stałe. W kilogramie wody o stężeniu 35 promili znajdują się: 19,353 g chloru Cl^- i 10,76 g sodu Na.

Rozdział 4 obejmuje omówienie wybranych badań związanych ze stabilnością chemiczną wody, w tym indeksy stabilności chemicznej, minerały występujące w wodzie oraz stabilność chemiczną i jej wpływ na eksploatację sieci wodociągów.

Uwagi:

1. Str. 30: Zdanie : „Wytrącanie danej soli z roztworu zachodzi, gdy iloczyn stężeń jonów wchodzący w skład danego związku zostanie przekroczony.” powinno brzmieć: „Wytrącanie danej soli z roztworu zachodzi, gdy iloczyn stężeń jonów wchodzący w skład danego związku przekroczy jego iloczyn rozpuszczalności”.
2. Str. 31: Zdanie: „Ilość i rodzaj tych minerałów w wodzie zależy od zawartości w wodzie takich parametrów jak wapń, magnez, żelazo, amonowy jon, azotany, azotyny, mangan czy siarczany.”wapń, magnez, żelazo, amonowy jon, azotany, azotyny, mangan czy siarczany... to nie są parametry. Chyba chodziło o stężenia pierwiastków i jonów.
3. Str. 34: Zdanie: „Woda dostarczana do gospodarstw domowych przebywa daleką drogę z sieci uzdatniania wody pitnej” jest nieprecyzyjne. Woda do picia jest transportowana siecią od stacji uzdatniania do punktu jej poboru.
4. Str. 34: W zdaniu: „W konsekwencji może pojawić się jej zmętnienie, zabarwienie, a także zwiększenie ilości metali ciężkich co łącznie prowadzi do „wtórnego zanieczyszczenia” sieci [86].” myślę, że chodzi o wtórne zanieczyszczenia wody do picia , a nie sieci.
5. Str. 35: „Korozja w sieci będzie tworzyła guzki.....” Co to oznacz?
6. Str. 3’: W zdaniu: „Korozja dla sieci wodociągowej.....”. Powinno być: „Korozja sieci wodociągowej.....”
7. Str. 37 i 39: Nazwy bakterii należy pisać pismem pochyłym.

Rozdział 5 obejmuje omówienie wybranych badań związanych z radonem. Według obliczeń Autorki dla 3 badanych ujęć wód podziemnych roczne dawki radonu dla wód do picia nie przekraczają rekomendowanych dawek bezpiecznych dla zdrowia i życia ludzkiego.

Uwagi:

1. Str. 52: Opis wprowadzania radonu do warstwy wodonośnej jest niejasny.
2. Str. 52: Zdanie: „Za każdym razem, gdy studnia jest pompowana, poziom wody zostanie obniżony.” Studnia nie jest pompowana, a woda ze studni.

W rozdziale 6. Autorka prezentuje model sieci bayesowskich. **Niestety nie podała w jakich elementach ten model łączy się z badaniami zawartymi w pracy doktorskiej.**

Kolejne rozdziały (7. i 8.) rozprawy poświęcone są opisowi stosowanej aparatury badawczej, materiałów i metodyce badań wykorzystanych w doświadczeniach. Przedstawiono bardzo szczegółowo charakterystykę badanych ujęć wody, w tym ogólne charakterystyki i budowę sieci wodociągowych oraz studni głębinowych. Przedstawiono również szczegółowo metodykę badań, w tym badania jakości wody, badania stabilności chemicznej wody, pomiar stężenia radonu w sieci wodociągowej oraz omówiono zasadę analizy statystycznej stosowanej w interpretacji wyników badań.

Można zatem stwierdzić, że metodologia badań oraz przyjęte i zastosowane metody badawcze mieszczą się aktualnym nurcie badań stosowanych w inżynierii środowiska.

Uwagi:

1. W rozdziale 8.1. „Badania jakości wody” nie podano sposobu pomiaru zawartości żelaza, oraz wapnia i magnezu, jak również zasadowości ogólnej, które wykorzystywano w badaniach stabilności chemicznej wody.
2. W rozdziale 8.4 Analiza statystyczna, pierwsze dwa zdania, a mianowicie: „Model sieci bayesowskich to algorytm pozwalający zobrazować zależności w zbiorze danych. Strzałki na grafie sieci bayesowskiej oznaczają zależności między cechami. W przypadku niniejszej pracy zależności między poszczególnymi wskaźnikami jakościowymi wody, w tym radonu zostały wyznaczone algorytmem grow-shrink.”, zostały opisane niejasno.

Najważniejszy w pracy jest rozdział 9, w których Autorka przedstawiła wyniki i omówienie wykonanych badań, a mianowicie:

- Dla ujęć wód podziemnych Bolechowice, Kołomań oraz Wola Kopcowa pozyskano **wyniki badań wskaźników jakościowych** z Wodociągów Kielce za okres 8 lat (2012 - 2020), zaś dla ostatnich dwóch lat (2020 – 2022) przeprowadzono samodzielne badania tych samych wskaźników dla 3 punktów poboru na sieci – ujęcie, środek sieci oraz koniec sieci.
- Analiza wyników przeprowadzonych badań pozwoliła na **określenie czy jakość wód z poszczególnych ujęć oraz jej stabilność chemiczna ulegają pogorszeniu w czasie**, a także czy są widoczne zmiany tych wskaźników w różnych miejscach sieci wodociągowych wraz z przepływem wody. Stwierdzono, że jakość wody na przestrzeni 10 badanych lat dla badanych ujęć utrzymuje się na dobrym poziomie, bez znaczących wzrostów wartości z wyjątkiem jonów żelaza, gdzie odnotowuje się częste przekroczenia dopuszczalnego stężenia dla wody do picia. Nie ma widocznych zmian jakości wody pomiędzy początkowymi, a końcowymi punktami na sieci wodociągowej.
- **Wyniki indeksów stabilności chemicznej** badanych wód otrzymano z obliczeń za pomocą programu komputerowego PHREEQC. Woda w 2022 r. została również zbadana pod kątem aktywności w niej promieniotwórczego radonu. Obliczenia wykazały, że dla badanych ujęć można określić wodę jako stabilną chemicznie.

