

dr hab. inż. Jacek Szczepiński
"Poltegor-Institut" Instytut Górnictwa Odkrywkowego
ul. Parkowa 25
51-616 Wrocław

RECENZJA

dorobku naukowo – dydaktycznego, organizacyjnego oraz cyklu publikacji wraz z utworem w postaci oprogramowania pt.: „Sprawność hydrauliczna oraz efektywność energetyczna studziennych systemów ujmowania wód podziemnych” dr. inż. Krzysztofa Polaka w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

I. Wprowadzenie

Ocena dorobku naukowego Habilitanta dr. inż. Krzysztofa Polaka została opracowana na podstawie pisma Dziekana Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo - Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie – znak pisma: WGiG-b. 511-7-3/2019 z dnia 13.11.2019 roku, informującego o powołaniu mnie przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów na recenzenta w przewodzie habilitacyjnym dr. inż. Krzysztofa Polaka.

Recenzja została opracowana po zapoznaniu się z przekazaną dokumentacją dorobku Habilitanta, na którą składają się: odpis dyplomu doktora nauk technicznych, autoreferat o osiągnięciach w zakresie działalności naukowo-badawczej i organizacyjnej w języku polskim, wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy, wykaz publikacji z bazy JCR niewchodzących w skład osiągnięcia, wykaz publikacji spoza bazy JCR niewchodzących w skład osiągnięcia, wykaz materiałów konferencyjnych, oświadczenia współautorów publikacji, kopie publikacji składających się na monotematyczny cykl, autoreferat w języku angielskim, dwa nośniki CD z elektroniczną wersją przekazanych dokumentów. Na podstawie przeprowadzonej analizy zawartych w niej informacji stwierdzam, że działalność badawcza i dorobek naukowy Habilitanta mieści się w obszarze dyscypliny naukowej górnictwo i geologia inżynierska.

Recenzję wykonano zgodnie z ustawą „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789). Ocena dorobku Habilitanta dr. inż. Krzysztofa Polaka, ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego przeprowadzono zgodnie z kryteriami oceny, które zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku (Dz. U. Nr 196, poz. 1165).

II. Sylwetka naukowa Habilitanta

Dr inż. Krzysztof Polak jest absolwentem Wydziału Górniczego – kierunku Górnictwo i Geologia Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, na którym uzyskał w 1997 roku dyplom ukończenia studiów magisterskich dziennych.

W 2005 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii – w dyscyplinie Górnictwo i Geologia Inżynierska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Tytuł rozprawy doktorskiej brzmiał: „Kształtowanie środowiska wodnego w antropogenicznie przekształconym górotworze na wybranych przykładach kopalń węgla brunatnego w Polsce”.

Habilitant od 1997 roku był zatrudniony na Wydziale Górniczym Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Od 2005 roku pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Górnictwa Odkrywkowego na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH. W latach 2013-2015 pełnił funkcję zastępcy kierownika Katedry Górnictwa Odkrywkowego ds. dydaktycznych.

III. Ocena dorobku naukowego Habilitanta

Zainteresowania naukowe dr inż. Krzysztofa Polaka dotyczą problemów górnictwa oraz hydrogeologii górniczej. Działalność naukowo-badawcza, której wyrazem są opublikowane prace naukowe Habilitanta ukierunkowana jest na następujące zagadnienia:

- otworowa eksploatacja surowców stałych,
- rekultywacja wodna,
- odwadnianie kopalń odkrywkowych,
- efektywność studziennych systemów odwadniających.

Tej ostatniej problematyki dotyczy recenzja habilitacyjnego osiągnięcia naukowego i właśnie w tym obszarze należy odnotować oryginalne dokonania autorstwa Habilitanta. Potwierdzają to publikacje poświęcone tej tematyce. Na ich podstawie uważam, że dr inż. Krzysztof Polak należy do grona uznanych polskich specjalistów zajmujących się hydrogeologią górnictwem, w tym w szczególności efektywnością pracy systemów odwadniania podziemnego.

Głównym poligonem badawczym Habilitanta są czynne kopalnie węgla brunatnego KWB Bełchatów, KWB Turów i KWB Konin, kopalnie surowców skalnych w rejonie świętokrzyskim, opolskim i kujawskim oraz zbiorowe ujęcia głębinowe. Habilitant posiada również doświadczenia zdobyte podczas wizyt naukowych w niemieckich zagłębiach węgla brunatnego. W trakcie swojej naukowej działalności dr inż. Krzysztof Polak koncentrował się przede wszystkim na kwestiach związanych z wodnymi aspektami eksploatacji złóż, poczynając od rozpoznania ich warunków hydrogeologicznych, poprzez zagadnienia odwadniania kopalń, w tym w szczególności efektywności systemów odwadniających, wpływu odwadniania na środowisko wodne oraz degradację zbcoczy, aż do niezmiernie istotnej obecnie kwestii rekultywacji wodnej wyrobisk odkrywkowych. Należy jednak wspomnieć, że publikacje Habilitanta nie ograniczają się wyłącznie do tematyki związanej z górnictwem odkrywkowym i hydrogeologią górnictwem. Znaczny dorobek naukowy dr inż. Krzysztof Polak ma również w zagadnieniach związanych z otworową eksploatacją surowców stałych, głównie siarki rodzimej i węgla brunatnego. Na szczególną uwagę zasługują prace badawcze dotyczące wymagań i kryteriów dla podziemnego zgazowania złóż węgla brunatnego.

