

Dr inż. Marcin Lutyński

Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Eksploatacji Złóż

Wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

w dziedzinie nauk technicznych

dyscyplina: górnictwo i geologia inżynierska

A U T O R E F E R A T

Gliwice, maj 2015

I. Informacja o wykształceniu

- 1998-2003 studia magisterskie na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej; uzyskany tytuł zawodowy: magister inżynier o specjalności Kształtowanie Środowiska na Terenach Górniczych
- 2003-2008 studia doktoranckie na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej; uzyskany stopień: doktor nauk technicznych w dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska

II. Informacje o zatrudnieniu

- 2008-2012 Katedra Przeróbki Kopaliny i Utylizacji Odpadów Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej - stanowisko adiunkta
- od 2012 Instytut Eksploatacji Złóż Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej - stanowisko adiunkta

III. Wskazanie osiągnięcia naukowo-badawczego, wynikającego z art. 16 ust.2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późn. zm.), będącego przedmiotem oceny

a) Osiągnięcia naukowe

Cykl publikacji powiązanych tematycznie dokumentujący osiągnięcie naukowe jakim jest:

„Wyznaczanie charakterystyk sorpcyjnych skał osadowych i sorbentów organicznych w aspekcie ograniczenia emisji CO₂ w Technologiach Czystego Węgla”

1. Lutyński M.: *A method of proppant pack permeability assessment. Physicochemical Problems of Mineral Processing. Volume 51, Issue 1. 2015, s.325-334, JCR, IF: 0.862; punktacja MNiSZW: 20 pkt*
2. Lutyński M.: *Impact of preparation and storage of activated carbon on the high pressure sorption of CO₂. Bulletin of the Polish Academy of Sciences - Technical Sciences, Vol. 62, No. 1, 2014, s. 113-119, JCR, IF: 1.0, punktacja MNiSZW: 25 pkt*
3. Lutyński M., Sakiewicz P., Gonzalez Gonzalez M.A.: *Halloysite as Mineral Adsorbent of CO₂ – Kinetics and Adsorption Capacity. Inżynieria Mineralna (Mineral Engineering), 1(33), 2014, s.111-119, punktacja MNiSZW: 5 pkt*
4. Lutyński M., Suponik T.: *Hydrocarbons removal from underground coal gasification water by organic adsorbents. Physicochemical Problems of Mineral Processing. Volume 50, Issue 1, 2014, s.289-298 JCR, IF: 0.862, punktacja MNiSZW - 20 pkt*

5. Battistutta E., Lutynski M., Bruining H., Wolf K.-H., Rudolph S.: *Adequacy of equation of state models for determination of adsorption of gas mixtures in a manometric set up*. International Journal of Coal Geology (2011). Volume 89, 1 January 2012, Pages 114–122. JCR, **IF: 2.542**, punktacja MNiSZW: **35 pkt**
6. Lutyński M.: *Potencjalne możliwości składowania CO₂ w łupkach gazonośnych w Polsce*. Przegląd Górniczy, 7-8 (2011). s.231-249 ; punktacja **MNiSZW 6 pkt**
7. Lutyński M., Battistutta E., Bruining H., Wolf K.A.A.: *Discrepancies in the assessment of CO₂ storage capacity and methane recovery from coal with selected equations of state. Part I. Experimental isotherm calculation*. Physicochemical Problems of Mineral Processing. (47) 2011. s. 159-169. JCR, **IF: 0.500**, punktacja MNiSZW: **20 pkt, cytowań: 1**
8. Lutyński M., Battistutta E., Bruining H., Wolf K.A.A.: *Discrepancies in the assessment of CO₂ storage capacity and methane recovery from coal with selected equations of state. Part II. Reservoir simulation*. Physicochemical Problems of Mineral Processing. (47) 2011. s. 207-213. JCR, **IF: 0.500**; punktacja MNiSZW: **20 pkt**
9. Battistutta E., van Hemert P., Lutyński M., Bruining H., Wolf K-H.A.A: *Swelling and sorption experimetns on methane, nitrogen, and carbon dioxide on dry Selar Cornish coal*. International Journal of Coal Geology 84, 2010, str.39-48, JCR, **IF: 2.069**, punktacja MNiSZW: **35 pkt, cytowań: 29**
10. Lutyński M.: *Model wysokociśnieniowego składowania CO₂ w zlikwidowanej kopalni węgla kamiennego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008 punktacja MNiSZW - **20 pkt**

