

**WNIOSEK
O WSZCZĘCIE POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO**

Załącznik 2a

AUTOREFERAT

(w języku polskim)

Wiesław Bujakowski

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk
Zakład Odnawialnych Źródeł Energii i Badań Środowiskowych
ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków

Kraków, 2015

ŻYCIORYS

DANE OSOBOWE

WYKSZTAŁCENIE

tytuł magistra

1983 rok,

Magister inżynier, Specjalność: Geologia górnicza

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Wydział Geologiczno-Poszukiwawczy

Praca magisterska: „*Geologiczno-górnice warunki eksploatacji soli w kopalni „Solno” w Inowrocławiu*”

Promotor : prof. dr inż. Józef Poborski

stopień doktora

1988 rok,

Doktor nauk technicznych

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,

Wydział Geologiczno-Poszukiwawczy

Praca doktorska: pt. „*Anhydryty w złożach soli na Kujawach i ich znaczenie dla stratygrafii cechsztynu*”

Promotor: prof. dr hab. inż. Aleksander Garlicki

ZATRUDNIENIE

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią
Polskiej Akademii Nauk

Zakład Odnawialnych Źródeł Energii i Badań Środowiskowych

Pracownia Odnawialnych Źródeł Energii

31-261 Kraków, ul. Wybickiego 7

Tel.: 012 632 33 00

<https://www.min-pan.krakow.pl/>

PRZEBIEG PRACY

1983 -1987 – asystent

ZAWODOWEJ

Wydział Geologiczno-Poszukiwawczy Akademia Górniczo-Hutnicza im.
Stanisława Staszica w Krakowie, Zakład Złóż Soli i Surowców
Chemicznych

1987-1988 – pracownik robót wysokościowych w firmie „Bitgum”

1988 – do chwili obecnej – kierownik Zakładu Odnawialnych Źródeł
Energii i Badań Środowiskowych Pracownia Odnawialnych Źródeł
Energii w Instytucie Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią
Polskiej Akademii Nauk

TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

„Geologiczne, środowiskowe i techniczne uwarunkowania projektowania i funkcjonowania zakładów geotermalnych w Polsce”

ŻYCIORYS NAUKOWY

Urodziłem się 8 grudnia 1958 roku w Proszowicach, woj. małopolskie. Do szkoły podstawowej uczęszczałem w Proszowicach. W latach 1973–1978 uczęszczałem do Technikum Łączności im. Obrońców Poczty Gdańskiej w Krakowie.

Po uzyskaniu świadectwa maturalnego, studiowałem w latach 1978-1983 na Wydziale Geologiczno-Poszukiwawczym, przemianowanym następnie na Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. W trakcie studiów wybrałem specjalizację z zakresu złóż ewaporatów i surowców chemicznych. Pracę magisterską pt. „Geologiczno-górnice warunki eksploatacji soli w kopalni „Solno” w Inowrocławiu” opracowałem pod kierunkiem prof. dr inż. Józefa Poborskiego. Praca ta została oceniona jako bardzo dobra. Dyplom magistra inżyniera uzyskałem w 1983 roku. W trakcie studiów intensywnie uczestniczyłem w pracach Studenckiego Koła Naukowego Geologów pełniąc funkcję przewodniczącego Koła w latach 1982-1983. Ponadto byłem aktywnym członkiem Akademickiego Klubu Grotołazów biorąc udział w wyprawach klubowych krajowych i zagranicznych (Karpaty Rumunii) i uzyskując uprawnienia wysokościowe. Po uzyskaniu tytułu magistra inżyniera zostałem zatrudniony początkowo na stażu (jeden rok) a następnie na części etatu asystenta do roku 1987 w Zakładzie Złóż Soli i Surowców Chemicznych AGH. W tym okresie prowadziłem zajęcia ze studentami, odbyłem staże górnicze w kopalniach soli w Wieliczce i Bochni oraz prowadziłem terenowe prace badawcze związane z przygotowywaną rozprawą doktorską. Opracowałem i opublikowałem wówczas dwie publikacje naukowe dotyczące wyników prac kartograficznych wykonanych w kopalni „Solno” w Inowrocławiu (Bujakowski 1984, 1988). Do października 1988 roku byłem zatrudniony w firmie „Bitgum” wykonując roboty wysokościowe i kontynuując rozpoczętą pracę doktorską.

W roku 1988, po wykonaniu pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Aleksandra Garlickiego pracy pt. „Anhydryty w złożach soli na Kujawach i ich znaczenie dla stratygrafii cechsztynu” uzyskałem stopień doktora nauk technicznych na Wydziale Geologiczno-Poszukiwawczym AGH w Krakowie. W pracy doktorskiej przedstawiłem szczegółowe rozpoznanie pozycji stratygraficznej anhydrytów cechsztyńskich w oparciu o kilkumiesięczne badania skał wysadu solnego „Solno” w Inowrocławiu uzupełnione o badania wykonane w kopalni soli w Kłodawie oraz badania rdzeni anhydrytów pozyskanych z kilkunastu odwiertów zlokalizowanych w obszarze facji siarczanowej polskiego

cechsztynu. Opracowałem szereg map i przekrojów lokalizacji warstw anhydrytowych poszczególnych cyklotemów, dodatkowo opracowałem dokumentację fotograficzną próbek skalnych.

W październiku 1988 roku zostałem zatrudniony w Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk (obecnie Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk) początkowo w Zakładzie Geosynoptyki i Geotermii następnie w Doświadczalnym Zakładzie Geotermalnym – pełniąc funkcję zastępcy kierownika, którym był prof. dr hab. inż. Julian Sokołowski. Od 1994 roku pełnię funkcję kierownika Zakładu Energii Odnawialnej (obecnie - Zakład Odnawialnych Źródeł Energii i Badań Środowiskowych).

Od chwili zatrudnienia w IGSMiE PAN zajmuję się problematyką geotermalną. Brałem aktywny udział w pracach zespołu kierowanego przez prof. Romana Neya i prof. Juliana Sokołowskiego realizującego Centralny Program Badawczo-Rozwojowy (CPBR) i następnie Jednostkowe Przedsięwzięcie Wdrożeniowe, których celem końcowym było wykonanie pilotowego systemu geotermalnego na Podhalu. Zakład taki został uruchomiony w 1993 roku, w miejscowości Bańska Niżna na Podhalu, wykorzystując do celów energetycznych wody geotermalne ujęte dubletem eksploatacyjno-chłonnym otworów Bańska IG-1 – Biały Dunajce PAN-1. Doświadczenia zdobyte w trakcie realizacji tych prototypowych prac wykorzystałem w kolejnych pracach w zakresie rozpoznawania warunków hydrogeotermalnych a następnie zaprojektowania i wdrożenia nowych przedsięwzięć geotermalnych w innych lokalizacjach. Od 1994 roku kieruję zespołem specjalizującym się w szeroko pojętej problematyce geotermalnej. Wiedzę w tej tematyce pozyskiwałem w trakcie prac własnych, studiów literaturowych, specjalistycznych kursów, oraz uczestnicząc w wielu konferencjach krajowych i zagranicznych a także uczestnicząc w realizacji projektów badawczych krajowych i unijnych. Od 2003 roku pełnię również funkcję Redaktora Naczelnego wydawnictwa Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój.

W opracowaniu posługuję się terminem „wody geotermalne” jako równoważny z terminem „wody termalne”. Termin „woda geotermalna” jest powszechnie stosowany zagranicą „*geothermal waters*” i wskazuje naturę pochodzenia tych wód i ich walor energetyczny.

Charakterystyka osiągnięcia naukowego będącego podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego

Główne moje osiągnięcie naukowe (Dz.U. nr 84 z dnia 18 marca 2011 r., poz. 455, art. 16, ust. 2, pkt.1), po uzyskaniu stopnia doktora, stanowiące wkład w rozwój geotermii, zawarte jest w monografii mojego autorstwa pt. „**Geologiczne, środowiskowe i techniczne uwarunkowania projektowania i funkcjonowania zakładów geotermalnych w Polsce**” (Bujakowski, 2015). Jej treścią

jest prezentacja wieloaspektowych zadań stojących przed geologami i projektantami na różnych etapach prowadzenia badań, projektowania i eksploatacji złóż wód i późniejszych systemów geotermalnych. W swojej działalności naukowej i wdrożeniowej wyróżniłem cztery główne obszary badań od rozpoznania możliwości występowania zbiorników wód geotermalnych po monitorowanie przebiegu ich eksploatacji. W tych też obszarach skupiają się moje dokonania publikacyjne i wdrożeniowe, poczynsz od 1988 roku. Przedstawiona monografia jest zatem podsumowaniem moich dokonań badawczych i aplikacyjnych.

DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA

Od początku drogi naukowej po doktoracie, tj. od 1988 roku, przedmiotem moich zainteresowań badawczych były wody geotermalne. Swoje zaangażowanie badawcze poświęciłem przede wszystkim problematyce badawczo – rozwojowej w obszarze rozpoznania i zagospodarowania wód geotermalnych.

Główne obszary moich zainteresowań naukowych dotyczą czterech podstawowych etapów badawczych związanych z realizacją przedsięwzięcia geotermalnego, są to:

- 1 Obszar badań – Etap rozpoznawczo-analityczny** (analizy dotyczące wskazania i oceny stref perspektywicznych)
- 2 Obszar badań – Etap projektowania oraz wykonania ujęcia wód geotermalnych** (analizy dotyczące optymalizacji warunków eksploatacji)
- 3 Obszar badań – Etap projektowania części powierzchniowej instalacji geotermalnej** (badania doboru efektywnej technologii wykorzystania wód geotermalnych)
- 4 Obszar badań – Etap funkcjonowania systemu geotermalnego** (badania czynników i zjawisk wpływających na ekonomiczne i technologiczne parametry instalacji geotermalnych)

Poniżej zostały scharakteryzowane i przypisane wymienionym obszarom badawczym opracowane przez mnie: ważniejsze materiały opublikowane (wybrane z ogólnej liczby 159 – zestawione chronologicznie w Załączniku 2c - „Zbiorcze Zestawienie Publikacji w latach 1984 – 2015”), projekty międzynarodowe (6), projekty krajowe (18) oraz kilkanaście nieopublikowanych materiałów-ekspertyz i dokumentacji (wybrane z ponad 200 znajdujących się w Archiwum IGSMiE PAN).

1 Obszar Badań - Etap rozpoznawczo-analityczny obejmuje prace związane z badaniami i analizami dotyczącymi warunków geotermalnych o różnej szczegółowości rozpoznania: w skali makroregionalnej, krajowej, regionalnej oraz w skali lokalnej. Wyniki tych prac odnoszące się do tego zakresu badań zawarte zostały w 54 pracach opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego

doktora, w tym m.in. w 4 artykułach w czasopismach z Listy Filadelfijskiej, 8 monografiach i 3 rozdziałach w książkach. Do tego obszaru zaliczam prace badawcze zrealizowane w ramach projektów międzynarodowych (1) i krajowych (7), we wszystkich uczestniczyłem jako wykonawca zadań badawczych a w pięciu z nich byłem ponadto kierownikiem projektu.

Poniżej przytaczam artykuły z czasopism znajdujących się na Liście Filadelfijskiej oraz monografie dotyczące tej problematyki.

- ▶ Bujakowski W., Barbacki A., 2004 – „Potential for geothermal development in Southern Poland” Elsevier Ltd., Geothermics 33, p.383-395 (*in English*)
- ▶ Bujakowski W., Barbacki A., Czerwińska B., Pająk L., Pussak M., Stefaniuk M., Trzeźniowski Z., 2010 – „Integrated seismic and magnetotelluric exploration of the Skierniewice, Poland, geothermal test site” Geothermics 39, p. 78-93 (*in English*)
- ▶ Bujakowski W., Barbacki A., Miecznik M., Pająk L., Skrzypczak R., Sowizdzał A., 2015 – “Modelling geothermal and operating parameters of EGS installations in the lower triassic sedimentary formations of the central Poland area”. Renewable Energy 80, 441-453 (*in English*)
- ▶ Pussak M., Bauer K., Stiller M., Bujakowski W., 2014 – Improved 3D seismic attribute mapping by CRS stacking instead of NMO stacking: Application to a geothermal reservoir in the Polish Basin. Journal of Applied Geophysics 103, pp. 186 -198 (*in English*)
- ▶ Barbacki A., Bujakowski W., Pająk L., 2006 – „Atlas zbiorników wód geotermalnych małopolski”, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 74 str.
- ▶ Bujakowski W., (red), 2009 – Barbacki A., Bujakowski W., Czerwińska B., Hołojuch G., Stefaniuk M., Trzeźniowski Z., – „Opracowanie i testy zintegrowanej metodyki prac seismo-magnetotellurycznych w aspekcie rozpoznania przestrzennego wglębnej budowy geologicznej dla wskazania optymalnej lokalizacji otworów geotermalnych” Wyd. Revel, Kraków, 164 str.
- ▶ Bujakowski W., (red.), 2003a – Bujakowski W., Czerwiński T., Garlicki A., Jarzyna J., Mularz S., Tarkowski R., – Termiczna charakterystyka górotworu w rejonie wysadów solnych. IGSMiE PAN, Kraków, 136 str.
- ▶ Bujakowski W., (red.), 2005 – Bujakowski W., Barbacki A., Grzybek A., Hołojuch G., Pająk L., Skoczek A., Skrzypczak S., Skrzypczak M., – „Odnawialne źródła energii i możliwości ich wykorzystania na obszarach nieprzemysłowych województwa śląskiego”. IGSMiE PAN, str.75

- ▶ Bujakowski W., (red.), 2007 – Barbacki A., Bujakowski W., Chowaniec J., Górka A., Mularz S., Oszczypko N., Pająk L., Pyka K., – „Rozpoznanie geotermicznej anomalii w strefie nasunięcia karpackiego w rejonie Tarnów-Łękawica”, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 167 str.
- ▶ Bujakowski W., (red.), 2014 – Bujakowski W., Barbacki A., Bielec B., Hołojuch G., Kasztelewicz A., Kępińska B., Lankof L., Miecznik M., Mierzwa E., Pająk L., Skrzypczak R., Tomaszewska B., – „Studium rozpoznania i zagospodarowania lokalnych zasobów OZE Lokalnej Grupy Działania „BUD-UJ RAZEM”. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 102 str.
- ▶ Bujakowski W., Tomaszewska B., (red.) 2014 – „Atlas wykorzystania wód termalnych do skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepłej w układach binarnych w Polsce” Wyd. „Jak”, Kraków, 307 str.
- ▶ Wójcicki A., Sowizdżał A., Bujakowski W., (red.) 2013 – „Ocena potencjału, bilansu cieplnego i perspektywicznych struktur geologicznych dla potrzeb zamkniętych systemów geotermicznych (Hot Dry Rocks) w Polsce”. PIG-PIB, Warszawa, 243 str.

W tym etapie badawczym moje zaangażowanie dotyczyło głównie wskazania stref perspektywicznych i oceny warunków hydrogeotermalnych. Byłem autorem i współautorem w zespole badaczy z IGSMiE PAN prac wykonanych dla obszaru województwa małopolskiego, śląskiego, podkarpackiego, rejonu piotrkowskiego oraz bardzo wielu konkretnych lokalizacji na poziomie gmin i powiatów. Mój udział obejmował analizy występujących formacji geologicznych w aspekcie ich cech zbiornikowych i potencjału energetycznego możliwego do wykorzystania głównie w sposób bezpośredni (zagospodarowanie ciepła). Taki sposób zagospodarowania energii geotermalnej był i jest realizowany w polskich warunkach geologicznych w kilkunastu lokalizacjach gdzie w większości zostały wykorzystane wyniki powyższych badań. Szczególnie chciałbym podkreślić badania, przeprowadzone głównie we współpracy z dr hab. inż. A. Barbackim, dotyczące rozpoznania warunków hydrogeotermalnych w skali regionalnej, wykonane dla województwa krakowskiego. Efektem tych prac było opracowanie i wydanie „*Atlasu zbiorników wód geotermalnych małopolski*” (Barbacki, Bujakowski, Pająk 2006), który jest opracowaniem dedykowanym środowiskom naukowym ale także władzom samorządowym i potencjalnym inwestorom. Zestawione informacje o potencjale geotermalnym występujących tu zbiorników hydrogeotermalnych, które przedstawiono także w formie zwartej monografii (Bujakowski, Barbacki, Pająk 2003), umożliwiają podejmowanie wstępnej decyzji o rozpoczęciu procesu realizacji przedsięwzięcia geotermalnego. Wyniki prac badawczych z regionu małopolskiego, były przedmiotem także kilku innych publikacji. Do ważniejszych pozycji mogę zaliczyć artykuł „*Potential for geothermal development in Southern Poland*” (Bujakowski, Barbacki, 2004) opublikowany w czasopiśmie *Geothermics*, znajdującym się na

Liście Filadelfiskiej. Artykuł cytowano 10 razy wg Web of Science. Ponadto w ramach współpracy z Instytutem Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, byłem autorem opracowania rozdziału książki „Środowisko przyrodnicze Krakowa. Zasoby-Ochrona-Kształtowanie” (Baścik M., Degórska B. (red.) 2015).

Spośród projektów badawczych, w których uczestniczyłem jako Kierownik projektu i Wykonawca, w tym etapie rozpoznawczo-analitycznym, zrealizowałem (wspólnie z zespołem moich współpracowników z IGSMiE PAN) następujące projekty:

1. Międzynarodowy Projekt Badawczy w ramach 6PR UE: I-GET, *Integrated Geophysical Exploration Technologies for deep fractured geothermal systems/Zintegrowana technologia eksploracji geofizycznej głębokich i spękanych systemów geotermalnych (akronim I-GET)*. Realizacja w latach 2005–2009. Kontrakt Nr 518378 (SES6). Byłem Kierownikiem polskiej części projektu i Wykonawcą zadań badawczych.
2. Projekt badawczy zamówiony przez MNiSW i finansowany przez Komitet Badań Naukowych Nr 8T12B03121 : *Termiczna charakterystyka górotworu w rejonie wysadów solnych*. Realizacja w latach 2001– 2003. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.
3. Projekt badawczy finansowany przez Komitet Badań Naukowych Nr 4T12B04928: *Rozpoznanie geotermicznej anomalii w strefie nasunięcia karpackiego w rejonie Tarnów – Łękawica*. Realizacja w latach 2005 – 2007. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.
4. Projekt badawczy zamawiany przez Ministerstwo Środowiska, Umowa nr 103/2008/Wn-06/FG-GO-TX/D: *Opracowanie i testy zintegrowanej metodyki prac sejsmomagnetotellurycznych w aspekcie rozpoznania przestrzennego wgłębnej budowy geologicznej dla wskazania optymalnej lokalizacji otworów geotermalnych*. Realizacja w latach 2008-2009. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.
5. Projekt badawczy Nr 122/20/Wn-07/FG-GO-TX/D: *Ocena potencjału, bilansu cieplnego i perspektywicznych struktur geologicznych dla potrzeb zamkniętych systemów geotermicznych (Hot Dry Rocks) w Polsce*. Projekt realizowany przez konsorcjum: PIG-PIB (lider projektu), IGSMiE PAN, AGH, PBG Sp. z o.o., na zamówienie Ministerstwa Środowiska za środki NFOŚiGW. Realizacja w latach 2010 – 2013. Kierownik Projektu: Adam Wójcicki. Byłem Kierownikiem części projektu realizowanej przez IGSMiE PAN i Wykonawcą zadań badawczych.

6. Projekt badawczy Nr 398/2011/Wn-06/FG-hg-th/D: *Wykorzystanie wód termalnych do skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepłej przy zastosowaniu układów binarnych w Polsce*. Projekt realizowany przez konsorcjum: IGSMiE PAN (lider projektu), PIG-PIB, AGH na zamówienie Ministerstwa Środowiska ze środków NFOŚiGW. Realizacja w latach 2011 – 2014. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.

Oprócz tego w ramach realizacji dwóch projektów zostałem zaproszony dla opracowania rozdziałów w monografiach, były to:

1. Projekt badawczy Nr 95/2009/Wn-06/FG-hg-tx/D: *Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Zachodnich*. Projekt realizowany przez konsorcjum: AGH (lider projektu), PIG-PIB, UJ, IGSMiE PAN, Geofizyka Kraków Sp. z o.o., PGNiG S.A., na zamówienie Ministerstwa Środowiska za środków wypłaconych przez NFOŚiGW. Realizacja w latach 2009 – 2011. Kierownik Projektu: Prof. Wojciech Górecki. Byłem Wykonawcą zadań badawczych.
2. Projekt badawczy MNiSW Nr 646/N-UKRAINA/2010/O: *Analiza i ocena zasobów wód i energii geotermalnej oraz stref perspektywicznych na obszarze transgranicznym Karpat wschodnich oraz ich wykorzystanie w sektorze energetycznym dla celów technologicznych, w rolnictwie, balneoterapii i rekreacji*. AGH (lider projektu), PIG-PIB, UJ, IGSMiE PAN, Geofizyka Kraków Sp. z o.o., PGNiG S.A. Realizacja w latach 2010 – 2013. Kierownik Projektu: Prof. Wojciech Górecki. Byłem Wykonawcą zadań badawczych.

W naszym kraju do chwili obecnej energetyczne wykorzystanie wód geotermalnych jest realizowane do celów grzewczych (tzw. sposób bezpośredni), jednakże podejmowane są również próby wykorzystania tej energii do celów generacji energii elektrycznej (tzw. sposób pośredni). Mają one jak dotąd zakres studialny. W ramach prac badawczych dotyczących tej problematyki nasz zespół został zaproszony do współpracy w ramach konsorcjum PIG-PIB (lider), AGH, PBG dla realizacji projektu badawczego pn. „*Ocena potencjału, bilansu cieplnego i perspektywicznych struktur geologicznych dla potrzeb zamkniętych systemów geotermicznych (Hot Dry Rocks) w Polsce*”. W trakcie przygotowywania wniosku zaproponowałem opracowanie studium dotyczącego możliwości wdrożenia technologii HDR w utworach krystalicznych Polski. Ten typ skał jest najbardziej rokujący w kontekście produkcji energii elektrycznej poprzez zastosowanie technologii HDR. Wyniki prac zostały opublikowane w monografii (Wójcicki, Sowiżdżał, Bujakowski, (red.) 2013) oraz m.in. w Przeglądzie Geologicznym (Bujakowski, Barbacki, Skrzypczak 2013, Bujakowski, Barbacki, Skrzypczak, Kasztelewicz 2012). Mój wkład dotyczył określenia programu i metodyki prac badawczych oraz analizy warunków geologiczno – geotermalnych badanego rejonu Sudetów.

Wytwarzanie energii elektrycznej z wykorzystaniem energii geotermalnej było celem także kolejnego projektu badawczego, którego byłem inicjatorem i kierownikiem. Projekt finansowany ze środków Ministerstwa Środowiska pn. „Wykorzystanie wód termalnych do skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepłej przy zastosowaniu układów binarnych w Polsce” zrealizowany został przez konsorcjum: IGSMiE PAN (lider projektu), PIG-PIB, AGH. Opracowałem kompleksowy program prac badawczych projektu i kierowałem jego realizacją przez poszczególnych wykonawców koordynując merytorycznie poszczególne zadania. Efektem było opracowanie i wydanie „Atlasu wykorzystania wód termalnych do skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepłej w układach binarnych w Polsce” (Bujakowski, Tomaszewska (red.) 2014).

Na szczególne podkreślenie mojego wkładu w rozwój obszaru badawczego dotyczącego rozpoznania warunków hydrogeotermalnych zasługuje moim zdaniem zorganizowanie i przeprowadzenie badań zbiorników wód geotermalnych w rejonie Łowicza. Prace zrealizowane zostały ze środków 6 Programu Ramowego UE w ramach projektu pn. „Integrated Geophysical Exploration Technologies for deep fractured geothermal systems-(I-GET)” oraz Ministerstwa Środowiska pn. „Opracowanie i testy zintegrowanej metodyki prac sejsmo-magnetotellurycznych w aspekcie rozpoznania przestrzennego głębokiej budowy geologicznej dla wskazania optymalnej lokalizacji otworów geotermalnych”, którymi to projektami kierowałem ze strony polskiej. Głównym celem badań w rejonie miasta Łowicz było opracowanie i przetestowanie nowej metodyki rozpoznawania, w skali szczegółowej, budowy geologicznej górotworu dla wskazania stref optymalnych dla lokalizacji geotermalnego otworu wiertniczego. Sytuowanie otworów wiertniczych bez szczegółowego rozpoznania przestrzennej budowy geologicznej kolektora wód geotermalnych obarczone jest ryzykiem ekonomicznym związanym z wykonaniem „nietrafionych” otworów, tak w odniesieniu do spodziewanej temperatury jak i wydajności wód geotermalnych. Uczestnictwo strony polskiej w międzynarodowym zespole wykonawców projektu “I-GET” poprzedzone było procesem wielu analiz merytorycznych i programowych, którym ze strony polskiej osobiście przewodziłem. W efekcie uzyskaliśmy status pola testowego dla opracowywanej technologii w rejonie Łowicza (otwór Kompina 2) obok trzech, wiodących w problematyce geotermalnej, pól badawczych tj.: Travale (Włochy), Groß Schönebeck (Niemcy) i Hengill (Islandia). Wagę naukową problemu i naszą pozycję w tym projekcie przedstawiłem na szczeblu rządowym i w efekcie tych działań Ministerstwo Środowiska uruchomiło program naukowy umożliwiający przeprowadzenie zaplanowanych prac sejsmicznych i magnetotellurycznych w pełnym zakresie opracowanej metodyki. W realizacji tych programów ściśle współpracowałem z geofizykami, w zakresie sejsmiki z mgr inż. Barbarą Czerwińską i w zakresie magnetotelluryki z dr hab. inż. Michałem Stefaniukiem. Wyniki przeprowadzonych badań zostały opublikowane m.in. w wymienionych powyżej; monografii pod moją redakcją i współautorstwie (Bujakowski (red.), 2009)

oraz w czasopismach znajdujących się na Liście Filadelfijskiej: *Geothermics* (Bujakowski, Barbacki, Czerwińska, Pająk, Pussak, Stefaniuk, Trześniowski, 2010) – cytowany 12 razy wg bazy Web of Science i *Journal of Applied Geophysics* (Pussak, Bauer, Stiller, Bujakowski, 2014).

Opracowana technologia badań, dotycząca rozpoznawania optymalnych lokalizacji dla usytuowania otworu geotermalnego w systemach szczelinowych, była wykorzystana do realizacji prac badawczych m.in. dla rejonu Nysy (Praca zbiorowa pod kierunkiem W. Bujakowskiego, 2010b – Ocena warunków geotermalnych na podstawie badań geofizycznych – magnetotellurycznych oraz termiki podłoża w wyznaczonym rejonie badań na terenie miasta Nysa. Arch. UG Nysa i IGSMiE PAN) oraz dla rejonu Łowicza (Praca zbiorowa pod kierunkiem W. Bujakowskiego, 2009f – Projekt prac geologicznych w celu poszukiwania i rozpoznania zasobów wód termalnych w rejonie Łowicza. Arch. Real Estate Kaźmierscy Sp. J. i IGSMiE PAN). Pracami tymi kierowałem i byłem współautorem tych dokumentacji w zakresie oceny warunków geologiczno – geotermalnych w analizowanych lokalizacjach.

Zagadnienie rozpoznania warunków geotermicznych w szczególnym aspekcie badań anomalii termicznych było przedmiotem dwóch innych projektów badawczych, które zainicjowałem i którymi kierowałem. Obydwa projekty były finansowane przez Komitet Badań Naukowych MNiSW. Jeden dotyczył badań górotworu w rejonie wysadów solnych w aspekcie przestrzennego rozkładu parametrów termicznych a celem drugiego było rozpoznanie i stwierdzenie potencjalnej geotermicznej anomalii rejestrowanej w trakcie wiercenia otworów naftowych w strefie nasunięcia karpackiego. W obydwu projektach metodyka badawcza była zbliżona i obejmowała: badania teledetekcyjne z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych i lotniczych, badania i pomiary powierzchniowe spektrometryczne i kamerą termowizyjną oraz badania geofizyczne m.in. sejsmiczne, geoelektryczne, magnetotelluryczne i grawimetryczne. Badania uzupełniono o dane geologiczne i wiertnicze pochodzące z, odpowiednio: obszaru kopalni soli „Góra” i złoża naftowego „Tarnów-Łękawica”. Wyniki przeprowadzonych badań, których byłem współautorem, przedstawiono w dwóch monografiach pod moją redakcją (Bujakowski (red.) 2003 i 2007).

2 Obszar badań - Etap projektowania oraz wykonania ujęcia wód geotermalnych obejmuje zakres prac od opracowania założeń dla metodyki badawczych prac geologicznych, testów hydrogeotermalnych ustalających parametry wód podziemnych - po opracowanie optymalnej technologii ujęcia wód. Wiedza o systemie geotermalnym, niezbędna w tym etapach rozwoju projektu, obejmuje dane dotyczące:

- budowy geologicznej złoża geotermalnego i jego otoczenia,
- gabarytów i kształtu zbiornika,
- zasobów cieczy oraz energii,

- parametrów złożowych oraz przewidywalnej stabilności ich wartości w długim okresie czasu (tzw. żywotność zasobów),
- właściwości skał zbiornikowych (chemiczne, fizyczne itd.),
- właściwości cieczy złożowych (chemiczne, fizyczne),
- technicznej budowy odwiertu oraz stanu jego elementów (rury, filtr, głowica).

W tym zakresie badań byłem autorem, współautorem i redaktorem wielu opublikowanych artykułów oraz nieopublikowanych dokumentacji znajdujących się w archiwum IGSMiE PAN. Spośród mojego dorobku naukowego, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, do niniejszego obszaru badawczego zaliczyłem opublikowane 21 pozycje literaturowe w tym 20 artykułów oraz 1 monografię. Poniżej przytoczyłem wybrane pozycje z mojego dorobku oraz 4 projekty krajowe w których pełniłem rolę kierownika (3 projekty) i wykonawcy, których tematyka odnosiła się do tego obszaru badawczego:

- ▶ Bujakowski W. (red.), 2000 – „Wybrane problemy wykorzystania geotermii – część 1”, Barbacki A., Bujakowski W., Graczyk S., Hołojuch G., Kazanowska A., Kępińska B., Pająk L., Uliaż-Misiak B., – „Rekonstrukcja otworu Mszczonów IG-1 na potrzeby eksploatacji złoża geotermalnego do systemu grzewczego” Studia Rozprawy Monografie nr 76, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, str. 63-106
- ▶ Bujakowski W., 2000a – “The first in Poland reconstruction of deep well Mszczonów IG-1 to heating targets” World Geothermal Congress 2000, Japonia
- ▶ Bujakowski W., 2000b – “A projected programme for research into a water bearing horizon serving as a heat source for a geothermal plant”, In: 8th International Energy Forum - Energy 2000, Las Vegas, 23-28.07.2000, pp. 421-426
- ▶ Bujakowski W., 2000g – „The cascaded system of utilising low-temperature geothermal waters for heating and consumptive purposes” W: 8th International Energy Forum – Energy 2000, Las Vegas, 23-28.07.2000, pp. 435-447
- ▶ Bujakowski W., 2001a – „Ocena poziomu wodonośnego cenomanu w aspekcie jego wykorzystania w ciepłownictwie na obszarze województwa Małopolskiego” Czasopismo Techniczne, nr 66-71, str.1-9
- ▶ Bujakowski W., 2015 – „Rekonstrukcja odwiertu Mszczonów IG-1 na tle innych, wybranych rekonstrukcji otworów geotermalnych”. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1/2015, str. 17-36
- ▶ Bujakowski W., Balcer M., Bielec B., 2013a – Porównawczy obraz produktywności poziomu wodonośnego na podstawie badań zestawem sond PL i sonda MIT 60 na przykładzie

odwiertu geotermalnego Mszczonów IG-1. Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1/2013, str. 73-82

- ▶ Bujakowski W., Balcer M., Bielec B., 2013b – Ocena zmian stanu technicznego rur okładzinowych w trakcie wieloletniej eksploatacji odwiertu geotermalnego Mszczonów IG-1. Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1/2013, str. 83-90
- ▶ Bujakowski W., Barbacki A.P., Skrzypczak R., Kasztelewicz A., 2012 – Planowane wiercenie badawcze w Karkonoszach dla potrzeb modelowania termicznego systemów gorących suchych skał (HDR). Przegląd Geologiczny vol. 60, nr 4, str. 199 – 205
- ▶ Bujakowski W., Pająk L., Tomaszewska B., Hołojuch G., Łuszczewski J., 2014 – „Otworowy wymiennik ciepła”. Zgłoszenie Patentowe nr 401721. Biuletyn Urzędu Patentowego Nr 11 (1054), 29 str
- ▶ Bujakowski W., Wojnarowski P., 2005 – „Recent Studies of the Low Cretaceous Geothermal Reservoir in Mszczonów, Poland”. World Geothermal Congress 2005 Turcja
- ▶ Pająk L., Bujakowski W., 2000 – „Efektywność wykorzystania istniejących głębokich odwiertów wiertniczych jako wymienników ciepła wykorzystujących energię geotermiczną”. W: Bujakowski W. (red.), „Wybrane problemy wykorzystania geotermii – część 1” Studia Rozprawy Monografie nr 76, Wyd. IGSMiE PAN, str. 5-62
- ▶ Sokołowski J., Długosz P., Bujakowski W., 1994a – „Stan obecny i program wykorzystania energii geotermalnej na Podhalu”. Mat. Konferencyjne pn. „Obecny stan środowiska i program ekorozwoju Tatr, Podhala, Spisza, Orawy, Pienin i Gorców”. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków
- ▶ Sokołowski J., Długosz P., Bujakowski W., 1994b – „Ekologiczne korzyści wykorzystania wód geotermalnych na Podhalu”. Mat. Konferencyjne pn. „Obecny stan środowiska i program ekorozwoju Tatr, Podhala, Spisza, Orawy, Pienin i Gorców”. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków 1994

W tematyce badawczej związanej z projektowaniem i wykonaniem ujęcia wód geotermalnych mieszczą się zadania badawcze następujących projektów naukowych, w których uczestniczyłem:

1. Projekt zamawiany przez UPNTiW Nr. 595/89: *Doświadczalny Zakład Geotermalny Biały Dunajec będący częścią planowanego Zakładu Geotermalnego GT-1 na Podhalu*. Jednostkowe Przedsięwzięcie Wdrożeniowe. Realizacja w latach 1990-1993 r. Kierownik Projektu: Prof. dr hab. inż. Julian Sokołowski, byłem zastępcą Kierownika Projektu i wykonawcą zadań badawczych.

2. Projekt celowy: *Pilotowa stacja eksploatacji ciepła ze zrekonstruowanego otworu Mszczonów IG-1*. Umowa z MNiSW. Realizacja w latach 1996-1999. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.
3. Projekt badawczy na zamówienie MNiSW i finansowany przez Komitet Badań Naukowych Nr 9T12B04114: *Efektywność wykorzystania istniejących odwiertów wiertniczych jako wymienników ciepła geotermalnego*. Realizacja w latach 1998 - 1999. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.
4. Projekt celowy Nr 9T12B023C99/4451 : *Kaskadowy system wykorzystania niskotemperaturowej wody geotermalnej dla celów ciepłowniczych i konsumpcyjnych w rejonie Słomnik*. Realizacja w latach 1999-2003. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.

Problematyka badawcza związana z wykonaniem efektywnego ujmowania wód geotermalnych, ujęta w moim dorobku naukowym dotyczyła kilku głównych aspektów tj. optymalizacji konstrukcji nowych odwiertów, badań stanu technicznego elementów pracującego odwiertu oraz oceny możliwości wykorzystania starych odwiertów jako wglębnych wymienników ciepła lub jako ujęć wód złożowych (po procesie rekonstrukcji). Analizy badawcze tych czynników mają szczególnie silny wpływ na wdrożenie i właściwy sposób eksploatacji. Takie badania miały miejsce w trakcie budowy pierwszej w Polsce instalacji geotermalnej na Podhalu. Jako zastępca kierownika zakładu, którym był prof. Julian Sokołowski, odpowiadałem za koordynację badawczych prac geologicznych, wiertniczych i technicznych w trakcie wiercenia otworów: Bańska IG-1, Biały Dunajec PAN-1, Furmanowa PIG-1 i Poronin PAN-1. Pozytywne wyniki prac geologicznych były podstawą uzyskania przez IGSMiE PAN finansowania programu *pn. Doświadczalny Zakład Geotermalny Biały Dunajec będący częścią planowanego Zakładu Geotermalnego GT-1 na Podhalu*, ze środków centralnych przeznaczonych na naukę. W efekcie został uruchomiony pierwszy w kraju zakład geotermalny, w którym zachodził proces wydobywania i zatłaczania wód złożowych a pozyskana energia cieplna była wykorzystywana do ogrzewania domów. Proces ten jakkolwiek obecnie wydaje się być wręcz banalnym, wówczas był przedmiotem wielu dyskusji i krytyki zarówno w obszarze sposobu eksploatacji złoża jak i sensowności energetycznej i ekonomicznej na poziomie odbiorcy energii (byłem uczestnikiem tego typu spotkań jako jeden z odpowiedzialnych za całe przedsięwzięcie zarówno na szczeblu lokalnym jak i centralnym). Opracowano wówczas szereg dokumentacji i kilka publikacji (m.in. Sokołowski, Długosz, Bujakowski, 1994a, b).

Inny obszar badawczy, w którym szczególnie chciałbym podkreślić moje zaangażowanie dotyczył procesu rekonstrukcji starych odwiertów. Tematyka ta była głównym celem realizowanego, pod

moim kierownictwem naukowym, projektu celowego pn. „*Pilotowa stacja eksploatacji ciepła ze zrekonstruowanego otworu Mszczonów IG-1*”. Projekt ten dotyczył prekursorskiego w skali naszego kraju zadania, którego celem naukowym było przystosowanie do pracy w zakładzie geotermalnym starego (z 1977 roku), od ponad 20 lat całkowicie zlikwidowanego, odwiertu. Byłem inicjatorem tego zadania przygotowując program badań i wnioski o finansowanie prac ze środków Komitetu Badań Naukowych. Wnioskodawcą była Gmina Mszczonów merytorycznie reprezentowana przez Marka Balcera (Prezesa Geotermii Mazowieckiej S.A.) a IGSMiE PAN, który reprezentowałem, był realizatorem części badawczej. W efekcie w granicy przyznaných środków doprowadzono do odtworzenia pełnej sprawności odwiertu, który bezawaryjnie funkcjonuje do dnia dzisiejszego. Pod moim nadzorem merytorycznym prowadzony jest obecnie monitoring zarówno stanu strefy ujęcia wód z poziomu kredy dolnej (głównie zestawem sond Production Log) jak i stanu technicznego orurowania (m.in. średnicomierz MIT i cementomierz). Wyniki prac były publikowane i prezentowane w kraju i za granicą m.in. na Światowych Kongresach Geotermalnych (wybrane pozycje zamieszczono powyżej).

Problem rekonstrukcji starego odwiertu był również przedmiotem badań na otworze Poręba Wielka IG-1 zlokalizowanym na obszarze Karpat Zewnętrznych. W tym przypadku kierowałem zespołem wykonawców projektu. Mój udział dotyczył opracowania programu badań ukierunkowanych na diagnozę możliwości wykorzystania odwiertu wykonanego w 1975 roku uwzględniając stan techniczny otworu i strefy złożowej oraz współpracy w interpretacji wyników badań. Przeprowadzone badania i prace wiertnicze oraz badania geofizyki otworowej umożliwiły uzyskanie sprawnego ujęcia wód geotermalnych i udokumentowanie zasobów eksploatacyjnych. Obecnie prowadzone są prace projektowe i wykonawcze obiektów zagospodarowania wody geotermalnej do celów rekreacyjno-leczniczych.

W roku 2000 podjąłem ,wspólnie z dr inż. Leszkiem Pająkiem z IGSMiE PAN, temat badawczy którego celem była ocena możliwości wykorzystania głębokich odwiertów jako wymienników ciepła, bez poboru wód podziemnych. Uzyskaliśmy akceptację finansowania wniosku badawczego pn. *Efektywność wykorzystania istniejących odwiertów wiertniczych jako wymienników ciepła geotermalnego*. Mój udział dotyczył głównie analizy warunków geologiczno-geotermicznych w wytypowanych (do modelowania przepływu ciepła) rejonach naszego kraju. Wyniki przedstawiliśmy w publikacji (Pająk, Bujakowski 2000). Opracowany program i wyniki zostały wykorzystane w badaniach nad wykorzystaniem negatywnego, głębokiego odwiertu Czarny Potok GT-1 w Krynicy. Efektem tego zadania było opracowanie Zgłoszenia Patentowego nr 401721 (ujętego w bazie Web of Science – Bujakowski, Pająk, Tomaszewska, Hołojuch, Łuszczewski 2014). Mój wkład,

oprócz kierowania zespołem, dotyczył opracowania programu badań oraz współpracy w opracowaniu modelu konstrukcji węgłnego wymiennika i metody jego implementacji w odwiercie.

Realizacja kolejnego projektu celowego pn. *Kaskadowy system wykorzystania niskotemperaturowej wody geotermalnej dla celów ciepłowniczych i konsumpcyjnych w rejonie Słomnik*, obejmowała dwa obszary tematyczne. Jeden dotyczył wykonania ujęcia niskotemperaturowych wód podziemnych a drugi rozwiązań powierzchniowego zagospodarowania ciepła i wód (związany z 3 Obszarem badań opisanym poniżej). Celem naukowym projektu było przeprowadzenie badań na zbiorniku wód kredy górnej – cenomanu w konkretnej lokalizacji. Zbiornik ten w szerszej skali był dobrze rozpoznany otworami naftowymi i został wytypowany jako jeden z ważniejszych do zagospodarowania energii geotermalnej w ramach badań dotyczących rozpoznania warunków geotermalnych południowej Polski (woj. małopolskie i świętokrzyskie). W ramach prac badawczych projektu opracowano i wdrożono program badań i prac geologicznych w efekcie których wykonanym odwiertem Słomniki GT-1, udostępniono i udokumentowano zasoby wód z horyzontu wodonośnego cenomanu, których temperatura wynosiła 17°C (formalnie nie są to zatem wody termalne). Mój udział w tym etapie projektu dotyczył opracowania programu badań, projektu konstrukcji ujęcia i analizy warunków geologicznych. Wyniki były prezentowane w publikacjach oraz na konferencjach i kongresach zagranicznych (wybrane pozycje zamieściłem powyżej).

Do tego obszaru badań zaliczam także wiele dokumentacji opracowanych pod moim kierunkiem w IGSMiE PAN, które nie były opublikowane (wybrane zostały zestawione w Załączniku 3 do Wniosku Habilitacyjnego a 60 z nich zamieściłem w Dodatku w Monografii - Bujakowski W., 2015a). Dotyczyły one m.in. ekspertyz, dokumentacji zasobowych oraz projektów ujęć geotermalnych nowych odwiertów geotermalnych i projektów rekonstrukcji starych odwiertów. Przykładowo prace takie wykonano np.: dla Podhala otworu Bańska PGP-1 (Praca zbiorowa pod kier. W. Bujakowskiego 1995), dla Słomnik - otworu Słomniki GT-1 (Praca zbiorowa pod kier. W. Bujakowskiego 2000), dla Polany Szymoszkowej – otwór Szymoszkowa GT-1 (Praca zbiorowa pod kier. W. Bujakowskiego 2005d), dla Wierzchosławic (Praca zbiorowa pod kier. W. Bujakowskiego 2009e,g), dla Nysy (Praca zbiorowa pod kier. W. Bujakowskiego 2011c,d). Istniejące odwierty były przedmiotem Projektów Robót Geologicznych lub programów dotyczących prac rekonstrukcyjnych. Wykonano je w IGSMiE PAN pod moim kierownictwem m.in. dla Mszczonowa, dla Skierniewic (Praca zbiorowa pod kier. W. Bujakowskiego 2005c), dla Łowicza (Praca zbiorowa pod kier. W. Bujakowskiego 2009f), dla Poręby Wielkiej (Praca zbiorowa pod kier. W. Bujakowskiego 2010c), Krynicy (Praca zbiorowa pod kier. W. Bujakowskiego 2013b).

3 Obszar badań - Etap projektowania części powierzchniowej instalacji geotermalnej. Ten obszar badań obejmuje analizy, których celem jest synchronizacja parametrów geotermalnego źródła energii i potencjalnego odbiorcy. W tym zakresie byłem autorem i współautorem prac opublikowanych i nieopublikowanych znajdujących się w archiwum IGSMiE PAN. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora opublikowałem 26 pozycji literaturowych w tym 25 artykułów, posterów i doniesień naukowych oraz 1 rozdział w książce. Poniżej przytoczyłem wybrane pozycje z mojego dorobku oraz 3 projekty krajowe, w których pełniłem rolę kierownika i wykonawcy zadań badawczych, których tematyka odnosiła się do tego obszaru badawczego:

- ▶ Bujakowski W., 2000a – “The pilot project of a geothermal heat recuperation cascade system for fish and vegetable breeding, the PAS MEERI Geothermal Laboratory (Podhale region, Poland)” W: Proceedings WGC 2000, Japonia
- ▶ Bujakowski W., 2001 – „Odzysk ciepła z wód kopalnianych KWK „Nowa Ruda” do hodowli suma afrykańskiego” Czasopismo Techniczne, nr 66-71, p.9-17
- ▶ Bujakowski W., 2006 – „Selektywne wykorzystanie energii geotermalnej”. Przegląd Górniczy Nr.4, str. 34-38
- ▶ Bujakowski W., Barbacki A., Długosz P., Graczyk., Hołojuch G., Kazanowska A., Kępińska B., Ney R., Pająk L., Tarkowski R., Uliasz-Misiak B., 2001 – Wykorzystanie ciepła wód geotermalnych do intensywnej produkcji warzywniczej i chowu ryb. W: Ney (red.), Wybrane problem wykorzystania geotermii II. Wyd. IPAN, Kraków, str. 5-48
- ▶ Bujakowski W., Barbacki A., Pająk L., 2005a – „Możliwość wykorzystania niskotemperaturowych wód w kąpieliskach termalnych w rejonie Krakowa”. Polityka Energetyczna, IGSMiE PAN t.8 z.2
- ▶ Bujakowski W., Barbacki A., Pająk L., 2005b – „Geologiczno-techniczne uwarunkowania zagospodarowania energii wód termalnych do celów balneologicznych i ciepłowniczych w mieście Gostynin”. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia. Nr 6, str.3-12
- ▶ Bujakowski W., Pająk L., 2000 – „Koncepcja instalacji ogrzewania obiektu byłego fortu przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii w systemie skojarzonym”. Czasopismo Techniczne nr 58-63, str. 13-17, Kraków
- ▶ Bujakowski W., Stępniewski Ł., 2003 – „Koncepcja wykorzystania wód kopalnianych ZGH „Bolesław” do celów energetycznych”. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, Nr 4, str. 45-50

- ▶ Bujakowski W., Wirth H., 2011 – Koncepcja zagospodarowania terenów pogórnich. Rozdz. W : Zrównoważona produkcja i konsumpcja surowców mineralnych. Wyd. IGSMiE PAN. str. 148-154
- ▶ Pająk L., Bujakowski W., 2000 – „Wykorzystanie energii cieplnej zakumulowanej w wodach wypełniających wyrobiska poeksploatacyjne Kopalni Węgla Kamiennego Nowa Ruda”. Czasopismo Techniczne nr.58-63, Kraków, str. 23-26
- ▶ Pająk L., Bujakowski W., 2001 – „Ocena wykorzystania modułów ciepłno-prądowych w celach skojarzonej produkcji energii cieplnej i elektrycznej na przykładzie Parku Wodnego w Szczyrku” Czasopismo Techniczne, nr 66-71, str. 29-35
- ▶ Pająk L., Bujakowski W., 2013 – Energia geotermalna w systemach binarnych. Przegląd Geologiczny vol.61, nr 11/2, str. 699-705

W tej tematyce badawczej związanej z projektowaniem i wykonaniem powierzchniowej części zakładu geotermalnego mieszczą się zadania badawcze następujących projektów naukowych krajowych, w których uczestniczyłem:

1. Projekt zamawiany przez UPNTiW Nr. 595/89: *Doświadczalny Zakład Geotermalny Biały Dunajec będący częścią planowanego Zakładu Geotermalnego GT-1 na Podhalu*. Jednostkowe Przedsięwzięcie Wdrożeniowe. Realizacja w latach 1990-1993 r. Kierownik Projektu był Prof. dr hab. inż. Julian Sokołowski a ja byłem zastępcą Kierownika i wykonawcą zadań badawczych.
2. Projekt celowy Nr 9T12B023C99/4451: *Kaskadowy system wykorzystania niskotemperaturowej wody geotermalnej dla celów ciepłowniczych i konsumpcyjnych w rejonie Słomnik*. Realizacja w latach 1999-2003. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.
3. Projekt badawczy zamawiany przez MNiSW Nr Z082/T12/95/03: *Wykorzystanie ciepła wód geotermalnych do intensywnej produkcji warzywniczej i chowu ryb*. Realizacja 1995-1998 r. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.

Problematyka badawcza dotycząca tego etapu rozwoju przedsięwzięcia geotermalnego ukierunkowana była głównie na optymalne zagospodarowanie ujętych zasobów wód i energii geotermalnej. Pod tym pojęciem mieści się zarówno optymalizacja energetyczna jak i ekonomiczna z uwzględnieniem aspektów technologicznych. Energetycznie, system źródła ciepła winien charakteryzować się głównie dyspozycyjnością – bezpieczeństwem zapewnienia dostawy i koherencją – czyli pokryciem oczekiwanych przez odbiorcę potrzeb. Optymalizacja ekonomiczna dąży do

określenia warunków wytworzenia jednostki energii po najniższych kosztach. Generalnie zależy ona od dwóch czynników tj. od wielkości kosztów (inwestycyjnych i operacyjnych) i liczby jednostek energii wygenerowanych ze źródła ciepła. Mój wkład badawczy w te obszary analiz dotyczył opracowania koncepcji struktury technologicznej wielopaliwowego - hybrydowego źródła ciepła (np. geotermia+gaz ziemny) oraz konfiguracji odbiorców wytwarzanej energii w systemie kaskadowym.

Wymienione projekty krajowe, w swoim zakresie badań, obejmowały badania, projekty i realizację prototypowych instalacji zagospodarowania energii geotermalnej. Na szczególne podkreślenie zasługuje moim zdaniem projekt zamawiany przez MNiSW pn. *Wykorzystanie ciepła wód geotermalnych do intensywnej produkcji warzywniczej i chowu ryb*, którego byłem inicjatorem, kierownikiem (z ramienia IGSMiE PAN) oraz wykonawcą. Projekt był realizowany przy współpracy ze specjalistami z Instytutów PAN, prof. dr hab. inż. Czesławą Rosik-Dulewską (Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN z Zabrze) i dr inż. Mirosławem Kuczyńskim (Instytut Ichtiobiologii i Gospodarki Rybackiej PAN z Gołysza). Celem projektu było opracowanie technologii i uruchomienie instalacji doświadczalnej hodowli ryb ciepłolubnych i upraw warzyw. Obiekty chowu ryb ciepłolubnych i upraw warzyw stanowiły istotne ogniwa tzw. „Kaskadowego systemu wykorzystania energii geotermalnej”, którego budowę zainicjowałem i jestem współautorem. System kaskadowy, którego celem jest wskazanie potencjalnych kierunków optymalnego wykorzystania energii geotermalnej, został uruchomiony przy zakładzie geotermalnym na Podhalu. W jego skład wchodzi pięć stopni schładzania wód geotermalnych tj. I stopień – obiekty mieszkalne (temp. około 86°C dla c.o. i c.w.u), II stopień – suszarnia drewna (temp. około 65°C), III stopień – szklarnia (około 45°C), IV stopień – hodowla ryb ciepłolubnych (około 35°C) i V stopień – uprawy warzyw w podgrzewanej glebie (około 30°C). Działająca instalacja była przedmiotem badań nie tylko naszych (PAN) specjalistów ale także doktorantów i studentów z wyższych uczelni. Jednocześnie pełni doskonale funkcję promocyjną w kraju i zagranicą dla wykorzystania energii geotermalnej. Wyniki prowadzonych tu badań były wielokrotnie prezentowane i publikowane (np. [Bujakowski 2000a](#), [Bujakowski 2006](#), [Bujakowski i in. 2001](#))

Zrealizowane prace badawcze z tego obszaru tematycznego dotyczyły głównie optymalizacji współpracy źródła energii cieplnej z odbiorcą. Oprócz badań systemu kaskadowego na Podhalu wykonywałem je także dla innych lokalizacji np. dla kopalni Nowa Ruda w kontekście zagospodarowania energii geotermalnej do chowu suma afrykańskiego ([Bujakowski 2001](#)), obiektu fortu w Toruniu w aspekcie wykorzystania geotermii do ogrzewania jego obiektów ([Bujakowski, Pająk, 2000](#)), ZGH „Bolesław” w Olkuszu w kontekście wykorzystania zasobu energetycznego wypompowywanych wód kopalnianych ([Bujakowski, Stępniewski 2003](#)), oraz dla Parku Wodnego w Szczyrku w aspekcie wytworzenia niskotemperaturowego źródła energii bazującego na wodach

pitnych, wykorzystującego system wielu pomp ciepła współpracujących z agregatami kogeneracyjnymi (Pająk, Bujakowski 2001). Wyniki badań przedstawiane były wielokrotnie w formie publikacji (wymienione w Załączniku 2c - „Zbiornicze Zestawienie Publikacji w latach 1984 – 2015”) oraz wystąpień na konferencjach międzynarodowych i krajowych a także na spotkaniach na które byłem zapraszany.

Uważam, że wartym podkreślenia jest mój wkład w opracowanie koncepcji zagospodarowania obszarów pogórnicznych dla obiektów wokół piaskowni „Obora” dla KGHM (Bujakowski, Wirth 2011) oraz wokół planowanego kąpieliska geotermalnego w rejonie Przylasku Rusieckiego dla miasta Kraków (Bujakowski, Barbacki, Pająk 2005b). Prace te były przeze mnie koordynowane i weryfikowane zarówno w aspekcie wykorzystania potencjału geotermalnego jak i innych OZE. Pełne wyniki prac zawarte zostały w odpowiednich dokumentacjach, które są materiałami nieopublikowanymi znajdującymi się w Archiwum IGSMiE PAN a jedynie ich fragmenty zostały opublikowane.

4 Obszar badań - Etap funkcjonowania systemu geotermalnego. Obszar ten obejmuje oceny aspektów ekonomicznych, energetycznych, technologicznych i prawnych. W tym obszarze badań, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, byłem autorem i współautorem 27 pozycji literaturowych w tym: 1 artykułu w czasopiśmie z Listy Filadelfijskiej, 1 monografii i 2 rozdziałów w książkach oraz 23 artykułów. Poniżej przytoczyłem wybrane pozycje z mojego dorobku oraz 4 projekty międzynarodowe i 5 projektów krajowych, w których pełniłem rolę kierownika (7 projektów) i wykonawcy zadań badawczych, których tematyka odnosiła się do tego obszaru badawczego:

- ▶ Mikhaljuk A.V., Bujakowski W., Pilecki Z., 2000 – „Use of Short-Delay Blasting during well-shoting for water output”. Journal of Mining Science. V. 36, No 3, pp. 259-267
- ▶ Kępińska B., Bujakowski W. (red.) 2011 – Wytyczne projektowe poprawy chłonności skał zbiornikowych w związku z zatłaczaniem wód termalnych w polskich zakładach geotermalnych. Wyd. EJB. Kraków. 234 stron
- ▶ Bujakowski W., 2010 – „Kryteria oceny projektów geotermalnych w aspekcie finansowego wsparcia ich realizacji”. Biuletyn PIG 439, p.199-204
- ▶ Bujakowski W., Hołojuch G., 2006 – „Wprowadzenie w zasady zagospodarowania i monitorowania pracy złoża wód termalnych”. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. T. 22
- ▶ Bujakowski W., Kępińska B., Tomaszewska B., 2010 – „Propozycje zmian uregulowań prawnych dotyczących energii geotermalnej – Podsumowanie projektu UE GTR-H Geothermal Regulation – Heat Project” Biuletyn PIG 439, p.205-208

- ▶ Bujakowski W., Tomaszewska B., 2010 – „Geothermal water desalination – preliminary studies” Geo-Heat Center Quarterly Bulletin. Vol.29 No.2, pp. 16-18
- ▶ Bujakowski W., Tomaszewska B., Bodzek M., 2012 – „Geothermal water treatment – preliminary experiences from Poland with a global overview of membrane and hybrid desalination technologies”. Chapter 7 in: Bundschuh J. & Hoinkis J. „Renewable Energy Applications for Freshwater Production”. Taylor & Francis Group. London, UK, pp. 181-206
- ▶ Górecki W., Kępińska B., Bujakowski W., Soboń J., 2011 – Zatlaczanie wód geotermalnych w piaskowcowych i węglanowych skałach zbiornikowych do otworu chłonnego. Rozdz. W: Górecki W. (red.) 2011 - Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Zachodnich. Goldruk Kraków. str. 695-698
- ▶ Kasztelewicz A., Bujakowski W., Hołojuch G., Kępińska B., Pająk L., Tomaszewska B., 2011 – „Poprawa efektywności wykorzystania energii geotermalnej w integracji z innymi OZE – projekt EU „Geothermal communities – GEOCOM”. Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój. nr 1-2. str. 425-428
- ▶ Pająk L., Bujakowski W., 2005 – „Problematyka wykorzystania wód geotermalnych w odkrytych kąpieliskach całorocznych w warunkach polskich”. Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja, miesięcznik Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych, Wyd. SIGMA-NOT.XXXVI Nr 11 (428) pp.10-15
- ▶ Pająk L., Bujakowski W., 2013 – „Porównanie cen energii cieplnej pochodzącej z instalacji geotermalnych z cenami konwencjonalnych źródeł energii na podstawie taryf rozliczeniowych obowiązujących w 2013 roku”. Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1/2013 str. 35-43.
- ▶ Pająk L., Bujakowski W., 2015 – “The costs of obtaining geothermal energy in the municipal sector in relation to the purchasing power of money under polish conditions”. Proceedings World Geothermal Congress 2015 Melbourne, Australia, 19-25 April 2015
- ▶ Михалюк А., Бужковски В., Пилецки З., 2000 – „Использование короткозамедленного взрывания при торпедировании скважин на воду”. Разрешение Горных Пород No.3, Российская Академия Наук

Tematyka badawcza związana z etapem funkcjonowania systemu geotermalnego znajdowała się w zadaniach badawczych następujących projektów naukowych, w których uczestniczyłem (część z nich wyspecyfikowana została także we wcześniejszym etapie rozwoju przedsięwzięcia

geotermalnego z uwagi na zakres merytoryczny niektórych projektów obejmujący obydwa etapy projektowania i funkcjonowania):

1. Międzynarodowy Projekt Badawczy w ramach 5PR UE: *CLENSYS, Systemy energetyczne wykorzystujące czyste odnawialne źródła energii – na przykładzie energii geotermalnej*. Realizacja w latach 2002-2003. Kontrakt Nr ICA-CT-2002-60020. Byłem kierownikiem z ramienia Polski.
2. Międzynarodowy Projekt Badawczy w ramach Programu UE: Intelligent Energy -Europe (IEE): *Geothermal Regulation Heat (GTR-H)/Regulacje prawne dotyczące geotermii – ciepło (akronim GTR-H)*. Realizacja w latach 2006–2009. Kontrakt Nr EIE/06/007/SI2.442647. Byłem kierownikiem z ramienia Polski i wykonawcą zadań badawczych
3. Międzynarodowy Projekt Badawczy w ramach Programu UE: Intelligent Energy - Europe (IEE): *Promote Geothermal District Heating Systems in Europe (GEODH)/Promocja geotermalnego centralnego ogrzewania w Europie (akronim GEODH)*. Koordynator EGEC (European Geothermal Energy Council). Kontrakt Nr IEE/11/813/SI2.616373. Realizacja 2012-2014. Byłem kierownikiem z ramienia Polski i wykonawcą zadań badawczych.
4. Międzynarodowy Projekt Badawczy w ramach Programu UE: CONCERTO FP7: GEOCOM - *Geothermal Communities - demonstrating the cascading use of geothermal energy for district heating with small scale RES integration and retrofitting measures./Społeczności geotermalne – demonstracja kaskadowego wykorzystania energii geotermalnej w ciepłownictwie w integracji na małą skalę z innymi OZE wraz z modernizacją i opomiarowaniem (akronim GEOCOM)*. Realizacja w latach 2010-2015. Kontrakt Nr 212343. Byłem kierownikiem z ramienia Polski i wykonawcą zadań badawczych.
5. Projekt celowy : *Zintegrowany system monitoringu wód i instalacji geotermalnych*. Realizacja w latach 1997-1999. Byłem wykonawcą zadań badawczych
6. Projekt rozwojowy zamawiany przez Nr 09-003-04/2008: *Kompleksowe wykorzystanie wód termalnych w kontekście poprawy bilansu wodnego i ograniczenia lub likwidacji ilości zatłaczanych wód do górotworu*. Realizacja w latach 2008-2012. Byłem kierownikiem i wykonawcą zadań badawczych
7. Projekt badawczy Nr PBS 53/A2/18/2015: *Pozyskiwanie wód pitnych oraz cieczy i substancji balneologicznych w procesie uzdatniania schłodzonych wód termalnych*. Rozpoczęcie realizacji projektu listopad 2014, planowane zakończenie 2017 r. Kierownik Projektu: Dr hab. inż. Barbara Tomaszewska, Jestem wykonawcą zadań badawczych

8. Projekt celowy Nr 6T12 2003 C/6005: *Stymulacja otworów geotermalnych zmodyfikowaną metodą "miękkiego kwasowania" ("soft acidizing")*. Umowa MNiSW Nr 3369/C.T12-6/2003. Realizacja w latach 2003-2008. Byłem Kierownikiem projektu i Wykonawcą zadań badawczych.
9. Projekt badawczy Nr 507/2009/Wn-07/FG-GO-TX/D: *Opracowanie wytycznych projektowych poprawy chłonności skał zbiornikowych w związku z zatłaczaniem wód termalnych w polskich zakładach geotermalnych*. Projekt realizowany w konsorcjum: Geotermia Mazowiecka (lider projektu) i IGSMiE PAN, na zamówienie Ministerstwa Środowiska. Realizacja w latach 2009-2011. Kierownik Projektu: mgr inż. Marek Balcer. Byłem Kierownikiem zadań wykonywanych przez IGSMiE PAN i Wykonawcą zadań badawczych.

Problematyka badawcza czwartego etapu rozwoju przedsięwzięcia geotermalnego ukierunkowana była na określenie warunków funkcjonowania zakładu geotermalnego w aspekcie potencjalnych zagadnień ekonomicznych, prawnych i technologicznych. Jednym z ważniejszych elementów funkcjonowania zakładu jest jego rentowność i co ma decydujące znaczenie dla jego akceptacji społecznej, koszt wytwarzania energii i cena końcowa u odbiorcy energii. Od ośmiu lat wspólnie z dr Leszkiem Pająkiem (IGSMiE PAN) prowadzę badania zmian cen i kosztów wytwarzania energii w polskich zakładach geotermalnych odnosząc je do cen energii pochodzących z zakładów ciepłowniczych wykorzystujących tradycyjne paliwa – węgiel, gaz, olej. Analizy przeprowadzone na danych pochodzących z blisko dwudziestoletniej działalności instalacji geotermalnych wskazują, że ciepło wytworzone z energii geotermalnej już jest lub niebawem może być konkurencyjne cenowo z ciepłem wytworzonym z konwencjonalnych paliw. Dotyczy to ciepła pochodzącego z energii elektrycznej, oleju opałowego i gazu ziemnego, jedynie ciepło pochodzące z węgla kamiennego jest wyraźnie tańsze. Wyniki zawarliśmy w kilku publikacjach (Pająk, [Bujakowski](#), 2007, 2011, 2013, 2015 a, b).

Projekty międzynarodowe (CLENSYS, GEODH i GEOCOM) w których uczestniczyłem miały za zadanie usystematyzowanie wiedzy i upowszechnianie osiągnięć światowych w zakresie zagospodarowania energii geotermalnej. Podstawowym celem było wykorzystanie tego źródła energii w systemach ciepłowniczych dla uzyskania redukcji emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Z tego powodu walory ekologiczne energii geotermalnej były zasadniczym obszarem moich analiz. Były one uzupełniane o oceny typu SWOT i oceny rozwiązań technologicznych stosowanych w tzw. „krajach dobrych praktyk”. Wyniki przedstawione były w raportach, materiałach konferencyjnych na stronach internetowych i w bardzo wielu wystąpieniach na konferencjach (np.: CLENSYS - [Bujakowski W.](#), (red.) 2003b; GOOCOM - Kasztelewicz, [Bujakowski](#), Hołojuch, Kępińska, Pająk, Tomaszewska, 2011, Kępińska, Kasztelewicz, [Bujakowski](#), Hołojuch, Pająk, Tomaszewska, 2015).

Ocena istniejących barier rozwoju energetyki geotermalnej zawierająca odniesienie do istniejącego w naszym kraju systemu finansowania, stanu prawnego i barier technologicznych, była przedmiotem projektów międzynarodowych, szczególnie projektu o akronimie GTR-H. Wyniki i propozycje wprowadzenia do naszego prawa odpowiednich zapisów były zawarte w sprawozdaniach z realizacji tego projektu, w artykułach ([Bujakowski](#), Kępińska, Tomaszewska, 2010) oraz na spotkaniach z parlamentarzystami RP i w Ministerstwie Środowiska w których uczestniczyłem. Wskazano, że procedury pozyskiwania koncesji poszukiwawczej i eksploatacyjnej, winny być bardziej czytelne i szybsze. Kolejnym badanym zagadnieniem był problem wsparcia finansowego przedsięwzięć geotermalnych w różnych krajach. Prowadzone przez nas badania były zapewne jednym z wielu źródeł informacji dla organów państwowych. Niemniej jednak przyjęty został model wsparcia finansowego geotermii w zakresie utrzymania zerowej stawki opłaty eksploatacyjnej oraz preferencyjny poziom opłaty za wykorzystanie informacji geologicznej w wysokości 1% jej wartości. Uruchomiony został także ze środków NFOŚiGW wieloletni program dofinansowania robót geologicznych pierwszego odwiertu geotermalnego.

Problematyka badania chłonności jako jednego z najważniejszych parametrów złożowych systemu geotermalnego była obiektem projektu badawczego zamawianego przez Głównego Geologa Kraju. Projekt ten realizowała „Geotermia Mazowiecka S.A.” a częścią badawczą kierowałem z ramienia IGSMiE PAN. Opracowany pod moim nadzorem program badań obejmował prace rekonstrukcyjne i techniczne istniejącego dubletu odwiertów; Skierniewice GT-1 i Skierniewice GT-2, oraz przeprowadzenie kilkunastu cykli badawczych zatłaczania wód geotermalnych w różnych warunkach środowiska pH. Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu opracowanego we wcześniejszych badaniach, stanowiska miękkiego kwasowania. Obszar prac badawczych obejmował również zagadnienia korozji materiałów (realizowane przez zespół prof. Jacka Banasia z AGH) i inkrustacji oraz cech petrofizycznych (koordynowane przez dr hab. inż. Betę Kępińską z IGSMiE PAN). Korozja i inkrustacja mają szczególnie istotny wpływ na poprawność proces funkcjonowania całego systemu eksploatacyjno-chłonnego. Wyniki projektu opracowane zostały i przedstawione w publikacjach i monografii (Kępińska, [Bujakowski](#) (red.) 2011).

Omawianego etapu rozwoju przedsięwzięcia geotermalnego, związanego z badaniami strefy złożowej systemu geotermalnego, dotyczą również publikacje będące wynikiem współpracy międzynarodowej z Ukraińską Akademią Nauk, a mój wkład obejmował głównie opracowanie charakterystyki geologicznej skał zbiornikowych wód geotermalnych (Mikhalyuk, [Bujakowski](#), Pilecki, 2000; Михалюк А., [Буяковски В.](#), Пилецки З., 2000; Michaljuk, Zacharow, Pilecki, [Bujakowski](#), 2012).

Innym istotnym problemem, z obszaru rozwiązań technologicznych zmierzających do poprawy efektywności pracy całego systemu geotermalnego, jest kwestia uzdatniania wód geotermalnych.

Byłem inicjatorem i współautorem z dr hab. inż. Barbarą Tomaszewską (IGSMiE PAN) programu naukowego dotyczącego wykorzystania wód geotermalnych w kontekście wytwarzania wód pitnych przy jednoczesnym ograniczeniu ilości wód zatłaczanych do górotworu.

W ramach realizacji projektu rozwojowego, którego byłem kierownikiem pn. „Kompleksowe wykorzystanie wód geotermalnych w kontekście poprawy bilansu wodnego i ograniczenia lub likwidacji ilości zatłaczanych wód do górotworu” przeprowadzono badania zmierzające do określenia warunków i możliwości uzdatniania wód geotermalnych w zakładach o różnych warunkach eksploatacji. O wadze tematyki poruszonej w tym projekcie badawczym świadczy duże zainteresowanie środowiska naukowego wyrażone zaproszeniem nas do opracowania rozdziału w monografii wydanej przez Taylor & Francis Group ([Bujakowski, Tomaszewska, Bodzek, 2012](#)), oraz Oregon Institute of Technology ([Bujakowski, Tomaszewska, 2010](#)). Wyniki projektu wskazały na potrzebę pogłębienia badań i ich kontynuację we współpracy z konkretnymi operatorami instalacji geotermalnych eksploatujących wody złożowe. Odzysk substancji mineralnych z wód geotermalnych jest dużym wyzwaniem badawczym, który spotkał się z wielkim zainteresowaniem ze strony potencjalnych inwestorów. Zyskał on również akceptację środowisk naukowych, czego wyrazem jest bardzo wysoka ocena i przyjęcie w 2014 roku do realizacji przez NCBiR projektu badawczego złożonego w ramach Programu Badań Stosowanych pn. „Pozyskanie wód pitnych oraz cieczy i substancji balneologicznych w procesie uzdatniania schłodzonych wód geotermalnych” kierowanego przez dr. hab. inż. B. Tomaszewską, w którym jestem głównym wykonawcą.

Podsumowanie dorobku naukowego:

Z 159 opublikowanych prac (przedstawionych w Załączniku 2c - „Zbiornicze Zestawienie Publikacji w latach 1984 – 2015”), po uzyskaniu stopnia naukowego doktora opublikowałem 157 prace, 51 z nich ma charakter indywidualny, w przypadku 61 jestem autorem głównym, a w 56 pozycjach współautorem. 30 pozycji opublikowałem w języku angielskim, 1 w języku niemieckim i 1 po ukraińsku.

Jestem autorem i/lub współautorem 7 pozycji notowanych w bazie *Web of Science* (6 artykułów opublikowano w czasopiśmie znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports* i jeden dotyczy zgłoszenia patentowego) oraz 16 pozycji w bazie *Scopus*.

Mój indeks Hirscha, według bazy *Web of Science* (czasopiśmie z *Journal Citation Reports*) wynosi 3 a według bazy *Scopus* 4. Sumaryczna liczba cytowań według bazy *Web of Science* (*Journal Citation Reports*) wynosi 26, w tym 24 bez autocytywania, natomiast w bazie *Scopus* liczba cytowań wynosi 53.

Ponadto jestem redaktorem i/lub współredaktorem naukowym 11 monografii. W 15 monografiach jestem autorem i/lub współautorem. Ponadto jestem autorem i/lub współautorem 35 rozdziałów w monografiach.

Sumaryczny Impact Factor opublikowanych przeze mnie prac (zgodnie z rokiem opublikowania) wynosi 6,455. Sumaryczna punktacja przyznana przez MNiSW lub KBN za publikacje, których jestem autorem i/lub współautorem wynosi 702. Uwzględniając udział % autorów oraz ich afiliację, sumaryczna punktacja moich prac to 348,6 (wszystkie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora).

Ilościowe zestawienie dorobku naukowo-badawczego (wg stanu na dzień 26.10.2015r.) przedstawiłem na końcu rozdziału w Tabeli 1.

Biorę aktywny udział w opracowaniach o znaczeniu użytkowym. Po uzyskaniu stopnia doktora byłem współautorem i autorem głównym jednego wniosku patentowego oraz ponad 200 niepublikowanych opracowań, w których pełniłem ponadto funkcje kierownika prac. W tym dorobku znajdują się opracowania zbiorowe, ekspertyzy badawcze oraz dokumentacje otworowe, zasobowe i projekty prac badawczych. Prace te znajdują się w Archiwum IGSMiE PAN a wybrane z nich zamieściłem w Załączniku 3 do Wniosku Habilitacyjnego oraz w Monografii (Bujakowski 2015a) w „Dodatku” (60 prac). Wiele z tych opracowań znalazło praktyczne zastosowanie w gospodarce m.in. w funkcjonujących zakładach geotermalnych w: Bańskiej – Białym Dunajcu, Mszczonowie, Zakopanem-Szymoszkowa, Uniejowie, Pyrzycach oraz w nowo uruchamianych przedsięwzięciach geotermalnych m.in. w: Porębie Wielkiej, Gostyninie i Kleszczowie.

Od chwili zatrudnienia w IGSMiE PAN, w 1988 roku, uczestniczyłem w wielu konferencjach, seminariach naukowych i warsztatach tematycznych organizowanych zarówno w Polsce jak i zagranicą (m.in. w Niemczech, Szwajcarii, Włoszech, Francji, Japonii, Turcji). Część z moich wystąpień została opublikowana w materiałach konferencyjnych – zamieściłem je w Załączniku 2c. Uczestnictwo moje odbywało się głównie w formie prezentacji referatów lub posterów. Szacuję, że liczba tych wystąpień, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora wynosi kilkadziesiąt.

W ramach działalności naukowej uczestniczę we współpracy międzynarodowej, czego efektem są realizowane projekty badawcze a także publikacje prezentowane na konferencjach i w czasopiśmie naukowych. Jako wykonawca zadań badawczych brałem czynny udział w 6 projektach międzynarodowych realizowanych przez Pracownię Odnawialnych Źródeł Energii IGSMiE PAN w ramach programów Unii Europejskiej – w 5 nich kierowałem pracami z ramienia RP. Jako kierownik, koordynator i wykonawca, brałem i nadal biorę udział w realizacji 18 projektów badawczych, badawczo-rozwojowych i celowych realizowanych na zamówienie KBN, MNiSW, NCBiR oraz Ministra Środowiska (wszystkie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora). Ponadto

uczestniczyłem i nadal biorę udział w realizacji badań własnych i statutowych Pracowni Odnawialnych Źródeł Energii IGSMiE PAN.

W okresie pracy w IGSMiE PAN odbywałem staże zagraniczne m.in. kursy tematyczne w Danii (w 1994 roku 3 miesięczna praktyka zawodowa o profilu geologiczno-geotermalnym w Geological Survey of Denmark i w firmie Houe&Olsen), w Polsce i w USA - Międzynarodowa Szkoła Racjonalnego Wykorzystania Energii (w 1992 i 1993 roku 2 x po 3 tygodniowe kursy). Ponadto w związku z realizacją międzynarodowych i krajowych projektów badawczych odbywałem krótkoterminowe staże zagraniczne (Egipt, Izrael, Węgry, Włochy, Austria, Francja, Niemcy, Belgia, Islandia). Były to wyjazdy studyjne, na spotkania robocze w ramach własnych prac badawczych prowadzonych w IGSMiE PAN, w ramach projektów UE i krajowych oraz kongresów i konferencji na których prezentowane były wyniki badań.

Jestem również zapraszany do recenzowania artykułów publikowanych w czasopismach o zasięgu krajowym i międzynarodowym np. dla czasopisma z listy JCR: „Geothermics” wykonałem 2 recenzje i kilka dla polskiego czasopisma „Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój”. Jestem również recenzentem oceniającym wnioski badawcze z programów NCBiR (6 wniosków w tym: InTech 1 wniosek, PBS 4 wnioski i Gekon 1 wniosek), oraz wojewódzkich programów operacyjnych a także recenzowałem jedną dokumentację wynikową projektu badawczego NCN. Znajduję się także na liście recenzentów Komisji Oceny Projektów z dziedziny paliwa i energia ze źródeł odnawialnych, oceniających wnioski z Indykatywnego Wykazu Indywidualnych Projektów Kluczowych województwa małopolskiego.

DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA

Obok aktywności naukowo-badawczej i prac wykonywanych dla przemysłu, posiadam doświadczenia i dorobek związane z dydaktyką.

Po uzyskaniu tytułu magistra inżyniera byłem zatrudniony na etacie asystenta w Zakładzie Złóż Soli i Surowców Chemicznych AGH. W tym okresie (w latach 1983-1987) prowadziłem zajęcia – ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne ze studentami.

Po uzyskaniu tytułu doktora w 1988 roku pracowałem/i pracuję nadal w IGSMiE PAN. Moja aktywność dydaktyczna, w tym okresie, wyrażała się opieką merytoryczną nad studentami odbywającymi praktyki zawodowe w Zakładzie Odnawialnych Źródeł Energii IGSMiE PAN oraz pomocą merytoryczną i konsultacjami przy opracowywaniu prac inżynierskich i magisterskich. Działalność ta dotyczyła studentów głównie z Wydz. Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH.

Ponadto zorganizowałem w naszym ośrodku na Podhalu zajęcia dydaktyczne o geotermii z uczniami Szkoły Podstawowej z Gminy Proszowice połączone z konkursem tematycznym. Działania edukacyjne, przybliżające problematykę OZE a szczególnie w zakresie geotermii, prowadziłem na poziomie szkół podstawowych i średnich poprzez prezentacje opracowanych pod moją redakcją materiałów/książeczek informacyjnych: „*Energia Geotermalna – Świat, Polska, Środowisko*” (Bujakowski W., (red.) 2000) i „*Energia wokół nas*” (Bujakowski W., (red.) 2001).

Byłem wielokrotnie zapraszany do wygłoszenia wykładów bądź referatów na sympozjach, warsztatach lub konferencjach; wybrane z ostatnich kilku lat przedstawiam poniżej:

- ▶ 2009 – II Forum Gospodarcze NYSA 2009, przedstawiłem referat nt. „*Ocena warunków hydrotermalnych dla obszaru powiatu nyskiego ze szczególnym uwzględnieniem gminy Nysa*”
- ▶ 2009 – Konferencja pt. „*Geotermia w Powiecie Dębickim*”. Przedstawiłem wykład nt. „*Stan wykorzystania energii geotermalnej w Polsce*”
- ▶ 2009 – VI Forum Operatorów Systemów i Odbiorców Energii i Paliw pt. „*Bezpieczeństwo energetyczne a nowe kierunki wytwarzania i wykorzystania energii w Warszawie*” – Warszawa 16.X.2009 r. Przedstawiłem wykład nt. „*Wykorzystanie wód geotermalnych w kontekście: klimatycznym, rekreacyjnym, balneologicznym i ciepłowniczym*”
- ▶ 2010 – Konferencja OZE dla domu i rolnictwa w Brwinowie pt. „*Odnawialne źródła energii dla domu i biznesu*”. Przedstawiłem wykład nt. „*Energetyka geotermalna i pompy ciepła*”
- ▶ 2011 – „*Europejski Kongres Gospodarczy*” 16 - 18 maj 2011 r., Katowice. Przedstawiłem wykład nt. „*Energia geotermalna – aspekty techniczno-technologiczne*”
- ▶ 2011 – II Forum Gospodarcze Gminy Olsztyn. Przedstawiłem referat nt. „*Techniczne aspekty zagospodarowania potencjału geotermalnego Gminy Olsztyn*”
- ▶ 2011 – Konferencja w Mszczonowie pod Patronatem Prezesa Związku Miast Polskich pt. „*Geotermia w miastach – wybrane uwarunkowania i możliwości wykorzystania w ciepłownictwie i rekreacji*”. Przedstawiłem wykład nt. „*Projekty związane z wykorzystaniem energii geotermalnej w Polsce – wybrane przykłady*”
- ▶ 2011 – Konferencja Polskiego Stowarzyszenia Geotermicznego pt. „*Geotermia w miastach – wybrane uwarunkowania i możliwości wykorzystania w ciepłownictwie i rekreacji*” Mszczonów. Przedstawiłem wystąpienie pt. „*Procedury formalno-prawne związane z projektami geotermalnymi*”

- ▶ 2011 – Konferencja Lokalnej Grupy Działania Olkusz. Przedstawiłem referat nt. „*Potencjał energetyczny odnawialnych źródeł energii i możliwości jego wykorzystania przykład - województwa śląskiego*”
- ▶ 2012 – Konferencja dot. współpracy polsko – islandzkiej, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa. Przedstawiłem wykład pt. „*Badania i geotermalne projekty inwestycyjne w Polsce – przegląd*”
- ▶ 2013 – Warsztaty organizowane przez GWE Pol-Bud Sp. z o.o., Kraków „*Projekty geotermalne – wybrane materiały i metody w ograniczaniu korozji i skalingu*”. Przedstawiłem wykład pt. „*Główne problemy towarzyszące eksploatacji wód i instalacji geotermalnych*”
- ▶ 2014 – Seminarium naukowe organizowane przez Ministerstwo Środowiska, Pałac Lubomirskich w Warszawie, pt. „*Potencjał geotermii w Polsce – wymiana doświadczeń*”. Przedstawiłem referat nt. „*Geotermia Mazowiecka 1994 – 2014*”.

Do działalności edukacyjnej zaliczam także prowadzenie wykładów zamawianych dla przedstawicieli środowisk samorządowych i pracowników instytucji finansowych oceniających projekty z zakresu odnawialnych źródeł energii i efektywności energetycznej, np. cykl wykładów organizowanych przez Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „ENERGIE CITÉS” szkolenie pt. „*Finansowanie energetyki odnawialnej i efektywności energetycznej*” w 2006 r. Byłem również zaproszony do prowadzenia wykładów w ramach szkoleń Programu Leonardo da Vinci Unii Europejskiej. Program wspierał ponadnarodowe projekty oparte na współpracy pomiędzy partnerami w dziedzinie szkolenia zawodowego (instytucjami szkoleniowymi, szkołami zawodowymi, uniwersytetami, firmami, izbami gospodarczymi itp.) w ramach działań na rzecz zwiększenia mobilności, pobudzania innowacyjności i poprawy jakości szkolenia. W ramach projektu pn. „*Energia odnawialna – transfer wiedzy i technologii dla regionalnych strategii innowacyjnych*” finansowanego ze środków Zintegrowanego Programu Operacyjnego, w okresie marzec – grudzień 2006 roku byłem zaproszony do udziału w 22 jednodniowych szkoleniach we wszystkich powiatach Małopolski, przedstawiając szeroko pojętą problematykę geotermalną.

DZIAŁALNOŚĆ ORGANIZACYJNA

Byłem i jestem czynnym członkiem 7 organizacji, w tym 4 o zasięgu światowym i 3 krajowym.

Jestem członkiem organizacji geotermalnych: *International Geothermal Association (IGA)*, *European Regional Branch of IGA* oraz członkiem Zarządu *Polskiego Stowarzyszenia Geotermicznego (PSG)*.

Jestem również członkiem: *Polskiego Komitetu Światowej Rady Energetycznej - Word Energy Council*, *Polskiego Stowarzyszenia Górnictwa Solnego*, *Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa*

a także zostałem zaproszony do prac w *International Counterparts USQ Groundwater Research Group* w Australii. Uczestniczyłem i uczestniczę w pracach komitetów organizacyjnych konferencji i sympozjów krajowych oraz międzynarodowych kongresów, w tym I, II, III i IV Ogólnopolskiego Kongresu Geotermalnego, którego także jestem członkiem Komitetu naukowego.

Od 1994 r. jestem Kierownikiem Zakładu Odnawianych Źródeł Energii i Badań Środowiskowych IGSMiE PAN. Do mojej działalności organizacyjnej zaliczam, spośród 24 wymienionych wcześniej projektów (w rozdziale *Działalność Naukowa*), kierowanie 16 projektami w tym.: 5 projektami międzynarodowymi i 11 krajowymi. Odpowiadałem w nich za zgodną z zakresem merytorycznym i wymaganiami formalno-prawnymi, realizację poszczególnych projektów. Większość z tych projektów realizowana była w konsorcjum kilku jednostek. Wymagało to sprawności organizacyjnej i logistycznej zarówno w sferze merytorycznej realizacji zadań jak również dotrzymania wymogów formalno-prawnych. Wszystkie zakończone projekty (15) zostały pozytywnie rozliczone i formalnie odebrane przez organa finansujące – krajowe oraz unijne.

Czynnie współpracuję z innymi jednostkami naukowo-badawczymi, m.in. Akademią Górniczo-Hutniczą, Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym, Politechniką Śląską, przedsiębiorstwami branżowymi, m.in. Geofizyką Kraków Sp. z o.o., Przedsiębiorstwem Badań Geofizycznych, PNiG Kraków i innymi podmiotami gospodarczymi, m.in. Geotermią Mazowiecką S.A., PEC Geotermią Podhalańską S.A., Geotermią Uniejów, Geotermią Pyrzyce i in.

Uczestniczyłem aktywnie w pracach organizacyjnych przy tworzeniu w 1993 roku przedsiębiorstwa „PEC Geotermia Podhalańska” S.A. oraz w 1994 roku w tworzeniu „Geotermii Mazowieckiej” S.A., gdzie pełniłem, w początkowym okresie funkcjonowania firmy, funkcję wspomagającego członka Zarządu.

W „uznaniu zasług dla polskiej geologii” Minister Środowiska RP nadał mi w 1996 i 2006 roku „Srebrną i Honorową Odznakę Zasłużony dla polskiej geologii”. W 2011 roku Minister Gospodarki RP nadał mi Stopień Górniczy „Dyrektora Górniczego I Stopnia”. Prezydent RP odznaczył mnie dwukrotnie w 2006 i 2011 roku „Brazowym i Srebrnym Krzyżem Zasługi”.

W latach 2007 - 2010 byłem członkiem Rady Programowej ds. Energetyki Ciepłej miasta Krakowa.

W latach 1999 - 2008 byłem członkiem Rady Naukowej IGSMiE PAN. Od 2003 roku pełnię również funkcję Redaktora Naczelnego czasopisma „*Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój*” wydawanego przez IGSMiE PAN, dbając o poziom naukowy czasopisma.

Tabela 1. Ilościowe zestawienie dorobku naukowo-badawczego (wg stanu na dzień 26.10.2015r.)

Dorobek naukowo-badawczy	Przed doktoratem	Po doktoracie	Suma
Sumaryczna liczba publikacji	2	157	159
Publikacje z listy JCR	-	6	6
Publikacje w bazie Scopus	-	16	16
Publikacje w czasopiśmie innych niż z listy JCR	2	75	77
Monografie autorstwo/współautorstwo	-	15	15
Autorstwo i współautorstwo rozdziałów w monografiach	-	35	35
Redakcja i współredakcja monografii	-	11	11
Materiały konferencyjne krajowe	-	27	27
Materiały konferencyjne zagraniczne	-	20	20
Projekty badawcze międzynarodowe w tym:	-	6	6
Kierownik	-	5	5
Wykonawca	-	1	1
Projekty badawcze krajowe w tym:	-	18	18
Kierownik	-	11	11
Wykonawca	-	7	7
Sumaryczny Impact Factor	-	6,455	6,455
Sumaryczna liczba punktów za publikacje wg MNiSW	-	702	702
Sumaryczna liczba punktów za autorstwo lub współautorstwo publikacji wg MNiSW (uwzględniając udział % i afiliację autorów)	-	348,6	348,6
Indeks Hirscha wg bazy Web of Science	-	3	3
Indeks Hirscha wg bazy Scopus	-	4	4
Indeks Hirscha wg bazy Google Scholar	-	7	7
Liczba cytowań wg bazy Web of Science w tym:	-	26	26
bez autocytań	-	24	24
Liczba cytowań wg bazy Scopus	-	53	53
Liczba cytowań wg bazy Google Scholar	-	245	245