Dorobek Habilitanta obejmuje zarówno prace publikowane, które traktowane są jako zasadniczy element oceny jakościowej i ilościowej, jak i prace niepublikowane powstałe w wyniku realizacji projektów badawczych i technicznych, a także inne formy działalności krajowej i międzynarodowej. Podstawowy opublikowany dorobek naukowy zawiera w sumie 62 pozycje. Odnosząc się do kryteriów oceny dorobku naukowego stwierdzam, że w 14-letnim okresie po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant znacząco powiększył ilościowo swój dorobek publikacyjny. Z ogólnej liczby 62 opublikowanych prac, 49 prac tj. 79% powstało w okresie po doktoracie, w tym 4 prace posiadające Impact Factor. Na podkreślenie zasługuje wysoki wkład Habilitanta w publikacje, w których jest współautorem, które dr inż. Krzysztof Polak ocenia na 60-70%. W dorobku Habilitanta znalazły się ponadto 2 monografie, 1 skrypt, 11 publikacji w języku angielskim oraz 6 publikacji w materiałach pokonferencyjnych, z tego 5 w języku angielskim. Sumaryczna liczba punktów MNiSW wynosi 267.

Przedstawiony przez Habilitanta dorobek naukowy posiada jednak słabsze strony, do których należy zaliczyć publikacje głównie w czasopiśmie z części B wykazu MNiSW, nisko punktowanych i nieposiadających Impact Factor oraz brak patentów i innej działalności wynalazczej. Na średnim poziomie należy również ocenić jakość opublikowanych prac pod względem poziomu wskaźników bibliograficznych Habilitanta, które po obronie doktoratu przedstawiają się następująco:

- sumaryczny Impact Factor (IF) według listy Journal Citation Reports (JCR) – 5,073 pkt,

- łączna punktacja MNiSW - 267 pkt,
- liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science – 3,
- indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS) – 1.
- liczba cytowań publikacji według bazy Scopus – 5,
- indeks Hirscha według bazy Scopus – 1.

Do pozytywnych elementów dorobku należy zaliczyć autorstwo i współautorstwo artykułów publikowanych w wielu specjalistycznych czasopismach zaliczanych do prestiżowych w obiegu krajowym, w tym między innymi w: *Przeglądzie Górniczym*, *Górnictwie Odkrywkowym*, *Archives of Mining Science* i w czasopiśmie *Gaz, Woda, Technika Sanitarna* oraz w obiegu zagranicznym: materiały konferencyjne opublikowane w ramach International Mine Water Association oraz publikacje w czasopismach *Mine Water and the Environment* oraz *Water*. Należy również zwrócić uwagę, iż wszystkie publikacje w czasopismach posiadających Impact Factor pojawiły się w ostatnich 4 latach.

Ponadto, dr inż. Krzysztof Polak posiada znaczący pod względem merytorycznym dorobek niepublikowany, na który składają się opracowania techniczne w postaci projektów, opinii i ekspertyz dla urzędów centralnych, wymiaru sprawiedliwości i administracji sądowej (16) oraz prace naukowo-badawcze powstałe na zamówienie przemysłu (63). Uwagę również zwraca czynny udział Habilitanta w 4 międzynarodowych konferencjach organizowanych w Niemczech, Brazylii i Chinach oraz 16 konferencjach krajowych, podczas których wygłaszał referaty dotyczące zagadnień górnictwa i hydrogeologii. Habilitant prowadził również prezentacje dotyczące wyników swoich prac naukowych dla międzynarodowych delegacji wizytujących AGH oraz na targach branżowych i konferencjach im towarzyszących.

Bilansując słabe i mocne strony dorobku publikacyjnego Habilitanta w aspekcie ilościowym i jakościowym oceniam go jako średni, który spełnia kryteria pozytywnej oceny i dopuszczenia dr. inż. Krzysztof Polaka do dalszego postępowania w przewodzie habilitacyjnym.

IV. Recenzja cyklu publikacji wraz z utworem w postaci oprogramowania pt.: „Sprawność hydrauliczna oraz efektywność energetyczna studziennych systemów ujmowania wód podziemnych”

Jako osiągnięcie naukowe do oceny w trybie postępowania habilitacyjnego został przedłożony cykl czternastu publikacji wraz z utworem w postaci oprogramowania pt.: „Sprawność hydrauliczna oraz efektywność energetyczna studziennych systemów ujmowania wód podziemnych”. Prezentowane publikacje stanowiące osiągnięcie naukowe Habilitanta układają się w cykl, w którym kolejne prace są rozwinięciem lub nawiązaniem do problematyki podjętej w pracach poprzednich. Poza pierwszym artykułem, dotyczącym opisu metody oceny jakości wykonania i stanu studni ujęciowych i odwadniających, wszystkie pozostałe artykuły oraz utwór w postaci oprogramowania komputerowego pn. SHS (Sprawność Hydrauliczna Studni), zostały napisane po doktoracie.

1. Klich J., Polak K., Sobczyński E. (1998), *Opis metody oceny jakości wykonania i stanu studzien ujęciowych i odwadniających*, III Międzynarodowa Konferencja naukowo-techniczna: Zaopatrzenie w wodę miast i wsi, Tom 1., 161-176 (przed doktoratem)

W pracy przedstawiono warunki hydrauliczne przepływu wód podziemnych do studni głębinowej w trzech strefach: zewnętrznej względem studni, przystudziennej (przyfiltrowej) i wewnątrzstudziennej. Przepływ wód przez te strefy ma wpływ na straty hydrauliczne w otworze studziennym, co powoduje obniżenie sprawności otworu studziennego definiowanej jako stosunek depresji teoretycznej w otworze do depresji zamierzonej (pozornej) wewnątrz odwiertu. W artykule zaprezentowano dotychczasowe metody dokonywania oceny stanu studni: analityczną metodą Jacoba, graficzną metodą Rorabough'a oraz metodą Sozańskiego, umożliwiające wyliczenia wartości współczynnika „C”, tj. współczynnika oporów przepływu turbulentnego studni. Przedstawiono również wymagania Polskiej Normy dotyczące stanu technicznego studni określanego na podstawie współczynnika „C”.

Elementem nowatorskim pracy było przedstawienie nowej metody obliczania współczynnika „C”, która nie wymaga utrzymywania stałego wydatku w trakcie pompowania pomiarowego oraz umożliwia wykonanie pomiarów podczas krótkotrwałych prób pompowania. Zaprezentowana nowa metoda nazwana została w kolejnych artykułach metodą Klicha.

2. Polak K., Kaznowska K. (2010), *Comparison of methods used in Poland for the evaluation of dewatering wells*. International Mining Forum, W: Mine safety and efficient exploitation facing challenges of the 21st century: 19–21 September 2010, Huainan, China, Eds. Liu Zegong [et al.]. — London: CRC Press Tylor & Francis Group, ISBN: 978-0-415-59896-5. s. 355–360

W artykule przedstawiono metody oceny stanu technicznego studni wierconych wraz z charakterystyką wybranych parametrycznych metod oceny ich stanu hydraulicznego umożliwiających obliczenie parametrów hydraulicznych warstwy i studni, tj. sprawności studni, depresji rzeczywistej BQ, zeskoku depresji CQ^2 , współczynników oporu warstwy B i studni C. W pracy zaprezentowano wyniki eksperymentu badawczego podczas którego na stanowisku badawczym w studni głębinowej na terenie AGH, przeprowadzono cztery próbne pompowania badawcze: pompowanie trójstopniowe z zachowaniem i bez zachowania wielokrotności kolejnych stopni pompowania, pompowanie wielostopniowe oraz wielokrotne pompowanie wielostopniowe. Na podstawie wyników badań przedstawiono i porównano ze sobą wyznaczone wartości oporu warstwy B i oporu studni C dla dziesięciu metod oceny stanu hydraulicznego studni. Najwartościowszym elementem pracy było określenie parametrów hydraulicznych warstwy wodonośnej i studni oraz sprawności ujęcia przy wykorzystaniu różnych metod obliczeniowych i sformułowanie wniosków co do ich stosowalności.

3. Polak K., Klich J., Kaznowska K. (2011), *The method of wells' efficiency estimation*. IMWA Congress 2011: Mine Water – Managing the challenges: Proceedings of the 11'th Congress of the International Mine Water Association: Aachen, Germany, 4–11 September 2011, Eds. Thomas R. Rüdte, Antje Freund, Christian Wolkersdorfer; IMWA, RWTH Aachen University. — Aachen: RWTH Aachen University. Institute of Hydrogeology, ISBN: 978-3-00-035543-1. S. 153–157

W artykule przedstawiono metody oceny stanu technicznego studni wierconych wraz z charakterystyką tych metod. Zaprezentowano wyniki badań w studni eksperymentalnej AGH, w której przeprowadzono 10-stopniowe próbne pompowanie oraz w studni odwodnieniowej pracującej w KWB Bełchatów. Na podstawie zmian w przebiegu zależności pomiędzy wydatkiem studni (Q) i depresją (S) określono moment zmiany przepływu laminarnego na turbulentny w rejonie otworu, a tym samym określono optymalny/efektywny wydatek studni dla którego nie zachodzi proces przyspieszonego starzenia studni. Tym niemniej wątpliwości mogą wzbudzać badania w studni odwodnieniowej, dla której nie stwierdzono przepływu turbulentnego w całym zakresie przeprowadzonego próbnego pompowania.

4. Polak K., Kaznowska K. (2012), *Porównanie parametrycznych metod oceny stanu studni wierconych*. Gaz, Woda, Technika Sanitarna ; ISSN 0016-5352. — 201286 nr 1, s. 5–8

W artykule przedstawiono metody oceny stanu technicznego studni wierconych wraz z charakterystyką wybranych parametrycznych metod oceny stanu hydraulicznego oraz przeprowadzone badania w studni głębinowej AGH. Artykuł stanowi uzupełnienie w zakresie interpretacji graficznej wyników próbnego pompowania i wniosków przedstawionych w artykule nr 2, opublikowanym w języku angielskim.

5. Polak K., Kaznowska-Opala K., Pawlecka K., Klich J., (2014), *Analiza przebiegu próbnego pompowania na przykładzie studni badawczej AGH-1*. Przegląd Górniczy; ISSN 0033-216X. T. 70 nr 10, s. 106–111

Przedstawiono wyniki doświadczenia w studni badawczej AGH, w której przeprowadzono pompowanie wielostopniowe badawcze. Celem pompowania była ocena współpracy agregatu pompowego z rurociągiem i ze studnią, co w konsekwencji umożliwiło między innymi dokonanie

oceny stanu hydraulicznego studni i ustalenie parametrów ewentualnej regulacji układu pompowego. Do oceny stanu hydraulicznego studni zaproponowano zastosowanie współczynnika sprawności studni, będącego iloczynem sprawności agregatu pompowego oraz układu studziennego, składającego się z konstrukcji studziennej oraz rurociągu. W wyniku przeprowadzonych badań została określona wydajność przy jakiej agregat pompowy ma maksymalną sprawność. Artykuł przedstawia sposób oceny stanu hydraulicznego studni, który może być wykorzystany do przeprowadzenia korekt wydajności i wysokości podnoszenia, co prowadzi do redukcji strat energetycznych i poprawy efektywności systemu ujmującego wodę.

6. Polak K., (2014) *Efektywność studni odwadniających*. Przegląd Górniczy; ISSN 0033-216X. T. 70 nr 10, s. 117–121

W pracy dokonano identyfikacji elementów technicznych wyposażenia studni głębinowej wraz z określeniem przebiegu charakterystyk sprawności zasadniczych jej elementów składowych tj. agregatu pompowego, filtra studziennego, rurociągu i kabla zasilającego. Opracowano metodykę ich wyznaczania oraz obliczania sprawności ogólnej głębinowego ujęcia wody. W ramach weryfikacji rozważań, przeprowadzając pompowanie wielostopniowe, przeanalizowano dwa przypadki pracy studni odwadniających, dla których określono sprawność systemu odwadniania przy zastosowaniu dwóch agregatów pompowych o różnej wydajności. Artykuł podejmuje niezwykle istotny problem zmian efektywności studni odwodnieniowych w nieustalonych warunkach dopływu wód podziemnych. Proces ciągłego obniżania zwierciadła wód podziemnych prowadzi do spadku wydajności jednostkowej otworu i w efekcie przewymiarowania agregatów pompowych. Zastosowanie agregatów pompowych o właściwej charakterystyce pozwala na utrzymanie wysokiej sprawności studni. Elementem, który powinien zostać wzięty pod uwagę przy doborze agregatu pompowego jest przewidywana długość pracy studni w ramach systemu odwadniania.

7. Polak K., Kaznowska-Opala K., Pawlecka K., Rózkowski K., Klich J., (2015) *The assessment of susceptibility on drainage in an aquifer on the basis of pumping tests in a lignite mine*. Archives of Mining Sciences; ISSN 0860-7001. vol. 60 no. 1, s. 107–121. DOI 10.1515/amsc-2015-0008

Publikacja dotyczy analizy rozkładu parametru opisującego oporność hydrauliczną ośrodka wodonośnego przy przepływie laminarnym tzw. parametru „B”. W pracy przedstawiono wyniki 27 próbnych pompowań badawczych przeprowadzonych z wykorzystaniem zmodyfikowanej metody Klicha w kopalni odkrywkowej węgla brunatnego. Studnie zlokalizowane były w barierach odwadniających, ujmujących wody z nadkładowego i podwęglowego poziomu wodonośnego oraz z barier zewnętrznych. Na podstawie otrzymanych wyników zaproponowano hydrauliczną klasyfikację podatności ośrodka wodonośnego na odwodnienie oraz wykazano możliwości wykorzystania tej klasyfikacji w projektowaniu systemów odwadniania studziennego w górnictwie odkrywkowym węgla brunatnego, w szczególności w planowaniu wyprzedzenia oraz gęstości siatki rozmieszczenia otworów odwadniających.

Ocena własności filtracyjnych warstwy wodonośnej na podstawie parametru „B”, tj. oporności hydraulicznej ośrodka wodonośnego jest znana i stosowana w badaniach hydrogeologicznych od wielu lat. Tym niemniej może budzić wątpliwość przeprowadzanie tej oceny w warunkach studni już pracujących. Wyniki takiego badania mogą być niewiarygodne z powodu na zmiany przepuszczalności warstwy wodonośnej w bezpośrednim rejonie otworu wskutek przebiegającego w czasie procesu starzenia studni. Wskazują na to również wyniki prezentowane w artykule nr 11, gdzie po zabiegach oczyszczających w jednej ze studni parametr „B” uzyskał 3-krotnie lepsze parametry.

8. Polak K., Kaznowska-Opala K., Pawlecka K., (2016), *Causes of Decreased Discharge and Damage to a Dewatering Well's Gravel Coat*. Mine Water and Environment, Volume 35, Issue 2, pp 120–127. DOI 10.1007/s10230-015-0361-5

Artykuł podejmuje bardzo ważny problem starzenia się studni w wyniku procesów kolmatacji

chemicznej, biochemicznej, elektrochemicznej i mechanicznej. Do oceny procesu kolmatacji wykorzystano okładziny filtrów studziennych pracujących w studniach odwadniających kopalni węgla brunatnego. W artykule przedstawiono wyniki testów hydraulicznych przeprowadzonych na stanowisku badawczym w laboratorium dla nowej okładziny filtrowej oraz okładziny starej wydobytej z otwory studziennego. Wyniki badań potwierdzają, iż procesy kolmatacji prowadzą do znacznego obniżenia sprawności filtrów studziennych i w konsekwencji do obniżenia sprawności całego systemu odwadniającego. Praca stanowi typowe studium przypadku i jest doskonałym przykładem wpływu procesu starzenia studni na jej parametry hydrauliczne.

9. Polak K., Górecki K., (2016), *Diagnostyka warunków pracy studni ujęciowej oraz systemu pompowo-tłocznego na podstawie próbnego pompowania*. Gaz, Woda, Technika Sanitarna, DOI: 10.15199/17.2016.8.3

W artykule przedstawiono metodykę badań mających na celu określenie przyczyn wysokiej energochłonności studni ujęciowej. Przeprowadzono próbne pompowanie, które umożliwiło określenie sprawności studni wraz z przewodem tłocznym, a także sprawności agregatu pompowego. W wyniku badań ustalono, że pompowanie wody odbywa się z wykorzystaniem pompy o zbyt dużej mocy, co powoduje pogorszenie stanu hydraulicznego otworu studziennego, obniżenie charakterystyki pompy, pogorszenie stanu technicznego rurociągu tłocznego oraz wpływa na niską sprawność studni. Wynikiem tego są duże straty energii w systemie pompowym. Praca, poza przedstawieniem ogólnie znanych podstaw metodycznych oceny diagnostycznej studni, stanowi typowe studium przypadku.

10. Polak K. (2016), *Improvement of Drainage Wells Efficiency*. 24th World Mining Congress Proceedings, Rio de Janeiro, Brazylia

Głównym celem artykułu było przedstawienie warunków współpracy agregatu pompowego z otworem studziennym i ośrodkiem wodonośnym w studniach odwadniających. W wyniku przeprowadzonych próbnich pompowań, przedstawione i opisane zostały przykładowe przejawy odchylenia charakterystyk sprawności studni, które wynikają z przewymiarowania sprzętu pompowego w zakresie natężenia przepływu, wysokości podnoszenia i obu tych parametrów jednocześnie. Wynikiem tego jest kolmatacja mechaniczna (w przypadku przekroczenia wydatku) lub kolmatacja chemiczna (w przypadku przekroczenia wysokości podnoszenia), a w konsekwencji straty energii w układzie studziennym. W wyniku pracy określone zostały potencjalne oszczędności związane z wymianą agregatu pompowego i zmniejszonego zapotrzebowania na energię. Publikacja samodzielna, przedstawiająca metodykę badawczą oraz czytelną interpretację wyników próbnich pompowań w odniesieniu do przypadków przewymiarowania sprzętu pompowego. Praca ma duże znaczenie dla praktyki prowadzenia odwadniania studniami głębinowymi, w aspekcie zachowania właściwej sprawności studni i optymalizacji kosztów eksploatacji systemu.

11. Polak K. (2016), *Ocena efektywności renowacji studni głębinowej za pomocą ditlenku węgla*. Górnictwo Odkrywkowe, nr 4

W artykule przedstawiono metodę renowacji studni przy wykorzystaniu płynnego CO₂. W ramach badań przeprowadzono pięć próbnich pompowań: przed zabiegami renowacyjnymi, po wstępnym szczotkowaniu studni, dwukrotnie po zakończeniu renowacji za pomocą CO₂ oraz ostatnie po okresie około miesiąca ciągłej pracy studni. Dla poszczególnych serii testów badawczych przedstawiono wpływ renowacji na wydajność jednostkową studni, wydajność potencjalną studni oraz parametry hydrauliczne studni i ośrodka wodonośnego. Skuteczność renowacji, poza poprawą warunków odwodnienia, tj. zmniejszeniem współczynnika oporów hydraulicznych studni oraz ośrodka wodonośnego, pozwoliło na zredukowanie energochłonności procesu pompowania wody. Praca, poza przedstawieniem metody renowacji przy wykorzystaniu płynnego CO₂, stanowi przykład wykorzystania jednej z metod renowacji dla poprawy wydajności i obniżenia energochłonności studni odwadniających.

12. Polak K. (2017), *Interpretacja wyników próbnego pompowania studziennego na podstawie bilansu energii*. Technologia Wody, ISSN 2080-1467. R. 9 z. 5, s. 40–43

W artykule zaproponowano metodę oceny próbnego pompowania na podstawie bilansu energetycznego. Opisana w pracy metoda wykorzystuje równanie Jacoba jako składową w równaniu bilansu energii Bernoulliego, co umożliwia uwzględnienie strat ciśnienia nie tylko w studni, ale również w układzie pompowo-tłocznym, w którym występują straty wysokości ciśnienia na przepływie przez pompę głębinową, jak i straty ciśnienia w instalacji tłocznej. Autor stwierdza, iż zwiększenie depresji w strefie przyotworowej jest bezpośrednio spowodowane przewymiarowaniem agregatu pompowego, a przyjmowanie przepływów burzliwych o potęgze $n > 2$ występujące w równaniu Rorabough'a jest bezzasadne. Praca podejmuje bardzo ciekawy problem oceny sprawności hydraulicznej studni na podstawie bilansu energetycznego. Za dyskusyjne jednak należy uznać stwierdzenie, iż zwiększenie depresji w studni nie jest spowodowane zmianą charakteru przepływu wody w strefie trzyotworowej na turbulentny, ale jedynie przewymiarowaniem agregatu pompowego.

13. Polak K., Kaznowska-Opala K. (2018), *Ocena sprawności hydraulicznej studni głębinowych - studium przypadku*. Górnictwo Odkrywkowe, ISSN 0043- 2075. 59 nr 2, s. 63–66

Praca stanowi kolejne studium przypadku mające na celu przeprowadzenie analizy zmian sprawności studni ujęciowej bezpośrednio po uruchomieniu i po 10 latach intensywnej eksploatacji. W wyniku przeprowadzonych prac badawczych stwierdzono, iż przyczyną zmniejszenia sprawności hydraulicznej studni była zbyt duża wydajność studni. Określone zostały wskaźniki zapotrzebowania energetycznego, a także straty finansowe wynikające ze zwiększonego zapotrzebowania na energię. W ramach zaleceń określono wydajność z jaką powinna być eksploatowana nowa studnia. Ponadto, przeprowadzono badania sprawności dla nowo uruchomionej studni rezerwowej.

14. Polak K., Górecki K., Kaznowska-Opala K. (2019), *The Dynamics of Water Wells Efficiency Reduction and Ageing Process Compensation*. Water, 11, 117; DOI:10.3390/w11010117, p. 17

W pracy przedstawiony został stan wiedzy na temat przyczyn wzmożonej degradacji studni, sposobów jej przeciwdziałania oraz metod oceny sprawności studni. W ramach pracy wprowadzono i zdefiniowano pojęcie „zrównoważonej sprawności”, przez którą rozumie się pracę studni przy parametrach technologicznych, przy których proces degradacji obiektu ma możliwie najwolniejsze tempo. W ramach przedstawionej koncepcji zakłada się okresową kompensację sprawności początkowej polegającej na zmniejszaniu wydajności otworu do wartości oczekiwanej, umożliwiającej utrzymanie równomiernej degradacji otworu. Praca o dużej wartości zarówno pod kątem rozważań teoretycznych, jak i wykorzystania zaproponowanej metody w praktyce. Metoda posiada ograniczone zastosowanie dla studni odwodnieniowych, w których parametry hydrauliczne studni ulegają w czasie zasadniczym zmianom.

Integralną częścią osiągnięcia jest również utwór w postaci oprogramowania pn. **SHS (Sprawność Hydrauliczna Studni)**. Program powstał w ramach grantu przedwdrożeniowego i był finansowany przez MNiSW. Według Autora program umożliwia edycję wyników próbnego pompowania, wyznaczanie parametrów hydraulicznych oraz bieżącej sprawności hydraulicznej oraz ocenę stanu hydraulicznego studni. W Autoreferacie Habilitant przedstawia jedynie opis funkcjonalny programu komputerowego SHS. Niestety brak jest możliwości wglądu do oprogramowania, gdyż nie zostało ono dołączone do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego.

Podsumowanie recenzji publikacji habilitacyjnych. Przedstawione do oceny prace stanowią wyciąg z większego zbioru publikacji wykonanych przez Habilitanta. Spośród nich do oceny wybranych zostało 14 prac opublikowanych w czasopiśmie: *Gaz, Woda, Technika Sanitarna* (2), *Przegląd Górniczy* (2), *Górnictwo Odkrywkowe* (2), *Technologia Wody* (1), *Archives of Mining Science* (1), *Mine Water and the Environment* (1), *Water* (1) oraz w materiałach konferencyjnych (3). Kolejna z przedstawionych prac stanowiła rozdział w monografii. Cztery spośród tych prac stanowią prace jednoautorskie, przy

czym we wszystkich pracach napisanych we współautorstwie i powstałych po doktoracie (9) Habilitant był głównym autorem i pełnił rolę głównego pomysłodawcy. Świadczy to o merytorycznym wkładzie Habilitanta w przedstawione do recenzowania prace. Sumaryczny współczynnik wpływu powyższych prac tzw. Impact Factor wynosi 3,795.

Metody oceny jakości wykonania studni ujmujących wody podziemne sięgają połowy ubiegłego wieku. W Polsce badania nad tym zagadnieniem wykonywane były od lat 70-tych. Metoda prezentowana była głównie w odniesieniu do studni ujęciowych, w których problem utrzymania stałych parametrów próbnego pompowania nie stwarza większych kłopotów. Znacznie bardziej skomplikowane są pomiary w studniach odwadniających wykorzystywanych w górnictwie.

Habilitant łączy w w swojej pracy badawczej zarówno naukowe "podejście" do zagadnień sprawności studni, jak i stosowane, co czyni z Niego wszechstronnego badacza i jednego z najlepszych naukowców i praktyków w tej dziedzinie w Polsce. Ważną funkcją niektórych z publikacji przedstawionych do recenzowania jest upowszechnienie wiedzy na temat metod oraz możliwości ich zastosowania w praktyce górniczej. Przedłożone do oceny publikacje w części dotyczą również tej użytecznej strony metod badania sprawności studni. W swojej ostatniej publikacji, będącej niejako zwieńczeniem dotychczasowych badań, Habilitant wprowadza do praktyki hydrogeologicznej pojęcie „zrównoważonej sprawności”, przez którą rozumie pracę studni przy parametrach technologicznych, przy których proces degradacji obiektu ma możliwie najwolniejsze tempo.

Podsumowując, przedstawione do recenzji publikacje oceniam pozytywnie. W przedłożonych pracach znajdują się zarówno prace dotyczące aktualnego stanu wiedzy na temat oceny jakości wykonania studni ujmujących wody podziemne, jak i problematyka z zakresu: analizy przebiegu próbnego pompowania, oceny sprawności hydraulicznej studni i ich efektywności energetycznej, problemów starzenia się i renowacji studni. Pomimo, że ranga naukowa większości czasopism nie należy do najwyższych, należy zauważyć, że w ostatnich latach nastąpił wyraźny wzrost liczby publikacji, które ukazały się w czasopismach z listy JCR i bardzo znaczących w obszarze hydrogeologii górniczej, w tym *Mine Water and the Environment* oraz *Water*, jak i materiałach konferencyjnych publikowanych w języku angielskim.

Podsumowując, cykl prezentowanych publikacji Habilitanta oceniam na poziomie dobrym, spełniającym kryteria pozytywnej oceny.

V. Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej Habilitanta

W ramach pracy dydaktycznej Habilitant prowadził zajęcia ze studentami na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH obejmujące między innymi:

- kształtowanie środowiska wodnego,
- hydraulikę ujęć wód,
- hydrogeologię i odwadnianie,
- rekultywację i rewitalizację,
- hydrologię i hydraulikę,
- użytkowe programy komputerowe w sieciach sanitarnych,
- technikę odkrywkowej i otworowej eksploatacji złóż.

Prowadził również zajęcia w języku angielskim dla obcokrajowców, słuchaczy kursów specjalistycznych z przedmiotu Groundwater and Wells.

Był promotorem 33 prac magisterskich i 21 prac inżynierskich na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH oraz promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim. W latach 2013-2015 pełnił funkcję zastępcy kierownika Katedry Górnictwa Odkrywkowego ds. dydaktycznych. Jest laureatem Medalu Komisji Edukacji Narodowej (2011) oraz nagród Rektora AGH za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne (2009, 2012, 2015, 2016).

Za bardzo bogatą należy uznać sferę działalności organizacyjnej Habilitanta. W latach 2007 – 2009 był kierownikiem studiów podyplomowych organizowanych przez Wydział Górnictwa i Geodezji AGH pn. „Podnoszenie kwalifikacji kadry średniego szczebla KGHM Polska Miedz SA”, a w latach 2008 – 2011 prowadził projekt dydaktyczny pn. „Fabryka Inżynierów”, realizowany przez AGH. W 2012 roku z inicjatywy Habilitanta powołano na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH studia podyplomowe pn. „Eksploatacja Ujęć Wód Podziemnych”, których jest od początku kierownikiem. Od 2015 roku jest również kierownikiem Laboratorium Geohydrauliki w centrum Energetyki AGH.

