

---

## Recenzja

### pracy doktorskiej **mgr Anny Gabryś-Godlewskiej**

*pt. Analiza wpływu działalności przemysłowej na zanieczyszczenie środowiska  
gruntowo-wodnego zlewni Kamiennej*

wykonanej pod kierunkiem dr hab. Stanisława Wołkowicza, Prof. PIG-PIB

Recenzja rozprawy doktorskiej **mgr Anny Gabryś-Godlewskiej** została wykonana zgodnie z umową z dnia 2 sierpnia 2021r. na podstawie przesłanej pracy doktorskiej i zawiera ocenę wymagań określonych w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach i tytule naukowym .....

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska liczy 144 strony tekstu oraz 12 stron wykazu cytowanej literatury. Integralną częścią pracy jest odrębny tom z załącznikami graficznymi i tabelami (15 map, zestawienia próbek i kryteriów geochemicznych oceny zanieczyszczeń).

### Ocena rozprawy

**Rozdział 1. Cel.** Doktorantka w czterech wierszach ogólnie scharakteryzowała cel badań. Ponadto podała, jakie wyniki badań (początek lat 90-tych XX w. i 2009-2011r.) zostały porównane i posłużyły do wykonania analizy. Został także wskazany użytkowy aspekt wykonanej analizy, której wyniki mogą być wykorzystane w opracowywaniu lokalnych i regionalnych planów zagospodarowania rejonu zlewni rzeki Kamiennej.

Cel badań został sformułowany ogólnie, zdaniem recenzenta, lepiej byłoby dodatkowo wskazać na bardziej szczegółowe cele badawcze, które są wzmiankowane w dalszych rozdziałach pracy. Przykładowo, ciekawym celem jest próba identyfikacji rodzaju działalności zakładów przemysłowych z podwyższeniem koncentracji niektórych pierwiastków. Celem mogłaby być także próba identyfikacji aureol rozproszenia potencjalnie toksycznych pierwiastków w osadach dennych rzeki poniżej miejsc zrzutu wód z niektórych zakładów przemysłowych. Uszczegółowione cele nawiązywałyby do tytułu pracy.

**Rozdział 2. Wstęp.** W tej części rozprawy Autorka opisała ogólne uwarunkowania prowadzące do podwyższenia koncentracji pierwiastków i potencjalnie niebezpiecznych dla zdrowia związków chemicznych. Przedstawiono informacje na temat historycznego górnictwa i rozwoju przemysłu w zlewni rzeki Kamiennej. W odniesieniu do zacytowanej literatury wskazano przemysłowe i

rolnicze źródła emisji metali i metaloidów, związków azotu, siarki oraz związków organicznych (WWA, PCBs). Przedstawione we wstępie informacje nawiązują do tytułu rozprawy.

**Rozdział 3. Charakterystyka obszaru badań.** Autorka na 19 stronach tekstu oraz 11 rysunkach (mapy i wykresy) szczegółowo opisała hydrografię, geomorfologię, geologię, hydrogeologię, obszary chronionej przyrody oraz historyczną działalność przemysłową w obszarze zlewni rzeki Kamiennej. Scharakteryzowane zostały warunki geologiczne oraz rodzaj skał, na których wykształciły się gleby w obszarze zlewni Kamiennej. Szczególnie szeroko zostało opracowane zestawienie zakładów pogrupowanych według rodzaju działalności, która mogła prowadzić do emisji do środowiska metali ciężkich, metaloidów, niemetalów oraz różnego rodzaju węglowodorów. W rozdziale 3 opisano także gospodarkę odpadami komunalnymi oraz 14 składowisk, w których w przeszłości składowano odpady przemysłowe. Lokalizacje historycznych składowisk zostały zaznaczone na mapie (zał. 1), co jest ważne dla późniejszej interpretacji źródeł zanieczyszczenia w sytuacji identyfikacji podwyższonych poziomów koncentracji metali ciężkich lub związków chemicznych o antropogenicznym pochodzeniu.

Rozdział jest napisany dobrze i prezentuje kompletny obraz zagadnień ważnych w kontekście wykonanej analizy wyników badań geochemicznych gleb, osadów rzecznych i wód.

**Rozdział 4. Charakterystyka geochemiczna wybranych pierwiastków i związków chemicznych.** W rozdziale opisane zostały pierwiastki śladowe (As, Ba, Cr, Sn, Zn, Cd, Co, Cu, Mo, Ni, Pb i Hg), główne (Na, Mg, Ca, Mn, Fe), azotany, siarczany oraz związki organiczne. Autorka skupiła się na ogólnej geochemicznej charakterystyce pierwiastków, ich roli w środowisku, w oparciu o cytowaną literaturę podała poziomy koncentracji poszczególnych pierwiastków w niektórych skałach, glebach i wodach. W rozdziale znalazły się także informacje (oparte o cytowaną literaturę) dotyczące toksyczności opisywanych pierwiastków i ich wpływu na niektóre układy człowieka.

Opisy pierwiastków śladowych zostały zamieszczone w kolejności alfabetycznej, wszystkie te pierwiastki były analizowane i opisane w wynikach. Brak jest opisów Sr, Ti i V, pierwiastków, które w dalszej części są przedmiotem analizy. Podobnie wśród pierwiastków głównych nie opisano Al, S i P, które są analizowane i opisywane w wynikach.

Autorka wydzieliła za A. Polańskim (1988) pierwiastki główne, których udział w danym środowisku jest wyższy niż 1% wag. W odniesieniu do skał budujących litosferę wydzielenie tych pierwiastków jest celowe. Przedmiotem badań Autorki jest środowisko gruntowo-wodne, w tym głównie gleby, osady denne oraz wody powierzchniowe, a w tych środowiskach koncentracje głównych pierwiastków są często znacznie niższe, co zostało wskazane przy ich opisie.

Zdaniem recenzenta trochę niejasny jest cel wydzielenia pierwiastków głównych, ich koncentracje nie spełniają kryteriów dla środowiska gruntowo-wodnego, a mikroskładniki opisywane przez Autorkę w wodach; to zarówno pierwiastki śladowe jak i główne. Ponadto koncentracje Fe i Mn niejednokrotnie łatwiej jest interpretować z innymi pierwiastkami metalicznymi.

**Rozdział 5. Opis wykonanych prac.** Autorka opisała prace terenowe związane z pobieraniem próbek do badań laboratoryjnych. Zastosowane procedury są standardowymi w badaniach geochemicznych gleb i wód prowadzonych w PIG-PIB. Badania wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym PIG – PIB. Do analiz zostały skierowane frakcje gleb i osadów wodnych < 0.2 mm, podobne frakcje są badane dla potrzeb kartografii geochemicznej w niektórych państwach Europy, co ułatwia porównanie poziomów koncentracji pierwiastków.

Autorka wskazuje, że korzystne jest odsianie grubszych frakcji, w których mogą znajdować się ziarna siarczków metali, a także metalonośne ziarna pochodzenia antropogenicznego. Zdaniem

recenzenta brak informacji na temat ziaren frakcji  $> 0.2$  mm niekiedy skutkuje niepełnym obrazem geochemii, szczególnie dla pierwiastków występujących w dużych ( $> 0.2$  mm) agregatach siarczkowych, tlenkowych, węglanowych lub związanych z materią organiczną. Może to mieć na przykład miejsce w glebach sąsiadujących ze składowiskami pogórnymi lub pochodzącymi ze wzbogacania przeróbki rud żelaza oraz metali kolorowych.

Dużym atutem opisu metodyki badań jest precyzyjna lokalizacji miejsc poboru prób zwizualizowana na mapach (zał. 3 i 4).

Podstawową statystykę wyników badań chemicznych pierwiastków Autorka wykonała przy użyciu programu STATISTICA 12, bardziej szczegółowe informacje dotyczące statystycznych prawidłowości uzyskano dzięki przeprowadzeniu analizy korelacyjnej oraz czynnikowej.

W opisie metodyki badawczej brak jest wyraźnej informacji, czy w latach 2009-2011 Autorka uczestniczyła w pracach terenowych lub studyjnych związanych z badaniami prowadzonymi w zlewni Kamiennej. Warto byłoby dodać, czy wytypowanie do analizy próbki (300) były badane w ramach większego projektu PIG-PIB, czy też zostały pobrane dla projektu realizowanego przez Autorkę.

**Rozdział 6. Wyniki badań.** W wynikach przedstawiono zmienność pH gleb w zależności od typu ich użytkowania, co jest ważne dla analizy potencjału ługowania niektórych pierwiastków do roztworów glebowych i wód powierzchniowych.

W podrozdziale 6.1 w badanych próbkach gleb zostały opisane koncentracje pierwiastków śladowych, głównych, związków organicznych. Na wykresach (rys. 16) Autorka przedstawiła rozkłady stężeń pierwiastków w glebach. W podobny sposób w rozdziale 6.2 opisane zostały osady dennie.

Ciekawym elementem analizy jest możliwość porównania zawartości pierwiastków w osadach rzeki Kamiennej oraz jej 25 dopływów. Porównując koncentracje w osadach dennych ze stężeniami pierwiastków w wodach Kamiennej oraz jej dopływów można uzyskać ciekawe informacje na temat wiązania jonów niektórych pierwiastków przez osady dennie, co skutkuje spadkiem stężeń w wodach powierzchniowych. Szczególnie interesujące jest porównanie koncentracji potencjalnie toksycznych pierwiastków o zmiennej aktywności geochemicznej (np. Zn, F, Cd, Cu, Pb, Sr) lub tych, które wykazują skłonność do sorbowania przez osady dennie (Mn, Fe).

Jak wynika z informacji na str. 88 zawartości w wodach niektórych pierwiastków np. arsenu były niskie i nie przekroczyły granicy oznaczalności, w osadach dennych dopływów zawartości As dochodzą do 16 mg/kg. W tej sytuacji brak As w wodach powierzchniowych także jest istotny i może wskazywać na sorpcję tego pierwiastka przez osady dennie Kamiennej i jej dopływów. Jednocześnie interesujące jest oznaczenie w wodach stężeń innego metaloidu antymonu, którego zawartości zwykle są znacznie niższe od arsenu. W świetle informacji o zbrojeniowym charakterze produkcji niektórych zakładów w zlewni Kamiennej i zważywszy na fakt, że antymon jest ważnym dodatkiem „utwardzającym” ołów stosowany w produkcji amunicji, być może źródłem antymonu w wodach są właśnie te zakłady? Szkoda, że nie zbadano koncentracji antymonu w osadach dennych, na ich podstawie można byłoby więcej powiedzieć na temat jego zachowania w środowisku.

Być może podwyższenie koncentracji Pb w osadach dopływów rzeki Kamiennej poniżej Ostrowca Świętokrzyskiego także jest związane z produkcją zbrojeniową. Nie koreluje się to jednak z wyższymi stężeniami Pb odnotowanymi w wodach dopływów w górnym biegu rzeki Kamiennej. Możliwym jest, że chemizm wód, pH wyższe od 7 w interakcji z osadem dopływów dolnego biegu rzeki Kamiennej sprzyjają wiązaniu jonów  $Pb^{2+}$  w osadach dennych.

Stale stopowe zawierające Ti i V są szeroko stosowane w przemyśle zbrojeniowym i maszynowym, a koncentracje Ti i V w wodach dopływów Kamiennej być może można łączyć z historyczną i współczesną działalnością przemysłową. Autorka w rozdziale 7 zwróciła uwagę na wyraźny

wzrost zawartości Ti i V w glebach w porównaniu do wyników badań wykonanych w latach 90-tych XX w.

Drobna uwaga, termin „stężenia pierwiastków” częściej jest stosowany dla środowisk wodnych. W odniesieniu do skał, gleb oraz osadów dennych lepszym byłby termin np.: „koncentracje”, „zawartości”.

Sposób pobrania próbek wód i osadów dennych Rzeki Kamiennej i jej dopływów stwarza możliwość identyfikacji antropogenicznych źródeł zanieczyszczenia środowiska niektórymi pierwiastkami.

**Rozdział 7. Analiza zmian zawartości pierwiastków na przestrzeni lat.** Przed porównaniem wyników badań z lat 90-tych i 2009 r. na reprezentatywnej liczbie próbek zostały wykonane badania porównawcze. Miały one na celu stwierdzenie, czy wyniki analiz pierwiastków wykonanych w różnym czasie i nieco inną techniką mogą być porównywane. Obliczone wysokie współczynniki korelacji (Tab. 7) oraz rozkłady cech statystycznych wyników badań gleb z 1992 r. i 2009 r. uprawniają Autorkę do ich porównania. Opisane w rozdziale 7 analityczne i statystyczne procedury są właściwe i powinny być zastosowane w sytuacji porównywania wyników badań wykonanych w różnym czasie i różnymi metodami. Ich zastosowanie zwiększa wiarygodność wnioskowania na podstawie analiz chemicznych wykonanych różnymi metodami.

**Rozdział 8. Dyskusja wyników.** Dyskusja wyników obejmuje 17 stron tekstu oraz 5 stron z mapami i 3 strony z macierzami korelacji. W podrozdziale 8.1. przedstawiona została ocena zanieczyszczenia. Na początku Autorka podała według jakich kryteriów lub aktów prawnych wykonane zostały klasyfikacje gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych.

W dalszej części dyskusji w kolejności alfabetycznej przedstawiona została analiza zmienności poszczególnych pierwiastków. Obliczone przez Autorkę średnie poziomy koncentracji pierwiastków dla gleb, osadów dennych i wód powierzchniowych obszaru zlewni Kamiennej zostały porównane z tłem geochemicznym, gleb i wód Polski oraz Europy. Uzyskane wyniki najczęściej były porównywane z wynikami zamieszczonymi w Atlasie geochemicznym Polski (Lis i Pasieczna, 1995) oraz Geochemical Atlas of Europe (De Vos i inni, 2006). Średnie zawartości niektórych pierwiastków w glebach lub wodach Polski i Europy zostały podane, jednakże często nie zamieszczono informacji z jakich publikacji dane te pochodzą.

Stałym i istotnym elementem opisu poszczególnych pierwiastków jest identyfikacja miejsc najwyższych koncentracji oraz próba interpretacji, powiązania z historyczną lub współczesną działalnością człowieka lub uwarunkowaniami geologicznymi. Autorka dla wielu zidentyfikowanych anomalii wskazuje prawdopodobne źródło zanieczyszczenia, co było możliwe dzięki wcześniejszemu rozpoznaniu rodzajów historycznej i współczesnej działalności przemysłowej na tym terenie, inwentaryzacji nieczynnych składowisk oraz źródeł zanieczyszczeń. Dla niektórych pierwiastków (np. Co) Autorka identyfikuje zależności między poziomem koncentracji i pH gleby. W odniesieniu do miedzi wskazuje na przestrzenną korelację koncentracji tego pierwiastka z budową geologiczną, działalnością rolniczą lub metalurgiczną. Gleby w których zidentyfikowane zostały wyraźne podwyższenia koncentracji pierwiastków były klasyfikowane do poszczególnych klas zanieczyszczenia (wg. Bojakowska, 2001 oraz Bojakowska i Sokołowska 1998).

Autorka w dyskusji przeprowadziła analizę zanieczyszczenia gleb, osadów wodnych i wód dla 18 pierwiastków oraz siarczanów, azotanów i chlorków, a także związków organicznych (WWA, PCBs, olejów mineralnych). Na podstawie wyników badań chemicznych oraz ich statystycznej analizy wskazała do jakich klas zanieczyszczeń można zakwalifikować poszczególne pierwiastki. Ponadto w odniesieniu do badań archiwalnych z początku lat 90-tych XX wieku przedyskutowany został aspekt zmian poziomów koncentracji pierwiastków w prawie dwudziestoletnim okresie.

Opisane w podrozdziale 8.2 wyniki analizy korelacyjnej umożliwiły wskazanie ogólnych prawidłowości i zależności między koncentracjami poszczególnych pierwiastków, pH, TOC w glebach, osadach wodnych i wodach. Wyniki analizy korelacyjnej zostały opisane w sposób skondensowany, dzięki czemu wskazane zostały najistotniejsze zależności odnoszące się do koncentracji pierwiastków. Niektóre stwierdzenia są zrozumiałe dla Autorki, ale skróty myślowe nie pozwalają czytelnikowi na ich pełne zrozumienie, np. zdanie na str. 138 „Zarówno glin jak i ołów czy żelazo w środowisku kwaśnym wykazują intensywną migrację.”, chodzi zapewne o to, że ujemne korelacje między pH, a Al, Fe i Pb dowodzą, że w wodach stężenia tych pierwiastków są niskie. Prawdopodobnie wzrost pH wód powoduje, że związki i jony  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  oraz  $Pb^{2+}$  wytrącają się i przechodzą do osadów dennych i są wiązane w trwałych fazach tlenkowych, wodorotlenkach lub węglanach.

Zamieszczony w dyskusji podrozdział 8.3. Analiza czynnikowa tak jak i 8.2. Korelacje zdaniem recenzenta lepiej byłoby wstawić w pod koniec rozdziału 6. Wyniki badań. W dyskusji natomiast celowe byłoby przeanalizowanie najważniejszych wyników uzyskanych na podstawie analizy korelacyjnej i czynnikowej.

W analizie czynnikowej wykonanej dla gleb zostały wyodrębnione 3 główne czynniki. Czynniki pierwszy odpowiadający za 64,3% zmienności został właściwie zinterpretowany przez Autorkę jako geogeniczno-antropogeniczny. Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowane procedury statystyczne i specyfika danych nie pozwoliły na identyfikację odrębnego czynnika odpowiedzialnego za antropogeniczne podwyższenie koncentracji oraz czynnika, który jednoznacznie mógłby być wiązany z litologią skał macierzystych gleb. Drugi czynnik (12,26 % zmienności) łączy Hg, Pb z S i TOC zinterpretowany został jako geogeniczny związany z litologią skał. Zdaniem recenzenta litologia skał może nie mieć większego znaczenia dla wyodrębnienia tego czynnika, bardziej prawdopodobnym jest, że sulfofilne metale (Hg i Pb) są wiązane w siarczankach i w środowisku redukcyjnym gromadzą się w materii organicznej, podobne zależności zaznaczają się także w korelacji S i TOC z Pb i Hg (Tab. 8)

Analiza czynnikowa dla osadów wodnych pozwoliła na wyodrębnienie jedynie dwóch czynników. Czynniki pierwszy, wyjaśniający 79,25% zmienności łączy dużą liczbę pierwiastków, dlatego jego jednoznaczna interpretacja jest utrudniona i możliwa jest jedynie jego ogólna charakterystyka, tak jak zostało to zrobione przez Autorkę. Drugi czynnik łączący Ti z V oraz Ca i Mg wyjaśnia jedynie 4,91 % zmienności, jednak jego interpretacja jako związanego z hutnictwem żelaza i stalownictwem jest bardziej jednoznaczna. Interpretacja wyników analizy czynnikowej dla wód jest interesująca i pozwoliła Autorce na wydzielenie czynnika geogenicznego, antropogenicznego związanego z odprowadzaniem ścieków i działalnością rolniczą oraz litologią.

Dyskusja wyników została przeprowadzona w sposób szczegółowy i stanowi cenne źródło informacji na temat wpływu działalności przemysłowej na zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego zlewni rzeki Kamiennej. Ważnym źródłem informacji na temat zróżnicowania zanieczyszczeń są mapy zamieszczone w tekście oraz zbiorze załączników zawartych w dołączonym do pracy tomie. Zamieszczone na mapach dane geochemiczne są cennym źródłem informacji dla lokalnych samorządów, mogą być wykorzystane w Ocenach Oddziaływania na Środowisko, Planach Zagospodarowania Przestrzennego oraz różnych opracowaniach z zakresu ochrony przyrody.

**Rozdział 9. Wnioski.** Autorka sformułowała 15 wniosków, które zostały zapisane na dwóch i pół stronie tekstu. Wnioski dotyczą różnych aspektów badań, niektóre są mocno rozbudowane. Tak duża liczba wniosków wynika z tytułu pracy, założonych celów badawczych oraz wielokierunkowej analizy przyczyn zróżnicowania zawartości pierwiastków w środowisku glebowym, osadach wodnych i wodach powierzchniowych. Autorka przeprowadziła wielokierunkową analizę warunków geologicznych, działalności przemysłowej oraz badania

geochemii poszczególnych środowisk zlewni rzeki Kamiennej, duża ilość informacji spowodowała, że liczba wniosków także jest duża.

Część wniosków ma charakter ogólny i nie wynika bezpośrednio z badań Autorki. Informacje zawarte w tych wnioskach mogły zostać zamieszczone w podsumowaniu któregoś z podrozdziałów rozdziału 3 lub we wstępie do rozdziału 9. Wnioski. Dla lepszego przedstawienia najważniejszych wyników badań celowe byłoby pogrupowanie wniosków na dotyczące np. gleb, osadów wodnych lub wód powierzchniowych lub ich usystematyzowanie na przykład według kryteriów ważności nawiązujących do tytułu lub celu pracy.

Niektóre informacje zawarte we wnioskach powtarzają się, np. wniosek 4, podobne informacje są także zamieszczone we wniosku 10 oraz częściowo 11.

Zamieszczone wnioski w sposób uogólniony przedstawiają wpływ działalności przemysłowej na zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego w zlewni Kamiennej. Autorka przedstawiła i porównała poziom zanieczyszczeń gleb, osadów wodnych i wód w zlewni rzeki Kamiennej do środowisk gleb i wód w Polsce. Wnioski wskazują także jakie klasy zanieczyszczeń mają wody rzeki Kamiennej, które pierwiastki są tego przyczyną oraz zwracają uwagę na fakt, że przekroczenia występują lokalnie i są stosunkowo małe. Istotne jest rozpoznanie przekroczeń dopuszczalnych zawartości WWA, olejów mineralnych w glebach. We wnioskach wskazane zostały lokalizacje dopuszczalnych przekroczeń zawartości olejów mineralnych w strefach ochronnych ujęć wody. Badania doktorantki przyczyniają się do powiększenia stanu wiedzy na temat zanieczyszczania środowiska gruntowo-wodnego w zlewni rzeki Kamiennej obejmującej cenne przyrodniczo tereny, które były aktywizowane przez przemysł w XX wieku, a także później w okresie budowy Centralnego Okręgu Przemysłowego.

Istotne z punktu widzenia analizy wpływu działalności są także wnioski (np. 3, 5, 6) w których Autorka stwierdza, że zawartości badanych pierwiastków nie odbiegają od tła geochemicznego Polski, a w odniesieniu do osadów wodnych i wód powierzchniowych są nawet niższe od tła. Sformułowane wnioski (7, 8) wskazują, że pomimo stosunkowo niskich koncentracji pierwiastków przy zastosowanej metodyce badań i analizy wyników możliwa jest identyfikacja i korelacja podwyższonych zawartości niektórych pierwiastków związanych z działalnością przemysłową, a w szczególności ze składowaniem odpadów (wniosek 8 i 9).

### **Podsumowanie recenzji**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi oryginalne opracowanie naukowe oparte o wyniki badań laboratoryjnych przedyskutowanych z wynikami badań opublikowanych w krajowej i zagranicznej literaturze. Sposób formułowania celów badawczych, realizacja założeń oraz forma przedstawienia wyników badań wskazują, że Pani Anna Gabryś-Godlewska dobrze orientuje się w zakresie metod prowadzenia badań geochemicznych i ich interpretacji.

Rozprawa dotyczy zagadnień z zakresu geochemii środowiskowej, a częściowo także tematyki związanej z ochroną środowiska. W rozprawie doktorskiej zostały zacytowane 184 pozycje literatury w przeważającej części są to publikacje krajowe, co jest zrozumiałe z uwagi na tytuł pracy. Sposób cytowania literatury i jej zakres tematyczny wskazuje, że doktorantka dobrze orientuje się w tematyce geochemicznej oraz metodyce statystycznej analizy danych związanych z prowadzonymi badaniami.

Edycja pracy jest staranna tak w zakresie tekstu jak i części graficznej. Recenzentowi trudno było znaleźć drobne błędy lub literówki. Nieliczne są błędy oraz niewłaściwe sformułowania, które nie wpływają na wartość naukową pracy. Przykładowo, zał. 1 i 3 nazwy rzek, dopływów Kamiennej zamieszczone na mapach są za małe, często nie można ich odczytać, nawet przy pomocy lupy; str. 14 wiersz 6 w podpisie rys. 4 jest „Świry”, a powinno być żwiry; str. 16 wiersz 8 zbędne „i”; str. 32 wiersz 24 termin „erozja wietrzna” nie jest najlepszy właściwiej byłoby napisać erozja eoliczna;

str. 118 niezbyt dobre jest sformułowanie: „ Zawartości arsenu wskazujące na mierne zanieczyszczenie osadów wodnych tym pierwiastkiem stwierdzono w .....”.

Celem badań doktorantki było wykonanie oceny stanu geochemicznego gleb, osadów wodnych i wód oraz zmian jakie nastąpiły w okresie od 1990 do 2010 roku w zlewni rzeki Kamiennej z uwzględnieniem wpływu działalności przemysłowej związanej ze Staropolskim Okręgiem Przemysłowym. Przedstawione w rozdziale 6 wyniki oraz ich dyskusja w rozdziale 8 jednoznacznie wskazują, że doktorantka osiągnęła założone cele badań.

Dane na podstawie których została wykonana analiza są dobrze udokumentowane, tak w odniesieniu do procedur badawczych jak i lokalizacji próbek. Opisana metodyka badań próbek na etapie ich pobierania oraz badań laboratoryjnych nie budzi zastrzeżeń. Miejsca pobrania próbek zostały ponumerowane i zaznaczone na mapach zamieszczonych w oddzielnym tomie załączników. Na mapie zostały także zinwentaryzowane potencjalne źródła zanieczyszczeń. Przyjęta metodyka pozyskania danych, ich późniejsza analiza oraz uzyskane wyniki i przedstawione wnioski odpowiadają tytułowi pracy.

Wyniki analizy oraz jej najważniejsze aspekty zostały wyszczególnione we wnioskach oraz zestawione na mapach geochemicznych. Przedstawione w rozprawie doktorskiej wyniki badań, sposoby ich wizualizacji (tabele, diagramy, mapy) są ze sobą spójne, ich analiza pozwoliła Pani Annie Gabryś-Godlewskiej przedstawić kompletny obraz zróżnicowania poziomów koncentracji pierwiastków i związków organicznych w wyznaczonym obszarze badań, którym jest zlewnia rzeki Kamiennej.

Wobec powyższego konkluduję, że poziom naukowy wykonanych badań i analiza wyników przedstawiona w rozprawie doktorskiej potwierdzają umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych przez doktorantkę.

### Końcowa konkluzja

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr Anny Gabryś-Godlewskiej, pt. *Analiza wpływu działalności przemysłowej na zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego zlewni Kamiennej* spełnia kryteria stawiane rozprawom doktorskim i odpowiada wymogom przedstawionym w Ustawie z dn. 14.03.2003 r., o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami).

Wnioskuje do Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego o dopuszczenie mgr Anny Gabryś-Godlewskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Sosnowiec, 20 września 2021r.