łączny Imapct Factor dla cyklu publikacji	8,335
łączna liczba punktów MNiSZW dla cyklu publikacji	206
łączna liczba cytowań pozycji z cyklu publikacji (Web of Science)*	31
łączna liczba cytowań pozycji z cyklu publikacji (Scopus)*	39
łączna liczba cytowań pozycji z cyklu publikacji (Google Scholar)*	51

b) Opis osiągnięcia naukowego

Wzrost zużycia energii wytwarzanej z paliw kopalnych powoduje, że w ostatnich latach nastąpiło istotne zwiększenie emisji CO₂ do atmosfery. Szacuje się, że emisja tego gazu w przeciągu najbliższych 30 lat zwiększy się dwukrotnie. Opinie ekspertów wskazują, że gaz ten jest w 80% odpowiedzialny za tzw. efekt cieplarniany. Ostatnie decyzje Unii Europejskiej, podjęte w ramach nowej polityki klimatycznej zakładają, że do 2030 roku kraje Unii zmniejszą poziom emisji CO₂ o 40% w stosunku do roku 1990. Wobec braku realnej i bliskiej w czasie

* bez autocytowań

alternatywy dla tradycyjnych źródeł wytwarzania energii z paliw konwencjonalnych założenie to dla wielu krajów, w tym głównie Polski, wydaje się być trudne do zrealizowania.

Z tego względu istnieje potrzeba opracowania skutecznych metod wychwytywania i unieszkodliwiania tego gazu cieplarnianego (tzw. CCS – z ang. *Carbon Capture and Storage*), a także wychwytywanie zanieczyszczeń powstałych w wyniku zastosowania technologii innych jak konwencjonalne w wykorzystaniu węgla jako nośnika energii. Zastosowanie technologii wychwytywania i składowania CO₂ oraz podziemnego zgazowania węgla są istotnymi elementami Technologii Czystego Węgla, które są tak pożądane dla gospodarki Polski.

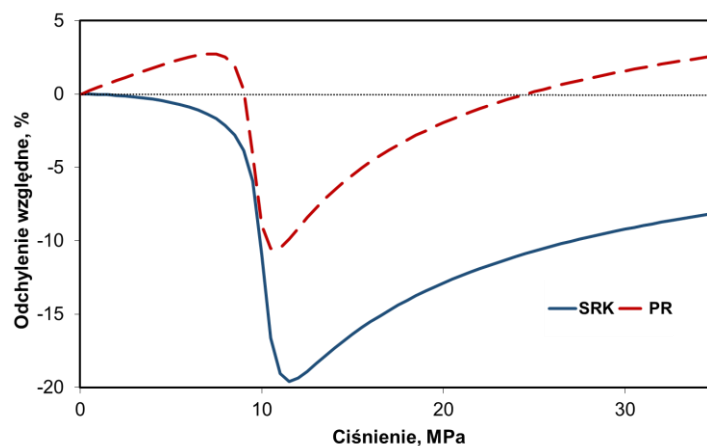
W przypadku wszystkich wymienionych działań prowadzących do ograniczenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery koniecznym jest prawidłowe określenie charakterystyki sorpcyjnej stosowanych w tym celu materiałów.

W prezentowanym cyklu publikacji, będących przedmiotem oceny, tematem przewodnim jest wyznaczanie charakterystyk sorpcyjnych skał i adsorbentów pochodzenia naturalnego jako materiałów znajdujących zastosowanie w wychwytywaniu i geologicznym składowaniu (deponowaniu) dwutlenku węgla oraz wychwytywaniu zanieczyszczeń powstałych w wyniku zastosowania niekonwencjonalnych metod wykorzystania węgla kamiennego jako nośnika energii (zanieczyszczeń powstałych w wyniku jego podziemnego zgazowania). Prezentowana tematyka badań naukowych wynika z moich doświadczeń nabytych podczas prowadzenia badań w Laboratorium gazu niekonwencjonalnego i składowania CO₂ w Instytucie Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej oraz pobytu na stażach naukowych w Uniwersytecie Technicznym w Delft (Holandia) na Wydziale Inżynierii Lądowej i Nauk o Ziemi, w Imperial College London (Wielka Brytania) oraz w Instytucie Górnictwa i Gospodarki Surowcami w Southern Illinois University Carbondale (USA). Doświadczenia te pozwoliły na zidentyfikowanie kluczowych problemów związanych z pomiarami sorpcji gazów na skałach i adsorbentach pochodzenia naturalnego, które mają bezpośrednie przełożenie na późniejszą weryfikację badań doświadczalnych w modelach złożowych czy też w dopasowaniu do modeli sorpcyjnych.