Współorganizował Polski Kongres Górniczy (2007) Światowy Kongres Górniczy (2008), obchody 90-lecia Wydziału Górnictwa i Geologii AGH (2009). Był członkiem Komitetu Honorowego na III Polsko-Niemieckim Forum Rekultywacja i Rewitalizacja Obszarów Pogórnicznych (2014). Od 1999 roku jest członkiem International Mine Water Association, a od 2010 roku członkiem Polskiego Komitetu Normalizacji w zespole ds. Nawodnień, Odwodnień i Budownictwa Hydrotechnicznego.

Zawodowe doświadczenia praktyczne zdobywał na stażach przemysłowych w RWE Power AG, PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna SA, Oddział KWB Bełchatów. W ramach kontaktów z przemysłem dr inż. Krzysztof Polak prezentował wyniki swoich prac badawczych w przedsiębiorstwach wodociągowych, u wykonawców usług specjalistycznych, w kopalniach oraz na targach branżowych. Ponadto, kierował i brał udział w 5 projektach badawczych dotyczących górnictwa i hydrogeologii górniczej oraz w 4 programach europejskich mających na celu podniesienie kwalifikacji zawodowych.

Po doktoracie tj. w latach 2005-2019 wykonał kilkadziesiąt opracowań i ekspertyz na zlecenie urzędów centralnych, wymiaru sprawiedliwości i administracji samorządowej oraz prac naukowo-badawczych na zamówienie przemysłu między innymi dla PGE Bełchatów, KWB Adamów, KWB Konin, Lafarge Cement, „Siarkopol” SA, licznych kopalń odkrywkowych surowców skalnych oraz piasku. Habilitant recenzował również artykuły do wielu wydawnictw naukowych, w tym dla wydawnictwa Springer (*Mine Water and the Environment*), MDPI (*Water*), Instytutu Mechaniki Górotworu PAN (*Archives of Mining Science*), AGH (*Górnictwo i Geoinżynieria*) oraz na Międzynarodowy Kongres Górnictwa Węgla Brunatnego.

Działalność dydaktyczną i organizacyjną Habilitanta oceniam bardzo wysoko. Spełnia ona w najwyższym stopniu kryteria pozytywnej oceny i dopuszczenia dr inż. Krzysztofa Polaka do dalszego postępowania w przewodzie habilitacyjnym.

VI. Podsumowanie i wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę przedstawione wyżej oceny dorobku naukowego oraz osiągnięcia naukowego w postaci cyklu publikacji wraz z utworem w postaci oprogramowania pt.: „Sprawność hydrauliczna oraz efektywność energetyczna studziennych systemów ujmowania wód podziemnych”, działalności dydaktycznej, osiągnięć organizatorskich i zawodowych oraz popularyzatorskich dr inż. Krzysztofa Polaka stwierdzam, że:

- po uzyskaniu w 2005 roku stopnia naukowego doktora znacząco zintensyfikował działalność naukową, co przełożyło się na ilość publikacji,
- szczególną uwagę w swej pracy naukowej poświęcił efektywności studziennych systemów odwadniania oraz problematyce odwadniania i rekultywacji kopalń odkrywkowych,
- znacząco poszerzał swoją wiedzę poprzez uczestnictwo w stażach i szkoleniach specjalistycznych w kraju i poza jego granicami,
- aktywnie uczestniczył w kongresach, sympozjach i konferencjach naukowych związanych tematycznie z górnictwem, szczególnie węgla brunatnego,
- przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe pt. „Sprawność hydrauliczna oraz efektywność energetyczna studziennych systemów ujmowania wód podziemnych” stanowi zwieńczenie wieloletnich dokonań badawczych i aplikacyjnych autora i jest istotnym wkładem w rozwój badań

nad efektywnością studni ujęciowych i odwadniających oraz przenoszenia ich rezultatów do praktyki projektowania i wykorzystywania ujęć wód podziemnych,

- gruntując swoją pozycję zawodową stał się ekspertem z zakresu hydrogeologii górniczej dla urzędów centralnych, wymiaru sprawiedliwości i administracji samorządowej oraz przemysłu,
- dokonania badawcze Habilitanta znalazły zastosowanie w wielu kopalniach odkrywkowych i na innych ujęciach wód podziemnych w kraju,
- wykazał się także ponadprzeciętnymi umiejętnościami dydaktycznymi i organizatorskimi.

W konkluzji przedstawionej recenzji stwierdzam, że dr inż. Krzysztof Polak spełnia wszystkie wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska, które są określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) oraz są zgodne z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. Nr 196 poz. 1165).

Wnioskuje zatem do Rady Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie o dopuszczenie dr. inż. Krzysztofa Polaka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego, celem nadania Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska.

J. Szepeński