- Przy pomocy modelu sieci bayesowskiej wykazano, że aktywność radonu koreluje z zawartością jonów amonowych oraz wapniowych, przy czym ze wzrostem tych jonów rośnie aktywność radonu w wodzie.

Uwaga:

1. Moim zdaniem w omówieniu wyników badań brakuje wyjaśnień dotyczących przyczyn zmian zarówno parametrów jakości wody jak i zmian indeksów stabilności chemicznej, czy aktywności radonu.

Generalnie, należy podkreślić bardzo szeroki zakres badań, który pozwolił Autorce na szczegółowe opisanie i przeanalizowanie pozyskanych wyników badań wody oraz własnych wyników badań wody wodociągowej i praktycznie pełną analizę czynników charakteryzujących jakość wody, co doprowadziło do potwierdzenia tez postawionych w pracy.

Za najważniejsze osiągnięcia i nowości przeprowadzonych badań dotyczących oceny zmienności składu zmienności wody w wytypowanych punktach kontrolnych sieci wodociągowej można uznać następujące ustalenia:

- Jakość wody w ciągu badanego okresu czasu i dla każdego badanego ujęcia nie ulegała pogorszeniu, przy czym dla niektórych wskaźników obserwowano trend spadkowy wartości jakościowych.
- Wobec tego, można określić stan tych wód wodociągowych jako dobry. Dla badanego okresu czasu dla wszystkich ujęć obserwuje się pewne przekroczenia stężenia jonów żelaza w wodzie, poza tym wszystkie wartości mieszczą się w zakresie dopuszczalnych dla wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- Stabilność chemiczna wód ujmowanych nie ulega istotnej zmianie w okresie 10 lat eksploatacji ujęcia.
- Najwyższą aktywność ^{222}Rn w wodzie wodociągowej odnotowano na ujęciu wody, a w czasie jej przepływu przez sieć wodociągową aktywność ta wykazuje tendencję spadkową.

Ostatni rozdział pracy dotyczy **wniosków** wynikających z przeprowadzonych eksperymentów. Moim zdaniem, wnioski wyciągnięte z pracy należy uznać zasadniczo za słuszne chociaż ich liczba wydaje się zbyt duża, czego skutkiem są liczne powtórzenia.

Dokumentacja analiz i obliczeń w postaci **wykresów i tabel** jest przejrzysta i zamieszczona w tekście, co znacznie ułatwia czytanie pracy, przy czym małe rozmiary czcionki na wykresach utrudniają ich przejrzystość.

Całość pracy zamyka spis **literatury** W spisie literatury znajduje się 165 pozycji; w tym praktycznie wszystkie ukazały się 21. wieku, a więc w ostatnich kilku do kilkunastu latach. Należy podkreślić bardzo niestaranny opis bibliograficzny poszczególnych pozycji. I tak:

- Niektóre pozycje są wymienione kilkakrotnie, np. Wolska M., Mołczan M., Ocena stabilności wody wprowadzanej do sieci wodociągowej, Ochrona Środowiska, 35 (2015) 51-56, aż trzykrotnie jako [15], [30] i [57]; pozycja: Kowal L., Świdzka-Bróz M., Wolska M., Oczyszczanie wody, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2022, dwukrotnie [65] i [68].
- Opis poszczególnych pozycji jest niejednorodny. Powinno się przyjąć system jednolity dla wszystkich pozycji. Często: Dla czasopism powinno być: Nazwisko, A. A., & Nazwisko,

B. B. (rok). Tytuł artykułu. Nazwa czasopisma, volumen(numer wydania), strony x-x. DOI (jeśli jest); książki: Nazwisko, A. A., & Nazwisko, B. B. (rok). Tytuł książki (edycja). Wydawnictwo. DOI (jeśli jest). Inne pozycje jak rozdziały w książkach, referaty w materiałach z konferencji, publikacje internetowe, itp. Mają też swoje zasady zapisu w wykazie literatury.

PODSUMOWANIE OCENY

Wybór tematu uznać należy za trafny ze względów zarówno poznawczych jak i aplikacyjnych. Cel pracy został ostatecznie osiągnięty poprzez realizację przyjętego programu badań. Autorka wykazała się znajomością literatury przedmiotu i przeprowadziła badania nad analizą wskaźników jakościowych wody oraz jej indeksów stabilności chemicznej na przestrzeni 10 lat (2012 r. -2022 r.) dla trzech wybranych ujęć w powiecie kieleckim, a także przeprowadziła badania pod kątem występowania w niej radonu, tj. promieniotwórczego pierwiastka. Wyniki badań zostały należycie udokumentowane i prawidłowo zinterpretowane. Wnioski wyciągnięte z pracy należy uznać zasadniczo za słuszne

Podsumowując ocenę stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Moniki Metryki-Telki spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim przez aktualne i wymagane przepisy prawa, tzn. stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a kandydatka wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Wnoszę, zatem o przyjęcie pracy przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Świętokrzyskiej i dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony.