Jednymi z pierwszych wyników badań dotyczących sorpcji na węglu zaprezentowałem w monografii pt. *Model wysokociśnieniowego składowania CO₂ w zlikwidowanej kopalni węgla kamiennego* (poz.10). W monografii tej dokonałem przeglądu literatury stwierdzając, że w analizach sorpcji gazu na węglu stosowane są najczęściej: izoterma Langmuir'a, izoterma BET, teoria potencjałów Polanyi'ego oraz równania izoterm Dubinina Raduszkiewicza (DR) i Dubinina Astachova (DA). Zaprezentowałem także wyniki badań pojemności sorpcyjnej CH₄ i

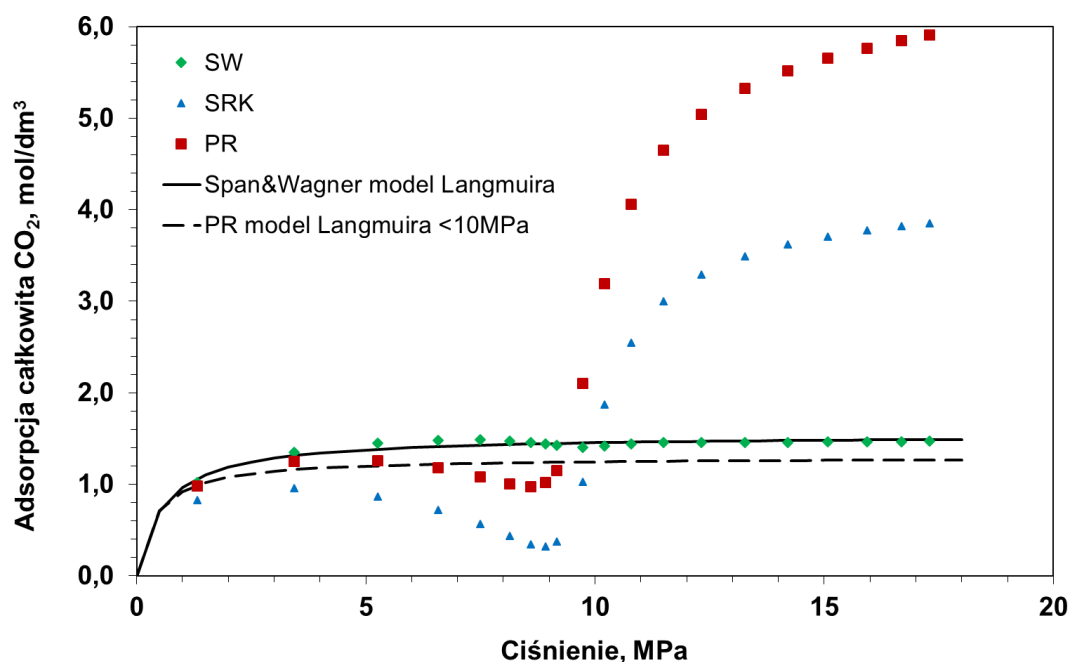
CO₂ dla węgli pozyskanych z trzech kopalń węgla kamiennego GZW. Węgłe te różniły się znacznie swoim składem petrograficznym. Badania prowadziłem dla ciśnień do 8 MPa. Najistotniejszymi wynikami przeprowadzonych badań było stwierdzenie doskonałego dopasowania izoterm Langmuira do wyników eksperymentalnych zarówno w przypadku sorbowania metanu, jak i dwutlenku węgla. Jest to zgodne z obserwacjami poczynionymi w innych ośrodkach naukowych. Inne natomiast, w stosunku do znanych doniesień naukowych, były rezultaty moich badań pojemności sorpcyjnej dwutlenku węgla odnoszonej do zawartości w węglu liptynitu. Badania wykazały, że wraz ze wzrostem w węglu zawartości liptynitu wzrasta zdolność tego węgla do sorbowania CO₂. Stwierdzenie to przeczy znanym doniesieniom literatury przedmiotowej.

W ramach wykonywanych dotąd badań do szczególnie istotnych zaliczam badania, których wyniki opisane zostały w *Discrepancies in the assessment of CO₂ storage capacity and methane recovery from coal with selected equations of state. Part I. Experimental isotherm calculation* (poz. 7) i *Discrepancies in the assessment of CO₂ storage capacity and methane recovery from coal with selected equations of state. Part II. Reservoir simulation* (poz. 8). W publikacjach tych wykazano, że zastosowanie kubicznych równań stanu gazu w obliczeniach wielkości adsorpcji nadkrytycznego CO₂ może wpływać na ocenę pojemności sorpcyjnej złoża węgla oraz ilość pozyskiwanego z tego złoża metanu. W publikacji (poz. 7) zaprezentowano wyniki badań sorbowania CO₂ na suchych węglach z zagłębia Selar Cornish (Wielka Brytania). Dokładność kubicznych równań stanu gazu jakie dotychczas stosowano w obliczeniach gęstości gazu, takich jak równania Peng-Robinsona oraz Soave-Redlich-Kwong porównano z wieloparametrowym równaniem Span & Wagner wyrażonym w postaci funkcji energii swobodnej Helmholtza, rys. 1.



Rys. 1. