

dr hab.inż. Marian Wagner
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
wagner@geol.agh.edu.pl

Kraków, 29.12.2014

R E C E N Z J A
dorobku naukowego dr Sławomiry PUSZ w postępowaniu habilitacyjnym
prowadzonym przez Radę Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Tytuł zgłoszonego osiągnięcia naukowego:
„Parametry refleksyjności jako narzędzie oceny mikrostruktury węgla i materiałów węglowych”.

Uwagi wstępne.

Recenzja niniejsza została opracowana na podstawie decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dnia 6 listopada 2014 r. i zlecenia Dziekana Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH z dnia 24 listopada 2014 r.

Wraz ze zleceniem otrzymałem dokumentację przygotowaną przez Kandydatkę zgodnie z aktualnymi przepisami Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz.U. z 2003, nr 65, poz. 595; Dz.U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365; Dz.U. z 2011 r., nr 84, poz. 455).

Dr Sławomira Pusz zwróciła się do Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z wnioskiem o wszczęcie postępowania habilitacyjnego na podstawie osiągnięcia naukowego udokumentowanego w postaci zbioru 9 jednotematycznych, powiązanych z sobą publikacji wydanych w latach 2001-2014 przez zagraniczne wydawnictwa i zatytułowanego:

„Parametry refleksyjności jako narzędzie oceny mikrostruktury węgla i materiałów węglowych”.

Jednocześnie wskazała Radę Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie do przeprowadzenia przewodu habilitacyjnego.

Na podstawie przeprowadzonej analizy otrzymanej dokumentacji wniosku Pani dr Sławomiry Pusz stwierdzam, że dorobek naukowy i dowody aktywności naukowej obejmują dziedzinę nauk o Ziemi w dyscyplinie geologia.

Sylwetka kandydatki

Dr Sławomira Pusz jest absolwentką Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach z roku 1986 r. gdzie obronił pracę magisterską pt.: „Charakterystyka

mineralogiczno-petrograficzna procesów przeobrażeń skały ultramaficznej ze wzgórza Popiel k/Jeleniej Góry”, wykonaną pod kierunkiem Dr Grażyny Bzowskiej.

W 1993 roku uzyskała stopień naukowy doktora nauk o Ziemi w dyscyplinie geologia i specjalności mineralogia i petrografia nadany uchwałą Rady Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w rezultacie obrony pracy doktorskiej pt. „*Składniki mineralne występujące w pokładach węgla kamiennego we wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*”, której promotorem była Prof. dr hab. inż. Barbara Kwiecińska.

W latach 1986 - 2006 była pracownikiem naukowym Zakładu Karbochemii PAN w Gliwicach na stanowisku asystenta, a od 1993 roku adiunkta. Od roku 2007 do nadal pracuje w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze na stanowisku starszego specjalisty.

Badania po doktoracie dotyczyły określenia charakteru zmian struktury węgla kamiennego o różnym stopniu uwęglenia i antracytów, poddanych obróbce termicznej. Do tego typu badań została wybrana nowoczesna metoda petrograficzna jaką jest stopień odbicia światła od wypolerowanych mikroskładników węgla i tworzyw węglowych (refleksyjność), a badania łączyły w sobie rozpoznanie zróżnicowanych parametrów uzyskiwanych w trakcie stosowania tej metody. Prace te podejmowane były we współpracy z ośrodkiem krakowskim w AGH, tj. z Prof. Barbarą Kwiecińską, znaną w kraju i na arenie międzynarodowej specjalistką w dziedzinie kopalnego węgla, także z wieloma znanymi badaczami węgla w świecie, m.in. J.Rouzaud (*Centre de Recherche sur la Matière, Divisée, CNRS*), a także z *Międzynarodowym Komitetem Petrologii Węgla i Materiału Organicznego Rozproszonego (ICCP)*, gdzie Habilitantka współpracowała ze znanymi badaczami tego Komitetu (A. Borrego, W. Kalhreuth, J. Kus i in.), a którego członkiem jest od 1998 roku. Publikacje Habilitantki z tego okresu pokazują dużą dojrzałość badawczą, która rozwinęła się jeszcze bardziej w latach 2001- 2014 i doprowadziła do realizacji dużego i ważnego dla światowej nauki osiągnięcia naukowego w postaci podmiotowego zbioru publikacji. Zbiór ten jest podstawą niniejszego postępowania habilitacyjnego.

Ocena osiągnięcia naukowego.

Dokumentacja osiągnięcia naukowego obejmuje serię 9 publikacji wydanych w latach 2001-2014 pod wspólnym tytułem **Parametry refleksyjności jako narzędzie oceny mikrostruktury węgla i materiałów węglowych**”.

Generalnie, tytuł ten odzwierciedla merytoryczną treść tych prac, które akcentują zasadniczą rolę metody refleksyjności w procesie rozpoznawania fizyczno-chemicznych struktur w naturalnych i zmienionym termicznie węglu kamiennym i antracytach.

Osiągnięcie to dotyczy zupełnie innego problemu niż rozprawa doktorska Habilitantki i stanowią je następujące publikacje:

1. S. Pusz "Optical Texture of Bituminous Coals - Transformations during Pyrolysis and Hydrolysis". (2001) Proceedings of 18th Annual Meeting of The Society for Organic Petrology (TSOP), vol. 18, 93-98, Houston, Texas, USA (deklarowany udział własny 100%).
2. S. Pusz, S. Duber, B.K. Kwiecińska, "The study of textural and structural transformations of carbonized anthracites". (2002) Fuel Proc. Tech., 77-78, 173-180 (deklarowany udział własny 80%).
3. S. Pusz, B.K. Kwiecińska, S. Duber, "Textural transformation of thermally treated anthracites". (2003) Int J. of Coal Geol., 54, 115-123, (deklarowany udział własny 80%).
4. M. Krzesińska, S. Pusz, A. Koszorek, "Elastic and Optical Anisotropy of the Single-Coal Monolithic High-Temperature (HT) Carbonization Products Obtained on a Laboratory Scale". (2005) Energy Fuels, 19, 1962-1970. (deklarowany udział własny 100%), (deklarowany udział własny 25 %).
5. S. Pusz, B. Kwiecińska, A. Koszorek, M. Krzesińska, B. Pilawa, "Relationships between the optical reflectance of coal blends and the microscopic characteristics of their cokes". (2009) Int. J. Coal Geol., 77, 356-362 (deklarowany udział własny 70 %).
6. S. Pusz, M. Krzesińska, Ł. Smędowski, J. Majewska, B. Pilawa, B. Kwiecińska, "Changes in a coke structure due to reaction with carbon dioxide". (2010) Int. J. Coal Geol., 81, 287-292, (deklarowany udział własny 55%).
7. S. Pusz, M. Krzesińska, B. Pilawa, A. Koszorek, R. Buszko, "The dependence of physical structure of a coal heated in a coking chamber on non-uniform distribution of temperature". (2010) Int. J. Coal Geol., 82, 125-131, (deklarowany udział własny 55 %).
8. S. Pusz, R. Buszko, "Reflectance parameters of cokes in relation to their reactivity index (CRI) and the strength after reaction (CSR), from coals of the Upper Silesian Coal Basin, Poland". (2012) Int J. Coal Geol., 90-91, 43-49. (deklarowany udział własny 80%).
9. S. Pusz, A.G. Borrego, D. Alvarez, I. Camean, V. du Cann, S. Duber, W. Kalkreuth, J. Komorek, J. Kuś, B. Kwiecińska, M. Libera, M. Marques, M. Misch-Kennan, R. Morga, S. Rodrigues, Ł. Smędowski, I. Suarez-Ruiz, J. Strzeżik, "Application of Reflectance Parameters in the Estimation of the Structural Order of Coals and Carbonaceous

Materials. Precision and bias of measurements derived from the ICCP Structural Working Group". (2014) *Int. J. of Coal Geol.*, 131,147-161, (deklarowany udział własny 55 %).

Wszystkie powyższe publikacje dotyczą okresu po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (1993) i zostały opracowane niedawno (lata 2001 – do bieżącego roku), co wskazuje na aktualną aktywność naukową dr Sławomiry Pusz. Udział własny w powstaniu tych prac waha się od 55 do 100% i jest wysoki, co świadczy o dużym, wręcz wiodącym zaangażowaniu w powstawaniu tych prac.

Przedmiotem badań Habilitantki jest wyżej uwęglony węgiel kamienny i antracyty, których fizyczno-chemiczna struktura jest od wielu lat obiektem wnikliwych i wszechstronnych badań przy użyciu różnych narzędzi badawczych. Jednym z takich narzędzi, jakim jest refleksyjność witrynu, posługuje się Habilitantka, profesjonalnie wykorzystując wszystkie możliwości tej nowoczesnej metody, a nawet rozszerzając ich zakres, formułując m.in. nowe zasady interpretacji. Parametry uzyskane w toku pomiarów refleksyjności na węglu i antracytach pozwalają poprzez zastosowanie zaawansowanych sposobów interpretacji na „wgląd” w wewnętrzną strukturę badanego węgla, antracytów i materiałów węglowych. Stanowi to podstawę do zrozumienia mechanizmów naturalnego procesu uwęglania i wpływu czynników geologicznych oraz niektórych pierwiastków na ten proces. Tym samym pozwala na dokładne poznanie budowy molekularnej (o cechach „kryształiczności”) produktów technologicznych (materiałów węglopochodnych, np. koksów), a nawet modyfikację niektórych technologii przetwórstwa (np. piroliza, hydropiroliza, itp.). Te ogólne wnioski wynikające z prac Habilitantki składające się na Jej podstawowe osiągnięcie naukowe, wskazują na udokumentowany bardzo znaczący wkład w rozwój tej naukowej dyscypliny.

Publikacje składające się na przedłożony przez Habilitantkę zbiór jako osiągnięcie naukowe wydrukowano w czasopismach o wysokiej wartości jakościowej (8 pozycji) i jedną w zbiorze materiałów z konferencji TSOP (*The Society for Organic Petrology*), tj. wiodącej w świecie amerykańskiej organizacji petrologicznej węgla. Osiem pozycji to czasopisma: *International Journal of Coal Geology* (6 pozycji), *Energy Fuel* (1) i *Fuel Processing Technology* (1). To jedne z najlepszych w świecie specjalistycznych czasopism dotyczące problematyki geologicznej i petrograficzno-technologicznej kopalnego węgla i naturalnych paliw oraz ich przetworów, znajdujące się na liście filadelfijskiej i w bazie *Journal Citation Reports (JCR)*, o wysokim współczynniku „*Impact Faktor*”, także wysokiej liczbie punktów z listy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w Polsce (35 – 40).

Poniżej krótko przedstawiam najważniejsze osiągnięcia Habilitantki, które można uznać za istotne osiągnięcia naukowe, a jakże ważne dla rozwoju petrologii stosowanej kopalnego węgla i technologii materiałów węgl pochodnych. Uzyskano je w wyniku zastosowania narzędzia badawczego jakim jest refleksyjność.

1. S. Pusz, "Optical Texture of Bituminous Coals – Transformations during Pyrolysis and Hydrolysis".

Wysokotemperaturowa piroliza i hydropiroliza w argonie i wodorze próbek węgla wykazała, że w pirolizie zachodzą silniejsze zmiany teksuralne niż w hydropirolizie, a wodór wpływa hamująco na przebudowę strukturalną w zależności od stopnia uwęglania próbek inicjalnych. Wykazano, że analiza parametrów optycznych (refleksyjności) węgla i uzyskanych z nich karbonizatów umożliwia określenie charakteru przemian strukturalnych. Także produkty hydropirolizy zawierają więcej wodoru i są bardziej reaktywne niż produktów pirolizy. Ważny wniosek zawarty w tej pracy to przypuszczenie, że reaktywność produktów jest bardziej związana z budową chemiczną jednostek strukturalnych niż z ich układem przestrzennym.

2. S. Pusz, S. Duber, B.K. Kwiecińska, "The study of textural and structural transformations of carbonized anthracites". (2002) Fuel Proc. Tech., 77-78,173-180,

3. S. Pusz, B.K. Kwiecińska, S. Duber, "Textural transformation of thermally treated anthracites". (2003) Int J. of Coal Geol., 54,115-123.

Moim zdaniem to najlepsze publikacje z załączonego zbioru osiągnięcia naukowego dla celów habilitacji, wprowadzające wiele udokumentowanych nowych światowych ustaleń w problemie rozwiązania struktur wewnętrznych antracytów ich stymulowanego procesu uwęglania, który jest modelowaniem naturalnych procesów metagenetycznych i metamorficznych. W publikacjach tych analizowano skutki przemian struktury kilku antracytów pod wpływem sztucznych przemian termicznych (karbonizacji) w temperaturach od 400 do 1800. Za pomocą zmierzonych parametrów refleksyjności stwierdzono i fachowo zinterpretowano ważne i nieco odmienne mechanizmy przemian strukturalnych dotyczące przyrodniczo niżej uwęglonych semi-antracytów i wyżej uwęglonych meta-antracytów. Wydzielono 2 etapy tych przemian w zależności od temperatury karbonizacji. W I etapie transformacja struktury wynikała głównie z przemian natury chemicznej co znalazło odbicie w zmianach parametru R_{ev} . Natomiast w II etapie transformacja była efektem przemian o charakterze fizycznym (zmiany kształtu i wymiarów porów i sposobu upakowania płaszczyzn grafenopodobnych), co ilustrowały zmiany wartości R_{am} .

Ważnym i nowatorskim wnioskiem wynikającym z tych prac jest stwierdzenie, że charakter przemian strukturalnych poszczególnych antracytów zależy zarówno od fizyko-chemicznych warunków procesu, w tym wypadku od temperatury, jak również od stopnia uwęglania (metamorfizmu), a w konsekwencji od struktury materiału wyjściowego. Im wyższy stopień metamorfizmu antracytu wyjściowego tym słabsze przemiany struktury chemicznej i

organizacji przestrzennej pakietów warstw grafenopodobnych w mikrostrukturach krystalitów grafitopodobnych.

Ani dla semiantracytów ani dla metaantracytów nie zaobserwowano wyraźnego wpływu temperatury na wartość parametru R_{st} obrazującego charakter optyczny badanego węgla. Można uważać, że sama temperatura ma nieduży wpływ na wartość parametru R_{st} i konieczny jest dodatkowy wpływ ciśnienia, aby charakter optyczny węgla uległ istotnej zmianie.

To ważne odkrycie naukowe, które może być włączone jako głos polskich uczonych (w tym Habilitantki) w odbywającą się na forum światowym dyskusję nad rolą przyrodniczego ciśnienia i geotermalnego ciepła w uwęgleniu, choć w tym wypadku dotyczy tylko materiału wysokouwęglonego, ale w jakże ważnym momencie szeregu węglowego, bo dotyczącego jego skrajnie tuż przed grafityzacją (mineralizacją).

Publikacje oznaczone jako 4, 6, i 7 dotyczą metodyki i interpretacji wybranych parametrów refleksyjności w ustalaniu zależności między nimi a własnościami fizycznymi koksów, czyli najważniejszego produktu wysokotemperaturowej pirolizy kamiennego węgla koksującego. Są to prace:

4. M. Krzesińska, S. Pusz, A. Koszorek, "Elastic and Optical Anisotropy of the Single-Coal Monolithic High-Temperature (HT) Carbonization Products Obtained on a Laboratory Scale". (2005) *Energy Fuels*, 19, 1962-1970.

6. S. Pusz, M. Krzesińska, Ł. Smeadowski, J. Majewska, B. Pilawa, B. Kwiecińska, "Changes in a coke structure due to reaction with carbon dioxide". (2010) *Int. J. Coal Geol.*, 81, 287-292.

7. S. Pusz, M. Krzesińska, B. Pilawa, A. Koszorek, R. Buszko, "The dependence of physical structure of a coal heated in a coking chamber on non-uniform distribution of temperature". (2010) *Int. J. Coal Geol.*, 82, 125-131.

W tych pracach podjęto zagadnienia wpływu warunków termicznych koksowania na właściwości fizyczne koksów, a w konsekwencji na jakość koksu. Analizowano makrotekstury koksów w wyróżnionych strefach komory koksowniczej, ustalając ich charakterystyczny rodzaj (elementy mozaikowe) i wiążąc go z parametrami refleksyjności (dwójodbicia). Pomiary ujawniły duży wzrost wielkości płaszczyzn grafenopodobnych. Analizując zaś kierunkową zmianę R_{max} i R_{min} uzyskano wgląd w transformację (uporządkowanie) tych płaszczyzn. Ważnym stwierdzeniem jest powiązanie tych zmian z porowatością koksów, a tym samym z ich własnościami mechanicznymi i reaktywnością. Zauważono, że relacje pomiędzy właściwościami optycznymi i mechanicznymi koksów zależą od stopnia uwęglenia odmian węgla surowego, którego konsekwencją są mikrotekstura koksów i ich system porowatości. Przeprowadzono także badania charakteru zmian fizycznej mikrostruktury koksu pod wpływem reakcji z CO_2 w odniesieniu do jakości koksu wyjściowego. Pomiary refleksyjności wykazały, że pod wpływem reakcji z CO_2 wzrasta R_{max}

i wartość dwójodbicia koksu, co jest efektem wzrostu wymiarów płaszczyzn aromatycznych, podczas gdy wzrost parametru R_{bi} wskazuje na wzrost wysokości i poprawę wzajemnego uporządkowania pakietów płaszczyzn aromatycznych. Wysłunięto ważny wniosek, że wzrost wymiarów i stopnia uporządkowania płaszczyzn grafenopodobnych jest spowodowany wzrostem temperatury, natomiast spadek udziału tekstur izotropowych jest efektem ich niszczenia w wyniku reakcji z CO_2 . W wyniku reakcji z CO_2 zwiększyła się też wyraźnie porowatość kokсів. Na podstawie wyników badań metodami mikroskopowymi oraz innych zastosowanych metod (np. EPR) stwierdzono, że właściwości sprężyste i reakcyjność koksu zależą głównie od jego systemu porowatości, natomiast tekstura ma drugorzędne znaczenie. Są to ważne stwierdzenia tak natury naukowej jak i dla praktyki przemysłowej.

8. S. Pusz, R. Buszko, "Reflectance parameters of cokes in relation to their reactivity index (CRI) and the strength after reaction (CSR), from coals of the Upper Silesian Coal Basin, Poland". (2012) *International Journal of Coal Geology*, 90-91, 43-49.

Publikacja ta dotyczy zależności między parametrami refleksyjności a optyczną mikroteksturą kokсів i ich własnościami technologicznymi, silnie wiążąc się w całość z poprzednimi pracami tego zbioru.

Przeprowadzone badania pokazały silne zależności pomiędzy parametrami refleksyjności (R_{max} , R_{min} , R_{bi}) i wskaźnikami technologicznymi CRI i CSR kokсів. Związek wskaźników CRI i CSR z dwójodbiciem (ΔR^0) kokсів jest podobny, choć wyraźnie silniejszy niż z ich typami makrotektur, zaś parametr R_{bi} określa relację pomiędzy wskaźnikami CRI i CSR, co jest ważne dla otrzymanego w określonych warunkach technologicznych koksu, ponieważ wartość dla $R_{bi} < 4,0$ % wartość stosunku CRI/CSR jest większa od 1, natomiast dla $R_{bi} > 4,0$ % jest mniejsza od 1. Tym samym wnioskowano, że parametry refleksyjności, szczególnie dwójodbicie, pozwalają prognozować właściwości technologiczne kokсів i mogą służyć do oceny ich jakości. Relacje te nieco zaburza większa zawartość macerałów inertynitowych w węglu koksowniczych mieszanek (>30 % obj.), ale dla przewidywania jakości koksu na podstawie parametrów refleksyjności konieczne są więc dodatkowe badania składu petrograficznego w zakresie składników inertnych.

Podsumowaniem przedstawionego osiągnięcia naukowego jest praca dotycząca oceny dokładności parametrów refleksyjności i stopnia ich rozproszenia przy zastosowanej metodyce pomiarów:

S. Pusz, A.G. Borrego, D. Alvarez, I. Camean, V. du Cann, S. Duber, W. Kalkreuth, J. Komorek, J. Kuś, B. Kwiecińska, M. Libera, M. Marques, M. Misz-Kennan, R. Morga, S. Rodrigues, Ł. Smędowski, I. Suarez-Ruiz, J. Strzezik, "Application of Reflectance Parameters in the Estimation of the Structural Order of Coals and Carbonaceous Materials. Precision and bias of measurements derived from the ICCP Structural Working Group". (2014) International Journal of Coal Geology, 131,147-161.

Praca ta to dokładne sprawozdanie z projektu (ćwiczenia) wykonanego w ramach Międzynarodowego Komitetu Petrologii Węgla i Materii Organicznej (ICCP) pod nazwą „Round Robin”, które polegało na ocenie parametrów refleksyjności antracytu poddanego pirolizie przez kilkunastu uczestników z 6 krajów. Na podstawie wyników pomiarów zostały wyznaczone lub obliczone bardziej złożone parametry refleksyjności, które porównano z wynikami badań antracytów metodami RTG, spektroskopii Ramana oraz mikroskopii elektronowej (TEM), stosowanych w badaniach strukturalnych węgla i materiałów węglowych. Konstruktywnym wnioskiem z tej pracy jest stwierdzenie, że parametry refleksyjności mogą uzupełniać standartowe badania strukturalne innymi metodami np. dyfrakcją rentgenowską lub spektroskopią Ramana. Zastosowane parametry refleksyjności są wyjątkowo czułe jako wskaźniki zmian wymiarów płaszczyzn grafenopodobnych i ich konfiguracji (zmiany strukturalne), bo pozwalają dostrzec nieduże przemiany zachodzące w strukturze badanych węgli lub materiałów węglowych pod wpływem czynników geologicznych lub technologicznych.

Oceniając wartość naukową powyższego zbioru publikacji Habilitantki jako osiągnięcia naukowego, również o cechach innowacyjności w produkcji materiałów węglowych stwierdzam, że **osiągnięcia te są znaczące i należy mu przypisać cechy wybitnego osiągnięcia naukowego**. Przedłożony zbiór zawiera bowiem nowe elementy poznawcze dotyczące budowy strukturalnej kopalnego węgla i jej zmian w termicznych procesach technologicznych, które można przenosić w wielu szczegółach także na naturalne procesu uwęglania. Nie bez znaczenia jest poznanie szczegółów budowy strukturalnej materiałów węglowodnych w kierunku uzyskania ich lepszej technologicznej jakości. I wszystko to uzyskano dzięki doskonałej znajomości strony teoretycznej i praktycznej refleksyjności, której to metody Habilitantka jest specjalistką światowego formatu.

Uważam, że osiągnięcie to w pełni spełnia kryteria jakościowe stawiane przez Ustawę w zakresie wymaganym w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Ocena pozostałego dorobku naukowego.

Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora nauk o Ziemi w dyscyplinie mineralogia i petrografia Habilitantka zajmowała się głównie składem mineralnym i odtworzeniem procesów mineralizacyjnych węgla kamiennego, głównie ze wschodniej części GZW. Na uwagę zasługuje kierunek pracy badawczej dotyczący oceny możliwości wpływu składników mineralnych na procesy spalania, zgazowania i upłynniania węgla. Materiał badawczy z tego okresu zawarty w 5 pracach naukowych oraz doświadczenia ze staży naukowych w Instytucie Węgla Rosyjskiej Akademii Nauk w Kemerowie (Rosja) oraz w Instituto Nacional del Carbon (INCAR) w Oviedo (Hiszpania) został wykorzystany w rozprawie doktorskiej.

Dodatkowo w czasie przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitantka uczestniczyła w badaniach właściwości fizycznych węgla wyrzutowych (grant KBN) oraz w doskonaleniu techniki przygotowywania koncentratów macerałów z węgla kamiennych.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, od roku 1995 roku, Habilitantka w ramach projektu badawczego EUREKA 1436 „Cheap Adsorbents”, podejmuje tematykę dotyczącą struktury wewnętrznej węgla kamiennego i antracytu, współuczestnicząc w petrograficznych pracach. Początkowo badania dotyczyły zmian struktury antracytów w procesach ich utleniania, a metody badań obejmowały także inne techniki badawcze, jak metody dyfrakcji rentgenowskiej, termogravimetrii i spektroskopii w podczerwieni (FTIR). Wyniki te zostały przedstawione na międzynarodowych konferencjach w Essen (Niemcy, ICCS'97) w 1997 roku oraz w Tajuan, (Chiny, ICCS'99) w 1999 roku. W tym samym czasie Habilitantka podjęła współpracę z *Centre de Recherche sur la Materiee Divisee, CNRS (Francja)*, a tematem prac były badania niejednorodności struktury antracytów w oparciu o parametry refleksyjności wyznaczone metodą Kilby'ego. W latach 1998-1999 badania te były kontynuowane pod kierunkiem prof. Barbary Kwiecińskiej w ramach projektu KBN nr 6 P04 D 030 14., a dotyczyły opracowania metody określania tekstury antracytów na podstawie ich własności optycznych. Ważnym osiągnięciem badawczym była tu propozycja modyfikacji metody Kilby'ego uwzględniającą teksturalną różnorodność wityrynitów w danym antracycie. Wyniki badań były prezentowane na międzynarodowych konferencjach w 1998 r. (50 sesja ICCP, Porto, Portugalia) i w 1999 r. (ICCS'1999, Tajuan, Chiny).

W czasie krótkich staży naukowych w Metz (1998) i w *Instituto Nacional del Carbon* w Oviedo Habilitantka podjęła tematykę utleniania węgla i materiałów węglowych w chłodnej plazmie tlenowej. Efektem wizyty były m.in. wspólne badania antracytów utlenianych w plazmie tlenowej. W roku 2001 roku, we współpracy z Zakładem Karbochemii PAN Habilitantka rozpoczęła badania właściwości fizycznych węgla kamiennych o różnym stopniu

uwęglenia i otrzymanych z nich koksów oraz korelacji pomiędzy tymi właściwościami, w celu znalezienia nowych parametrów jakościowych węgla użytecznych przy typowaniu węgla do koksowania. Stwierdzono istnienie wyraźnych korelacji pomiędzy właściwościami fizycznymi koksów i węgla wyjściowych, na co miał wpływ stopień uwęglenia węgla, jego porowatość i anizotropię optyczną. Wyniki tych badań przedstawiono na kilku międzynarodowych konferencjach (7) oraz w publikacjach (w czasopiśmie *Acta Montana* i *KARBO*. Wyniki tych badań zwróciły uwagę na możliwość zastosowania parametrów refleksyjności do oceny jakości koksów.

Następne prace badawcze dotyczyły badań zmienności właściwości fizycznych węgla kamiennego w zależności od stopnia ich uwęglenia, porównań wybranych właściwości fizycznych węgla o różnej zdolności do koksowania i ich mieszanek dwu- i trójskładnikowych oraz uzyskanych z nich koksów.

Celem badań było m.in. określenie charakteru oddziaływań pomiędzy składnikami mieszanek węglowych stosowanych do koksowania i ich wpływu na jakość koksu.

Od 2012 roku Habilitantka wspólnie ze współpracownikami zajmuje się badaniami dotyczącymi wykorzystania antracytów jako napełniaczy w kompozytach polimerowo-węglowych. Jako wykonawca bierze również udział w polsko-bułgarskim projekcie pt. „Otrzymywanie i charakterystyka materiałów węglowych z polimerowych produktów ubocznych i odpadów” gdzie wykonuje wszystkie prace petrograficzne.

Wysoki poziom naukowy wykonanych i opublikowanych prac dostarczył propozycji uczestniczenia w najważniejszych gremiach w branży węglowej. Jak już wspomniano, w 1998 roku Dr Sławomira Pusz została przyjęta do *International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP)*. Dotychczas wzięła udział w ośmiu kongresach ICCP uczestnicząc w seminariach roboczych oraz w ćwiczeniach między-laboratoryjnych. W 2001 r. na spotkaniu ICCP w Kopenhadze (Dania) została wybrana liderem grupy roboczej (*Structural Working Group*), której celem było sprawdzenie możliwości zastosowania parametrów refleksyjności do oceny stopnia uporządkowania struktury węgla i materiałów węglowych. W latach 2000-2007 została członkiem *American Chemical Society*, a w 2001 roku *The Society for Coal and Organic Petrology (TSOP)*.

Także od 2009 roku jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma *International Journal of Coal Geology* wydawanego przez wydawnictwo *Elsevier*.

Podsumowując, dorobek naukowy Habilitantki składa się łącznie z **72** publikacji, w tym są **24** artykuły opublikowane w czasopismach znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports (JCR)*, **24** artykuły opublikowane w czasopismach międzynarodowych lub krajowych

spoza bazy JCR oraz 21 publikacji w materiałach konferencyjnych z konferencji krajowych (2) i międzynarodowych (19). Sumaryczny „*Impact Factor*” wszystkich publikacji według bazy **Web of Science** wynosi 42,214, a według listy czasopism punktowanych MNiSW według zasad z 2013 r. stanowią one równoważnik 916 punktów.

Według bazy **Web of Science** publikacje z udziałem Habilitantki były cytowane 180 razy (bez autocytowań), a indeks Hirscha wynosi 10. To poważne osiągnięcia w kierunku geologia, wskazujące na aktywny, wyróżniający udział w nauce o kopalnym węglu w skali krajowej i międzynarodowej.

Pani Dr Sławomira Pusz brała lub bierze udział w 8 projektach badawczych, krajowych i międzynarodowych. Była kierownikiem jednego z tych projektów, a w pozostałych była lub jest głównym wykonawcą. Jest również bardzo aktywną uczestniczką konferencji naukowych, bo wyniki swoich badań prezentowała na 42 konferencjach naukowych, krajowych (9) i międzynarodowych (33), na których wygłosiła 14 referatów (6 krajowych, 8 międzynarodowych), a była współautorką 12 referatów lub komunikatów i 54 posterów. Była też recenzentem 22 artykułów naukowych dla takich czasopism, jak: *International Journal of Coal Geology, Fuel i Enargy&Fuels*.

Zdecydowana większość Jej dorobku naukowego powstała w okresie po uzyskaniu stopnia doktora.

Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego.

Habilitantka pracuje w Instytucie Polskiej Akademii Nauk na stanowisku starszego specjalisty i w związku z tym nie prowadziła i nie prowadzi codziennej statutowej działalności dydaktycznej. Jej doświadczenia tego typu są więc skromne i są one związane z opieką dotyczącą nielicznych studentów wyższych uczelni (np. Politechniki Śląskiej) lub doktorantów PAN, piszących prace z petrografii węgla. Opieka ta szczególnie dotyczy metodyki badań petrograficznych węgla kamiennego i antracytu. Wygłosiła też dwukrotnie wykłady na temat polskiego węgla kamiennego w *Instituto Nacional del Carbon (Oviedo)* i na *Uniwersytecie w Metz* we Francji.

Wniosek końcowy.

Moja ocena osiągnięć naukowych wybranych prac do postępowania habilitacyjnego Pani Dr Sławomiry Pusz, pozostałego dorobku naukowego, współpracy międzynarodowej i dorobku dydaktycznego w związku z Jej wnioskiem o nadanie tytułu naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk o Ziemi **jest bardzo pozytywna.**

Na podstawie wnikliwej oceny wniosku Pani Dr Sławomiry Pusz stwierdzam, że **spełnia on w wysokim stopniu wszystkie kryteria Ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych oraz tytule naukowym i tytule w zakresie sztuki oraz późniejszych zmian Ustawy**. Z tym przekonaniem przedkładałam moją recenzję Komisji Habilitacyjnej powołanej przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów i Radę Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie dla przeprowadzenia dalszego postępowania zgodnie z obowiązującą ustawą.

A handwritten signature in blue ink that reads "Wagner Maier". The signature is written in a cursive style and is positioned in the lower-left quadrant of the page.