

Dr hab. inż. **Piotr Stachowski**

Institut Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,

Poznań, ul. Piątkowska 94, 60-649,

Tel. (61) 846 64 26, piotr.stachowski @up.poznan.pl

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. **Krzysztofa Wojarnika**

pt.

**„ZMIENNOŚĆ WSPÓŁCZYNNIKA SPŁYWU
POWIERZCHNIOWEGO W ODKRYWKOWYM
WYROBISKU GÓRNICZYM”**

wykonanej w Instytucie Inżynierii Środowiska
na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
UNIwersytetu PRZYRODNICZEGO
We Wrocławiu

Promotor: **prof. dr hab. inż. Mirosław Wiatkowski**

1. Podstawa i przedmiot opracowania

Recenzja przygotowana została w odpowiedzi na pismo Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Pana **prof. dr hab. inż. Krzysztofa Pulikowskiego**, z dnia 29.05.2020 roku (sygn. pisma IDDD0000.4100.34.2020), w którym zostałem powołany na opiniodawcę w przedmiotowej sprawie.

Pan **mgr inż. Krzysztof Wojarnik** jest absolwentem Akademii Rolniczej we Wrocławiu na kierunku Inżynieria Środowiska. W latach 1996 - 2000 odbył studia doktoranckie w Instytucie Inżynierii Środowiska na ówczesnej Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Podczas studiów doktoranckich był autorem lub współautorem siedmiu publikacji na temat zbiorników

zaporowych małej retencji wodnej oraz oceny wpływu retencji zbiornikowej na fale powodziowe górnej i środkowej Odry. Od 2000 roku jest projektantem, który zrealizował ponad dwieście opracowań, dotyczących zagadnień gospodarki wodnej i hydrotechniki, w tym ponad siedemdziesięciu dokumentacji projektowych wykonanych na zlecenie Kopalni Węgla Brunatnego „Turów” w Bogatyni.

Praca doktorska została wykonana w Instytucie Inżynierii Środowiska, na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji pod kierunkiem Pana **prof. dr hab. inż. Mirosława Wiatkowskiego (promotor)**.

2. Formalna ocena pracy

Oceniana rozprawa obejmuje łącznie 254 stron tekstu, w tym 54 rysunki i fotografie oraz aż 109 tabel. W wykazie 146 pozycji piśmiennictwa ponad 27% to pozycje obcojęzyczne, głównie w języku angielskim i niemieckim. Tekst rozprawy podzielony został na 11 rozdziałów: I. *Wprowadzenie*, II. *Przegląd literatury*, III. *Cel i zakres pracy*, IV. *Charakterystyka obiektu badawczego*, V. *Dane pomiarowe*, VI. *Metody badań*, VII. *Wyniki badań*, VIII. *Zmienność współczynnika spływu powierzchniowego*, IX. *Ocena wartości współczynnika spływu stosowanych w KWB „Turów”*, X. *Propozycje praktycznego wykorzystania przedstawionej metody wyznaczania współczynnika spływu*, XI. *Podsumowanie i wnioski*. Dodatkowo: *literatura, spis rysunków, spis tabel, streszczenia w językach: polskim i angielskim oraz załączniki z 57 tabelami i własnoręcznie wykonaną mapą sytuacyjno – wysokościową w skali 1:10000 pt. „System odwodnienia powierzchniowego w odkrywcze KWB „Turów”*. Do rozprawy dołączono płytę CD- ROM z elektroniczną wersją pracy.

Układ rozprawy doktorskiej spełnia ogólne wymogi stawiane rozprawom naukowym. Poszczególne rozdziały tworzą logiczną całość i ściśle się zająbiają, pod względem objętości zachowując odpowiednie proporcje. Rozprawa jest napisana przejrzystie, zgodnie z zasadą pisania i redagowania rozpraw naukowych. Język pracy jest poprawny. Przygotowane bardzo liczne rysunki i tabele znacznie ułatwiają interpretację i ocenę przedstawionych wyników. Bibliografia dobrana jest trafnie i tematycznie związana jest z zakresem rozprawy, a poszczególne jej pozycje zostały wykorzystane w treści pracy. Należy podkreślić, że dostępna literatura w tym temacie jest bardzo skromna, stąd oceniając wykorzystanie literatury w aspekcie jakościowym, należy podkreślić walor aktualności cytowanych pozycji. Przegląd literatury dowodzi bardzo dobrej orientacji Autora w osiągnięciach krajowych i zagranicznych, w

tematyce prowadzenia racjonalnej gospodarki wodnej na obszarach odkrywkowych wyrobisk górniczych.

3. Ocena problematyki badawczej pracy

Eksploatacja odkrywkowa węgla brunatnego prowadzi do znacznych przekształceń środowiska przyrodniczego, a górnictwo węgla brunatnego należy do najbardziej obrazowych przykładów takiego wpływu. Eksploatacja węgla brunatnego wymaga zajmowania terenów pod działalność górnictwem i powoduje ich głębokie przekształcenie (odkrywkowe wyrobiska i nadpoziomowe zwałowiska nadkładu), zniszczeniu ulega występująca szata roślinna, warstwa glebowa oraz cała dotychczasowa infrastruktura. Zmiany te dotyczą między innymi morfologii terenu, świata roślin i zwierząt, mikroklimatu, użytkowania ziemi oraz w bardzo dużym stopniu stosunków wodnych. W tym ostatnim przypadku zmienia się wielkość zasobów wód podziemnych i powierzchniowych, ulega przekształceniu reżim odpływu rzecznoego czy wreszcie istotne zmiany następują w sieci hydrograficznej. Prowadzenie odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego wymaga wyprzedzającego odwodnienia górotworu, które powoduje głębokie zmiany stosunków wodnych w obszarze zarówno samej eksploatacji jak i terenów przyległych. Powstające zmiany dotyczą jakości wody powierzchniowej i podziemnej, sposobu użytkowania wody. Oprócz zagrożeń o charakterze antropogenicznym, związanych z eksploatacją złoża, górnikom towarzyszą w dalszym ciągu zagrożenia naturalne. Można jedynie ograniczyć ich skalę i skutki poprzez stosowanie odpowiednich technologii prowadzenia robót górniczych, bieżący monitoring oraz działania profilaktyczne a nie można ich całkowicie wyeliminować. Innymi słowy, zagrożenia naturalne w dalszym ciągu towarzyszyć będą działalności górniczej, a projektowanie i prowadzenie eksploatacji musi być bezwzględnie oparte o szczegółową ocenę charakteru i skali występujących zagrożeń. Szczególnie ciężkie w skutkach są zagrożenia katastrofogenne, których poziom systematycznie wzrasta. Skutkiem czego zagrożenia naturalne w coraz większym stopniu stwarzać będą bariery dla działalności kopalń odkrywkowych. Decydują o bezpieczeństwie, a w skrajnych przypadkach nawet o zamknięciu działalności górniczej. Nie mniej ważnym czynnikiem jest stopień efektywności ekonomicznej procesu wydobywania, gdyż dla ograniczenia wielkości zagrożenia muszą być stosowane odpowiednio kosztowne działania profilaktyczne. Skutkują one skróceniem czasu wydobywania, a w ślad za tym niewykorzystaniem i ograniczeniem rzeczywistych mocy produkcyjnych czyli zdolności wydobywczych kopalń. Metoda odkrywkowa jest najpowszechniejszym i najłatwiejszym sposobem eksploatacji złóż. Wśród systemów odwodnienia odkrywkowych wyrobisk górniczych można wyróżnić grawitacyjne i wymuszone za pomocą pomp. Wymuszonego odwodnienia

wymagają wszystkie złoża węgla brunatnego, stąd problematyka wodna stanowi jeden z najważniejszych aspektów prowadzenia eksploatacji kopalni. Natężenie dopływu wód do wyrobisk eksploatacyjnych i związana z tym technologia odwadniania decydują w dużej mierze o wyniku finansowym związanym z pozyskiwaniem kopalni. Do wykonania wiarygodnych prognoz niezbędne jest rozpoznanie warunków wodnych złoża oraz identyfikacja wszystkich czynników przyrodniczych i górniczo-technologicznych mających wpływ na zawodnienie kopalń.

Skuteczny system odwodnienia wyrobiska odkrywkowego kopalni węgla brunatnego, na który składa się odwodnienie wgłębne i powierzchniowe, jest podstawowym procesem technologicznym warunkującym bezpieczeństwo prowadzenia robót górniczych. W związku z ciągłą zmiennością czynników wpływających na kształtowanie się spływu powierzchniowego, ważne jest, by osoby odpowiadające za gospodarkę wodną w kopalniach węgla brunatnego oraz projektanci urządzeń odwadniających, dysponowali aktualną wiedzą na temat wartości współczynnika spływu powierzchniowego, co niewątpliwie przełoży się na poprawę bezpieczeństwa w zakresie odwodnienia i eksploatacji złoża węgla brunatnego.

W ostatnich latach zauważalne jest nie tylko w Polsce występowanie ekstremalnych zjawisk pogodowych, do których zaliczamy suszę i pojawianie się opadów o charakterze nawalnym lub rozlewiskowym, powodujące lokalne podtopienia i powodzie. Powodują one szeroko rozumiane straty w gospodarce kraju i dotyczy to także rozległych powierzchniowo, wieloprzestrzennych kopalń odkrywkowych surowców mineralnych. Stąd coraz częściej słyhać słuszne postulaty, aby stale doskonalić zasady właściwego projektowania i wykonywania terenów odwadnianych, w tym przede wszystkim systemów melioracyjnych dwustronnego działania odwadniająco – nawadniających. Dotyczy to również systemów górniczego odwadniania powierzchniowego. Prowadzona przez górnictwo węgla brunatnego gospodarka wodna związana jest głównie z ujmowaniem wód w trakcie odwodnienia wyrobisk górniczych. Poza wodami kopalnianymi w ruchu takich zakładów górniczych powstają także inne rodzaje ścieków tzw. bytowo-gospodarcze, wody deszczowe lub roztopowe z powierzchni trwałych, zwałowisk nadkładu itp. Ze względu na pochodzenie wód wyróżnia się dwa systemy odwadniania: wgłębny i powierzchniowy. Wgłębny system odwadniania składa się z układu studni głębinowych ujmujących wody podziemne. Wody pochodzące z odwodnienia wgłębego, najczęściej nie są zanieczyszczone i wprowadza się je za pomocą systemu rowów i kanałów do cieków naturalnych. Dopływające do wyrobisk wody opadowe oraz wody znajdujące się w wyrobisku – wody resztkowe ujmowane są przez system odwodnienia powierzchniowego, który składa się z

system u pompowni głównych, pomocniczych, osadników sedymentacyjnych i infrastruktury odprowadzającej wody do cieków powierzchniowych. Wody pochodzące z odwodnienia powierzchniowego, najczęściej w wyniku powierzchniowego spływu unoszą zawiesiny mineralne, które wpływają na ich zanieczyszczenie. Wody te podlegają oczyszczaniu mechanicznemu poprzez zatrzymanie w osadnikach terenowych.

Odwadnianie wyrobiska kopalni odkrywkowej węgla brunatnego, na które składa się odwodnienie wglębne i powierzchniowe, jest podstawowym i niezwykle ważnym procesem technologicznym. Skuteczny system odwadniania gwarantuje bezpieczeństwo prowadzenia robót górniczych. Dodatkowo odwadnianie nie jest procesem obojętnym dla środowiska, dlatego też z wielką uwagą prowadzi się szczegółowy monitoring umożliwiający obserwację osiągniętych efektów i zmian warunków hydrogeologicznych i hydrochemicznych. Podstawowym zadaniem odwodnienia powierzchniowego jest odprowadzanie poza wyrobisko wód: opadowych i z roztopów, wyciekających ze skarp i spągu, ze studni głębinowych usytuowanych w wyrobisku od III poziomu do spągu wyrobiska. System odwodnienia powierzchniowego powinien być zaprojektowany i zbudowany na maksymalny opad atmosferyczny, dobowy występujący raz na 10 lat (np. w KWB Bełchatów o wielkości 70 mm/dobę).

Głównymi elementami składowymi systemu odwodnienia powierzchniowego są: pompownie główne i przepompownie wód wglębnych, spągowe stanowiska pompowe, osadniki wód brudnych, stanowiska pompowe na poziomach roboczych, rurociągi podścianowe i rurociągi na poziomach roboczych, system sprowadzeń wód opadowych do pompowni, na poziomy robocze i na spąg. Dlatego tak ważne stają się obecnie systematyczne badania opadów, określenie częstotliwości występowania ich maksymalnych wysokości, intensywności czy wielkości oraz zmienności współczynnika spływu powierzchniowego w eksploatowanym wyrobisku górniczym.

Odwodnienie złoża węgla brunatnego związane jest z obniżeniem zwierciadła wody w górotworze poniżej poziomu wydobywczego oraz z odprowadzeniem wód opadowych z wyrobiska oraz przedpola eksploatacji. Do kopalń węgla brunatnego dopływają wody słodkie. Zagrożenie wodne to możliwość wdarcia się lub niekontrolowanego dopływu wody do wyrobiska stwarzająca niebezpieczeństwo dla ruchu zakładu górniczego lub jego pracowników. Zagrożenie wodne w odkrywkowych zakładach górniczych występuje, gdy: zakłady górnicze lub ich części zlokalizowane są w części zlewni morfologicznej narażonej na częściowe lub całkowite zalanie (np. kopalnie węgla brunatnego, Kopalnia Siarki „Machów” w likwidacji),

występują na powierzchni zbiorniki i ciekły wodne powodujące infiltrację wody lub stwarzają możliwość bezpośredniego wdarcia się wody do wyrobisk górniczych (np. kopalnie prowadzące działalność górnictw w sąsiedztwie rzek Odra, Nysa, Wisłoka, San), występują wody złożowe powodujące wypływy ze skarp i spągu wyrobiska (np. kopalnie węgla brunatnego, kopalnie: „Tarnów Opolski”, „Miedzianka”, „Chełm”, „Siewierz”).

Zagrożenie wodne w odkrywkowych zakładach górniczych wydobywających węgla brunatny, należy rozpatrywać uwzględniając rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 czerwca 2002 r. (Dz. U. Nr 94, poz 841), w którym dla wyrobisk odkrywkowych ustalono dwa stopnie zagrożenia wodnego.

Do pierwszego stopnia zagrożenia wodnego zalicza się wyrobiska lub ich części, jeżeli: w przypadku wystąpienia gwałtownych opadów atmosferycznych narażone są na częściowe zatopienie lub występujące na powierzchni zbiorniki i ciekły wodne są tak usytuowane lub posiadają taką objętość albo wielkość przepływu, że nie zachodzi możliwość zatopienia wyrobisk odkrywkowych, jednak występuje infiltracja wody ze zbiorników lub cieków do wyrobisk, lub występują wypływy wody ze skarp lub spągu wyrobisk, a ilość wypływającej wody lub wody z luźnym materiałem nie ma istotnego znaczenia dla bezpieczeństwa pracowników lub ruchu zakładu górniczego. Do drugiego stopnia zagrożenia wodnego zalicza się wyrobiska lub ich części, jeżeli: w przypadku wystąpienia gwałtownych opadów atmosferycznych narażone są na zatopienie lub występujące na powierzchni terenu zbiorniki i ciekły wodne stwarzają możliwość bezpośredniego wdarcia się wody do wyrobisk, lub występują wypływy wody ze skarp lub spągu wyrobisk, a ilość wypływającej wody lub wody z luźnym materiałem może stworzyć zagrożenie dla bezpieczeństwa pracowników lub ruchu zakładu górniczego. Zgodnie z Rozporządzenie Min. Środ. (2013), raz na kilka lat, a także każdorazowo po wystąpieniu opadu powodującego zalanie poziomów eksploatacyjnych kopalni należy dokonać weryfikacji wartości współczynnika spływu stosowanego do obliczeń przewidywanego dopływu wód powierzchniowych w obrębie zlewni odkrywkowego wyrobiska górniczego. Pozwoli to na dostosowanie istniejących urządzeń wodnych oraz poprawne zaprojektowanie nowych obiektów odwadniających, w nawiązaniu do zmieniającej się wysokości opadu atmosferycznego, a także z uwzględnieniem przekształceń powierzchni terenu, wynikających z postępów eksploatacji złoża i zwałowania wewnętrznego. Z przykładem „katastrofy” wodnej w wyrobisku górniczym mieliśmy do czynienia w dniu 18.08.2006 r., w KWB „Konin” na Odkrywce Józwin II B. Nastąpiło zalanie wodami opadowymi głównej pompowni (Ps 1) zlokalizowanej na spągu wyrobiska. Opad deszczu miał charakter intensywny, w bardzo krótkim

czasie spadło 36,4 mm wody. W wyniku opadu w najniższej części odkrywki utworzyło się rozlewisko o powierzchni 3,36 ha, objętości przeszło 14 tys. m³ i rzędnej + 34,6 m npm. Zgodnie z dokumentacją techniczną maksymalny poziom zwierciadła wody w zbiorniku może wynosić +30 m npm, a pompownia zlokalizowana jest na półce węglowej +33 m npm. Zalaniu uległy 3 stalowe kontenery z zabudowanymi pompami typu OS-250 (po dwie sztuki w każdym) oraz jedna pompa Pł 500A. W wyniku podjętej akcji ratowniczej, poprzez usypanie grobli, odcięto dopływ wody do rząpia pompowni, zainstalowano 3 dodatkowe sekcje odwadniające, a po obniżeniu zwierciadła wody naprawiono i uruchomiono zalane pompy. Po analizie przyczyn i skutków zalania pompowni ustalono m.in. konieczność lokalizacji rozdzielni elektrycznej SOP-12 powyżej rzędnej półki węglowej, zmianę lokalizacji niektórych pomp, wykonanie dodatkowych awaryjnych wpięć do rurociągów oraz konieczność weryfikacji wartości średniego współczynnika spływu powierzchniowego przyjmowanego do obliczeń prognozowanego dopływu wód do pompowni.

Naprzeciw temu zadaniu wychodzi niniejsza rozprawa doktorska, obejmująca problematykę prowadzenia racjonalnej, prognozowanej gospodarki wodnej na obszarach odkrywkowych wyrobisk górniczych. Najważniejszym aspektem prowadzenia eksploatacji kopalni, nie tylko górnictwa odkrywkowego węgla brunatnego jest właściwe rozpoznanie natężenia dopływu do wyrobisk eksploatacyjnych i związana z technologią odwadniania. Decyduje to w dużej mierze o wyniku nie tylko finansowym związanym z pozyskiwaniem węgla ale przede wszystkim o bezpieczeństwie prowadzenia eksploatacji złoża. Spływ powierzchniowy, jako ważny element bilansu wodnego zlewni, jest przedmiotem wielu interesujących badań. Ze względu na zmienioną, odmienną charakterystykę pokrycia terenu górniczego, spływ powierzchniowy stanowi różną część procentową bilansu, ale zawsze wpływa on na prędkość obiegu wody w terenie eksploatacyjnym oraz stopień wykorzystania wody dostępnej do dalszej wykorzystania w środowisku naturalnym. Gradkowski (2011) szacuje udziały spływu powierzchniowego w pasach drogowych w terenach poza lasem i miastem na około 20% wielkości opadu, a w mieście, z powodu szczelności pokrycia terenu, na około 80%. Z kolei Gołąb (2012) podaje, że dla terenów leśnych, wielkości spływu powierzchniowego z dróg leśnych są podawane poniżej 1% wielkości opadów. Właściwe określenie optymalnych procedur wyznaczania i oceny wartości współczynnika spływu powierzchniowego w kopalniach odkrywkowych węgla brunatnego jest bardzo potrzebne i celowe. Tym samym temat rozprawy należy uznać za trafny i w pełni uzasadniony dla branży górnictwa odkrywkowego różnych kopalni, a praca posiada duże znaczenie nie tylko naukowe ale praktyczne.

Goląb, J. (2012). Symulacja objętości powierzchniowego spływu wody z sieci dróg leśnych w terenie górskim [Simulation of surface waterflow volume from forest road net in highland]. Infr. Ekol. Ter. Wiej., 2/3, 129–139 [in Polish].

Gradkowski, K. (2011). Kontrola spływu powierzchniowego wód z pasów drogowych. Cz. 1 [Control of surface runoff of water from the roadlanes. Part 1]. Pol. Instal., 1, 63–67 [in Polish].

4. Merytoryczna i metodyczna ocena wartości pracy

Dokonując oceny merytorycznej stwierdzam, iż treść pracy odpowiada tytułowi, a cel został jasno sprecyzowany i w pełnym zakresie zrealizowany.

W rozdziale 1. *Wprowadzenie*, rozprawa zawiera ocenę ważności i uzasadnienie podjętego tematu problemu badawczego. Doktorant wskazuje, że projektując poszczególne obiekty systemu odwodnienia odkrywkowego zakładu górniczego, tj. rowy i kanały odwadniające, przepusty, sprowadzenia skarpowe, zbiorniki retencyjno-osadowe, pompownie pomocnicze i podstawowe z rurociągami zrzutowymi, należy określić wielkość odpływu wód kopalnianych, na który składa się spływ powierzchniowy ze zlewni morfologicznej oraz odpływ wód podziemnych pochodzących z hydrogeologicznego obszaru zasilania. W odróżnieniu od odpływu podziemnego, który ma charakter ciągły, w przypadku spływu powierzchniowego należy zwrócić uwagę na jego okresowość, związaną z wystąpieniem opadów lub roztopów. Przy projektowaniu urządzeń odwadniających zlokalizowanych w odkrywkowych zakładach górniczych, zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 8 kwietnia 2013 r. w sprawie szczegółowych wymagań prowadzenia ruchu odkrywkowego zakładu górniczego, przewidywany dopływ wód powierzchniowych w obrębie zlewni wyrobiska górniczego i zwałowiska oblicza się na podstawie maksymalnego opadu dobowego o prawdopodobieństwie przewyższenia 10 %. Zbiorniki retencyjno-osadowe przy pompowniach odprowadzających wody z wyrobisk górniczych powinny zapewnić zmagazynowanie czterogodzinnego dopływu wód powierzchniowych i podziemnych, bez względu na stopień zagrożenia wodnego (Rozporządzenie Min. Gosp. 2013).

Doktorant zaznacza, że obowiązujące regulacje prawne nie precyzują sposobu obliczania współczynnika spływu powierzchniowego. Mając jednak na uwadze szczegółowe wymagania jakie stawiają one w odniesieniu do urządzeń odwadniających. Autor rozprawy słusznie zauważa, że w dużych zakładach górniczych, przyjęta do obliczeń wartość współczynnika spływu może mieć bezpośrednie przełożenie na wielomilionowe nakłady inwestycyjne. Współczynnik spływu jest zatem bardzo ważnym parametrem przy wyznaczaniu dopływu wód powierzchniowych w obrębie zlewni odkrywkowego wyrobiska górniczego. Jego wartości są przyjmowane najczęściej na podstawie literatury, zależnie od rodzaju i charakteru

zagospodarowania zlewni lub zależności empirycznych. Świadomość skutków, jakie może przynieść nieprecyzyjne przyjęcie współczynnika spływu przy wyznaczaniu dopływu wód powierzchniowych w obrębie zlewni odkrywkowego wyrobiska górniczego, powinna spowodować większą staranność przy przyjmowaniu jego wartości. Za podjęcie takiej tematyki badawczej, zdaniem Doktoranta przemawia także fakt, że w zlewni odkrywkowego wyrobiska górniczego ze względu na dużą dynamikę przekształceń powierzchni terenu wynikającą z postępów eksploatacji złoża i zwałowania wewnętrznego, mamy do czynienia z ciągłą zmiennością czynników wpływających na kształtowanie odpływu powierzchniowego. W związku z tym metody służące do wyznaczania współczynnika spływu w zlewniach naturalnych oraz przy projektowaniu systemów kanalizacyjnych w terenie zurbanizowanym są mało przydatne do wykorzystania w górnictwie węgla brunatnego. Tym bardziej, że w ostatnich dekadach często poruszane są negatywne skutki wpływu kopalń węgla brunatnego na stosunki wodne terenów przyległych, wielkości przepływów w ciekach, które potęgowane są przez niekorzystny przebieg warunków meteorologicznych, głównie opadów.

Głównym **celem pracy** doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Wojarnika było opracowanie metody optymalizacji procedury wyznaczania i oceny wartości współczynnika spływu powierzchniowego, który może mieć zastosowanie na obszarach istniejących odkrywkowych wyrobisk górniczych. Do realizacji tak postawionego celu, założono następujące **cele szczegółowe**:

- 1) wyodrębnienie z odpływu całkowitego do pompowni części formującej spływ powierzchniowy,
- 2) określenie zależności pomiędzy sumą miesięczną opadów atmosferycznych a sumą miesięczną odpływu całkowitego do pompowni oraz sumą miesięczną wyodrębnionego spływu powierzchniowego,
- 3) wyznaczenie wartości współczynnika spływu powierzchniowego w zlewniach pompowni podstawowych,
- 4) analizę zmienności współczynnika spływu powierzchniowego w zlewniach pompowni podstawowych,
- 5) ocenę wartości współczynnika spływu powierzchniowego stosowanych w dotychczasowej praktyce inżynierskiej przy projektowaniu urządzeń odwadniających w odkrywce Kopalni Węgla Brunatnego „Turów”,

- 6) opracowanie propozycji praktycznego wykorzystania przedstawionej metody wyznaczania współczynnika spływu powierzchniowego w aspekcie odwodnienia odkrywkowych wyrobisk górniczych.

Do ich realizacji zastosowano szczegółowe metody badawcze obejmujące:

- model bilansu wodnego odkrywkowego wyrobiska górniczego,
- przyjęcie kroku czasowego dla badanych dynamicznych procesów spływu powierzchniowego i odpływu podziemnego,
- rozdział hydrogramu odpływu całkowitego do pompowni na odpływ podziemny i spływ powierzchniowy, oparty na analizie wskaźnika względnego opadu *RPI*,
- wyznaczenie współczynnika spływu powierzchniowego,
- ocenę statystyczną zbiorów badanych zmiennych.

Do tak postawionych celów: ogólnego i szczegółowych, Doktorant sformułował następującą **hipotezę badawczą**, że *„współczynnik spływu powierzchniowego, wyznaczony na podstawie pomierzonych danych opadowych oraz danych o ilości odprowadzonych wód z pompowni podstawowej, jest wartością zmienną i użyteczną przy projektowaniu obiektów odwodnienia powierzchniowego na obszarach odkrywkowych wyrobisk górniczych. Z przyjętej hipotezy wynika stwierdzenie, że dynamika odpływu powierzchniowego i podziemnego determinuje proces odpływu ze zlewni pompowni podstawowej, który można opisać za pomocą modeli korelacyjnych.*

Do jej realizacji właściwie dobrał następujące **metody badawcze**.

Badania przeprowadzono w oparciu o model wejście-wyjście, którego zaletą jest możliwość zastosowania, nawet przy braku informacji o strukturze wewnętrznej systemu. W analizie procesu spływu powierzchniowego na obszarze odkrywkowego wyrobiska górniczego, badanym systemem Autor słusznie przyjął, że powierzchnią zlewni będzie: pompownia podstawowa (bezpośredniego tłoczenia) wraz ze wszystkimi urządzeniami odwadniającymi, do których zaliczamy m. in. rowy odwadniające, sprowadzenia skarpowe, zbiorniki retencyjno-osadowe, pompownie pomocnicze i podstawowe z rurociągami zrzutowymi oraz systemy drenażowe, z których woda jest odprowadzana do urządzeń odwodnienia powierzchniowego.

Przyjęto, że wejściem do obiegu wody w zlewni odkrywkowego wyrobiska górniczego jest opad atmosferyczny, natomiast wyjściem-odpływ wyrażony ilością (objętością) wód odprowadzanych z pompowni podstawowych, parowanie oraz zmiana retencji, czyli różnica między ilością wody zatrzymaną w zlewni na początku okresu bilansowania a ilością wody pozostałą w zlewni na końcu okresu bilansowania. Obieg wody w zlewni odkrywkowego wyrobiska górniczego był

rozpatrywany w funkcji czasu, w związku z tym do analizy procesu spływu powierzchniowego przyjęto dla 1 miesiąc. Jednak z uwagi na wykonanie w zlewniach pompowni oznaczonych jako: T-II/4, T-5 i T-6 licznych zbiorników retencyjno-osadowych, co spowodowało wyrównanie oraz znaczne opóźnienie spływu powierzchniowego do tych pompowni, wartości współczynnika spływu zostały określone również dla okresów dłuższych niż jeden miesiąc: lipiec i sierpień - miesiące charakteryzujące się największymi opadami (VII-VIII), miesiące letnie (VI-VIII), półrocze letnie (V-X), rok (I-XII).

Doktorant słusznie przyjął, że wydłużenie obliczeniowego kroku czasowego pozwoliło na zminimalizowanie błędu związanego ze zmianą wielkości retencji w obrębie zlewni, gdyż różnica retencji na początku i na końcu takiego okresu bilansowego stała się mało znacząca, w odniesieniu do całkowitej ilości wypompowanej wody. W celu wydzielenia części odpływu formującej spływ powierzchniowy dokonano szczegółowej analizy wykresów całkowitej ilości wypompowanej wody w poszczególnych miesiącach na tle opadów miesięcznych, wyrażonych jako wskaźnik względny opadu *RPI*, czyli iloraz sumy opadów dla każdego miesiąca do średniej wieloletniej. Wykorzystując sumy miesięczne opadu ze stacji Bogatynia i Sieniawka z wielolecia 2000-2014, wyznaczono miesięczne wartości wskaźnika względnego opadu *RPI*. Miesiące, w których wskaźnik *RPI* był mniejszy lub równy 0,8, czyli nie przekraczał 80 % średniej wieloletniej sumy opadów miesięcznych, zostały sklasyfikowane jako suche.

Autor słusznie przyjął, że w miesiącach tych cała ilość pompowanej wody pochodzi z zasilania podziemnego, co było podstawą do graficznego wyznaczenia na hydrogramach odpływu całkowitego, odpływu podziemnego do poszczególnych pompowni podstawowych. Po dokonaniu genetycznego rozdziału hydrogramu odpływu całkowitego, z różnicy między odpływem całkowitym a wydzielonym odpływem podziemnym, Doktorant określił ilość wody pochodząca ze spływu powierzchniowego w poszczególnych zlewniach pompowni podstawowych. Znając powierzchnie zlewni morfologicznych z corocznie przeprowadzonego kartowania, poszczególnych pompowni oraz sumy miesięczne opadów, obliczono miesięczne ilości wody pochodzącej z opadów atmosferycznych. Po określeniu miesięcznych ilości wody formującej spływ powierzchniowy oraz ilości wody pochodzącej z opadów atmosferycznych, obliczył wartości współczynnika spływu powierzchniowego w poszczególnych zlewniach pompowni podstawowych. Dla dłuższych przedziałów czasowych wyznaczono krzywe sumowania objętości opadu i odpływu, które posłużyły także do obliczenia średniej wartości współczynnika spływu powierzchniowego oraz współczynnika odpływu w badanym wieloleciu od 2000 do 2014 roku. Wykonał analizę związków korelacyjnych pomiędzy badanymi zmiennymi bilansowymi: sumą miesięczną opadu a odpływem całkowitym i wyodrębnionym

splywem powierzchniowym do pompowni. Do określenia siły współzależności powyższych zmiennych posłużył Doktorantowi współczynnik korelacji liniowej Pearsona i współczynnik korelacji rang Spearmana.

Podsumowując ocenę metodyki i zakresu badań stwierdzam, że badania i obserwacje terenowe zostały przeprowadzone zgodnie z przyjętą, właściwie dobraną metodyką. Z przedstawionych w pracy rezultatów badań wynika, że materiał empiryczny był bardzo obszerny, (dane z czternastu lat) wielowariantowy o dużej pracochłonności.

W **rozdziale 7**, Doktorant rozpoczyna analizę wyników badań od oceny przebiegu warunków meteorologicznych, uzyskanych w wieloleciu 2000 – 2014, z dwóch stacji Bogatynia i Sieniawka. Szczególną uwagę w tej ocenie poddał miesiące z największą częstotliwością występowania maksymalnych opadów dobowych i maksymalnych sum miesięcznych. Słusznie stwierdza, w okresie analizowanego wielolecia na stacji Bogatynia zanotowano znacznie wyższe opady dobowe, miesięczne i roczne niż na stacji Sieniawka. Średni opad roczny z tego wielolecia był wyższy w Bogatyni aż o 94 mm.

Następnie w kolejnych podrozdziałach Autor rozprawy wyznacza wartości współczynnika spływu na podstawie danych opadowych, w przyjętych zgodnie metodyką różnych przedziałach czasowych dla obu analizowanych stacji opadowych w badanym wieloleciu. Wyznacza również dla kroku czasowego miesięcznego, krzywe sumowania objętości opadu i odpływu. Uzyskane dane poddaje analizie statystycznej, przy pomocy współczynnika korelacji liniowej Pearsona i współczynnika korelacji rang Spearmana, która wykazuje silną współzależności pomiędzy opadem a odpływem całkowitym i splywem powierzchniowym.

Rozprawę kończy **rozdział nr 8**, który uznaje za przykład dojrzałego tekstu naukowego. Omówienie wyników zostało dobrze połączone z dyskusją, która nawiązuje do dotychczas uzyskanych wyników badań innych Autorów, opublikowanych w literaturze krajowej i zagranicznej. W rozdziale tym sformułowano 19 wniosków, które ściśle nawiązują do celu i tezy badawczej rozprawy i wynikają ze szczegółowo przeprowadzonych badań i obserwacji terenowych oraz analiz statystycznych. Doktorant uzyskał cenne wyniki badań, które uzupełniają i znacznie rozszerzają bardzo szczupły stan wiedzy naukowej dotyczącej wyznaczania i oceny współczynnika spływu powierzchniowego w obrębie odkrywek wyrobisk górniczych.

Autor wykazał zmienność współczynnika spływu w różnych przedziałach czasowych i okresach lat hydrologicznych. Doszedł do słusznych uwag, że wykorzystanie współczynnika spływu w praktyce inżynierskiej, przedział zmienności można ograniczyć do półrocza letniego, miesięcy letnich oraz okresu lipiec-sierpień, charakteryzującego się największymi opadami. Z dokonanej w pracy analizy zmienności współczynnika spływu powierzchniowego w zlewniach pompowni

podstawowych Doktorant doszedł do słusznego wniosku, że dla półrocza letniego zakres jego zmienności wynosi 0,26 - 0,48 w odniesieniu do opadów ze stacji Bogatynia oraz 0,29 - 0,50 dla danych opadowych ze stacji Sieniawka. Z porównania maksymalnych wartości współczynnika spływu uzyskanych dla pompowni podstawowych zlokalizowanych w odkrywce KWB „Turów” ze współczynnikami stosowanymi w kopalniach odkrywkowych na terenie Niemiec wynika, że są one najbardziej zbliżone do zakresów zmienności przyjmowanych dla dwóch rodzajów powierzchni: margiel, muł i glina (0,3 - 0,5) oraz węgiel brunatny (0,2 - 0,4)

Bardzo ważnej i cennej oceny dla praktyki inżynierskiej Doktorant dokonał w **rozdziale 9**.

Porównał uzyskane z własnych badań wartości współczynnika spływu powierzchniowego, określone dla wszystkich trzech zlewni pompowni zlokalizowanych w odkrywce KWB „Turów”, (kształtujących się w zakresie od 0,26 do 0,48) z wartościami współczynnika spływu powierzchniowego stosowane w dokumentacjach koncepcyjnych i projektowych, realizowanych od 2000 roku, przez firmy projektowe zajmujące się odwodnieniem powierzchniowym w KWB „Turów”. Wartości współczynnika spływu stosowane od 2000 roku w KWB „Turów” mieszczą się także w zakresie 0,33 - 0,42, uzyskanym dla pompowni T-5, którą słuszenie Doktorant uznał za najbardziej miarodajną do zastosowań inżynierskich przy określaniu przewidywanego dopływu wód powierzchniowych w obrębie zlewni wyrobiska górniczego, z uwagi na najmniejszą zmienność powierzchni zlewni górniczej. Na podstawie własnych wyników określił ile razy w badanych wieloletniach wartości współczynnika spływu powierzchniowego (w okresie miesięcznym) przekroczyły wartość obecnie stosowaną przy projektowaniu urządzeń odwadniających w KWB „Turów”, wynoszącą 0,35. Jak często miało miejsce przekroczenie wartości współczynnika spływu, aktualnie stosowanej do obliczania przewidywanego dopływu wód powierzchniowych. Są to bardzo ważne informacje o częstotliwość występowania wartości współczynnika spływu przewyższającej aktualnie stosowaną przy projektowaniu urządzeń odwadniających. Bardzo przydatne przy podejmowaniu decyzji o konieczności jego zwiększenia. Należy szczególnie podkreślić, że dysponowanie tą informacją umożliwia dokonanie oceny poziomu ryzyka, co z kolei pozwala na podejmowanie decyzji optymalnych, czyli związanych z minimalnym ryzykiem zalania najniższych poziomów eksploatacyjnych w kopalni odkrywkowej. Doktorant dokładnie wykazał jak wzrost wartości współczynnika spływu wpływa na parametry projektowanych urządzeń odwadniających (pojemności zbiorników retencyjno-osadowych oraz wydajności pompowni podstawowej), określonych w Rozporządzeniu MG (2013) oraz przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy, Oddział we Wrocławiu.

W **rozdziale 10** pracy Doktorant przedstawił autorską propozycję praktycznego wykorzystania zastosowanej w niniejszej pracy metody wyznaczania i oceny wartości współczynnika spływu powierzchniowego w obrębie odkrywkowych wyrobisk górniczych, odwadnianych systemem wymuszonym za pomocą pomp zainstalowanych w pompowni podstawowej, tłoczących wody kopalniane na powierzchnię terenu do odbiornika zewnętrznego. Przedstawioną w niniejszej pracy metodę wyznaczania współczynnika spływu powierzchniowego można zastosować do szacowania (estymowania) wartości współczynnika spływu w obrębie odkrywkowego wyrobiska górniczego po wystąpieniu opadów deszczu formujących odpływ powierzchniowy. W tym celu wykorzystano silną zależność pomiędzy odpływem całkowitym a wydzielonym spływem powierzchniowym do pompowni. Otrzymane dla poszczególnych pompowni podstawowych równania funkcji regresji liniowych, można oszacować wartość współczynnika spływu powierzchniowego na podstawie dostępnych danych opadowych ze stacji Bogatynia i Sieniawka oraz danych o ilości wypompowanej wody z pompowni podstawowych Kopalni Węgla Brunatnego „Turów”. Mając możliwość estymacji wartości współczynnika spływu powierzchniowego w poszczególnych zlewniach pompowni podstawowych, można na bieżąco monitorować jaka część opadu, efektywnego, uformowała spływ powierzchniowy nie tylko w okresie miesięcznym ale dłuższym (dwumiesięcznym, okresie półrocza letniego czy w okresie roku hydrologicznego). Taka informacja jest niezwykle cenna i bardzo przydatna przy podejmowaniu decyzji związanych z odwodnieniem odkrywkowego zakładu górniczego.

Reasumując, oceniana rozprawa wnosi wiele nowych, istotnych szczegółów oraz informacji naukowych i praktycznych, dotyczących ważnego zagadnienia działalności kopalń wydobywających kopaliny metodą odkrywkową, to jest bardziej precyzyjnego niż dotychczas określenia czynników i metod wyznaczania współczynnika spływu powierzchniowego. Doktorant zaproponował, na podstawie pomierzonych danych opadowych oraz danych o ilości odprowadzonych wód z pompowni podstawowej, metodę wyznaczania współczynnika spływu powierzchniowego, niezwykle przydatną przy projektowaniu obiektów odwodnienia powierzchniowego na obszarach odkrywkowych wyrobisk górniczych. Doktorant zaproponował metodę opartą o bilans wodny, z wykorzystaniem modelu wejście-wyjście, której zaletą jest możliwość zastosowania, nawet przy braku informacji o strukturze wewnętrznej systemu. Wejściem do obiegu wody w zlewni wyrobiska górniczego jest opad atmosferyczny, natomiast wyjściem-odpływ całkowity, wyrażony ilością odprowadzanych wód z pompowni podstawowych. Analizę spływu powierzchniowego i odpływu podziemnego w wyrobisku górniczym, Doktorant dokonał dla podstawowego okresu wynoszącego miesiąc. Natomiast z

uwagi na duże możliwości retencyjne badanych zlewni górniczych, powstawaniu licznych osadników i zbiorników retencyjno-osadowych, Doktorant metodę rozszerzył o możliwość obliczeń współczynnika spływu w okresach dłuższych: lipiec i sierpień, miesiące letnie, półrocze letnie i rok. Autor z trzech pompowni wyznaczył jedną, której uzyskane wartości współczynnika spływu uznał za najbardziej miarodajne do zastosowań inżynierskich przy określaniu przewidywanego dopływu wód powierzchniowych w obrębie zlewni wyrobiska górniczego. Uzyskana informacja o częstoci wystąpienia wartości współczynnika spływu, przewyższającej aktualnie stosowaną w praktyce inżynierskiej przy projektowaniu urządzeń odwadniających, pozwala na podjęcie decyzji optymalnej, czyli minimalizującej występujące ryzyko zalania najniższych poziomów eksploatacyjnych w kopalni. Praktyczne dokonanie takiej oceny poziomu ryzyka przekłada się na poprawę bezpieczeństwa w zakresie eksploatacji złoża w odkrywkowym wyrobisku górniczym.

Za **najważniejsze osiągnięcia uzyskane przez Doktoranta** w recenzowanej rozprawie zaliczam:

- opracowanie autorskiej, optymalnej i prostej metody wyznaczania współczynnika spływu powierzchniowego w zlewniach pompowni podstawowych, możliwych do zastosowania nie tylko w KWB "Turów", z wykorzystaniem modelu wejście-wyjście, którego zaletą jest możliwość zastosowania, nawet przy braku informacji o strukturze wewnętrznej systemu odwadniającego,
- wydzielenia z odpływu całkowitego części formującej spływ powierzchniowy na podstawie szczegółowej analizy odpływu na tle opadów miesięcznych, wyrażonych jako wskaźnik względny opadu RPI,
- wyznaczenie średniej wartości współczynnika spływu w wieloleciu (2000 – 2014), na podstawie krzywych sumowania objętości opadu i odpływu powierzchniowego oraz określenie zmienności współczynnika spływu dla dłuższych okresów czasowych niż miesiąc t. j. okresów dwumiesięcznych, półrocza letniego i całego roku hydrologicznego,
- określeniu, ile razy w analizowanym wieloleciu wartości współczynnika spływu powierzchniowego przekroczyły wielkość obecnie stosowaną przy projektowaniu urządzeń odwadniających w KWB "Turów". Informacja ta pozwala to na podjęcie decyzji optymalnej, czyli minimalizującej występujące ryzyko zalania najniższych poziomów eksploatacyjnych kopalni. Tym bardziej jest to istotne, że stwierdzenie takiej oceny poziomu ryzyka przekłada się na poprawę bezpieczeństwa w zakresie eksploatacji złoża w odkrywkowym wyrobisku górniczym,

- wskazanie praktycznego zastosowania metody wyznaczania współczynnika spływu powierzchniowego, po pierwsze posiadając bazę danych o wysokości opadów i o ilości wypompowanej wody z pompowni podstawowej oraz po drugie korzystając z wysokiego stopienia współzależności pomiędzy odpływem całkowitym i wydzielonym spływem powierzchniowym. W tej drugiej propozycji Doktoranta można przy pomocy równania regresji liniowej dokonać estymacji współczynnika spływu na podstawie dostępnych danych opadowych oraz danych o ilości wypompowanej wody z pompowni podstawowej.

Powyższy wykaz osiągnięć jest efektem szerokiego zakresu przeprowadzonych prac badawczych, a w ich treści zawarte są nowe wartości poznawcze i użyteczne dla nauki i w szczególności dla praktyki górniczej, dotyczącej procedury wyznaczania i oceny wartości współczynnika spływu powierzchniowego stosowanej na obszarach istniejących odkrywkowych wyrobisk górniczych, odwadnianych systemem wymuszonym za pomocą pomp zainstalowanych w pompowni podstawowej.

Uzyskane rezultaty wskazują na dojrzałość Doktoranta do samodzielnego prowadzenia badań. Rozprawa wskazuje, że Autor posiadał ponad akademicką wiedzę specjalistyczną w zakresie dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka (dawniej:ochrona i kształtowanie środowiska, co jest jednym z wymogów stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora.

5. Uwagi ogólne i szczegółowe

Zapoznając się z przedstawioną do recenzji dysertacją nasuwają się uwagi o charakterze technicznym, które powinni zostać wykorzystane przy redagowaniu pracy do druku, sugeruję w czasopiśmie z listy o wysokim współczynnikiem wpływu:

- Ogólny układ redakcyjny pracy proponowałbym zmienić na następujący: 1. Wstęp, 2. Przegląd literatury, 3. Cel, zakres metodyka pracy, 4. Charakterystyka obiektów badań, w tym rozdziale zawarłbym m. in. przebieg warunków meteorologicznych w okresie badań na tle średnich z wielolecia, 5. Wyniki badań i dyskusja (w tym propozycję praktycznego zastosowania wyników badań), 6. Podsumowanie i wnioski.
- Uzupełnienia wymaga spis literatury, o publikacje przytoczone w tekście pracy oraz wprowadzenia kilku publikacji autorstwa promotora rozprawy.
- Proszę zastanowić się nad wyborem czy tabela czy rysunek w informacjach i zestawieniach wyników badań - dla większej przejrzystości i czytelności ,
- Wyjaśnić szczegółowo przy redagowaniu i publikowaniu rozprawy przeprowadzenie kartowania zlewni górniczych,

Wyżej wymienione uwagi mają charakterze edytorski, techniczny, nie wpływają na jednoznacznie wysoką ocenę merytoryczną i edytorską rozprawy a ich uwzględnienie poddaje pod rozagę Autora. Pozostałe drobne uwagi i literówki zostały zaznaczone w recenzowanym egzemplarzu.

6. Wniosek końcowy

Przygotowanie rozprawy w przewodzie doktorskim to sprawdzian umiejętności warsztatowych Doktoranta, które polegają na poprawnym postawieniu problemu, odpowiednim doborze materiału badawczego, wyborze właściwych metod opracowania i wyciągania właściwych wniosków. Pod tym względem przedstawiona do oceny dysertacja w pełni odpowiada obowiązującym kryteriom. Przedłożona rozprawa doktorska *mgr inż. Krzysztofa Wojarnika* stanowi wartościową, oryginalną pracę naukową i wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, z zakresu niezwykle ważnej problematyki badawczej, jaką jest procedura wyznaczania i oceny wartości współczynnika spływu powierzchniowego stosowanego na obszarach istniejących odkrywkowych wyrobisk górniczych. Praca napisana jest poprawnie pod względem metodycznym a wyniki badań uzyskano tylko i wyłącznie z własnych badań i obserwacji terenowych.

Recenzowaną dysertację Pana *mgr inż. Krzysztofa Wojarnika* oceniam bardzo wysoko. Stanowi oryginalny, nowatorski oraz ważny przyczynek i wnosi wiele istotnych oraz ciekawych informacji, do zagadnienia gospodarowania wodą terenów zdewastowanych poddanych działalności górnictwa odkrywkowego. Badania przeprowadzono poprawnie, stosując właściwe metody. Doktorant wykazał się również umiejętnościami prowadzenia pracy badawczej.

Doktorant wykazał się bardzo dobrym opanowaniem zaproponowanej metody stosowanej do wyznaczania i oceny wartości współczynnika spływu powierzchniowego oraz umiejętnością analizy uzyskanych wyników i dojrzałością ich interpretacji. Szczególnie dotyczyło to zagadnień oceny statystycznej uzyskanych wyników badań. Doktorant posiada dużą wiedzę w tej dyscyplinie i umiejętność formułowania problemów naukowych. Podjęty problem badawczy, optymalnego wyznaczania współczynnika wpływu w obrębie odkrywek jest dla górnictwa odkrywkowego bardzo ważny i aktualny.

Jako recenzent, który wnikliwie zapoznał się z treścią pracy doktorskiej, z pełną odpowiedzialnością mogę stwierdzić, że zarówno unikalna tematyka, jak i całokształt prac badawczych, wykonanych i przejrzyste przedstawionych przez Doktoranta w tej starannie

sporządzonej rozprawie, wyraźnie przewyższa przeciętne wymagania stawiane pracom doktorskim w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Tematyka badawcza dysertacji stanowi istotny wycinek badań w zakresie gospodarowania wodą na terenach kopalń odkrywkowych. Zaprezentował w pracy autorską metodę i wskazał dwie propozycje praktycznego jej wykorzystania. Wykazał się ponadto biegłością i wnikliwością w interpretacji wieloletnich wyników. Jest to pierwsza praca tak kompleksowo i w oparciu o dane z wielu lat przedstawiająca metodę wyznaczania istotnego dla praktyki górniczej oceny współczynnika spływu powierzchniowego. Praca posiada bardzo duże znaczenie praktyczne obecnie i w przyszłości dla górnictwa odkrywkowego różnych kopalin. Wyniki rozprawy doktorskiej **Pana mgr inż. Krzysztofa Wojarnika,** powinny stanowić podstawę do dyskusji lub weryfikacji zasad wymiarowania sieci odwadniającej w kopalniach odkrywkowych, w okresach nasilania się zagrożeń wodnych o charakterze ekstremalnym- podtopień i powodzi. Tym bardziej, że intensywność tych zjawisk będzie się nasilać, powodując straty w kopalniach odkrywkowych.

W świetle przedstawionej opinii **wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Krzysztofa Wojarnika.**

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa naukowa spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom doktorskim, które są określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). Zgodnie z *art. 13* wyżej wymienionej Ustawy, rozprawa doktorska powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Jestem przekonany, że recenzowana praca spełnia stawiane przez ustawę wymagania. Uważam, że przedstawiona rozprawa jest świadectwem opanowania przez Autora warsztatu naukowego w stopniu bardzo wysokim, odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim w *art. 13 ust. 1* cytowanej Ustawy i kwalifikuje Go do nadania stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. W związku z powyższym wnioskuję do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie **mgr inż. Krzysztofa Wojarnika** do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Poznań, 10.07. 2020 rok

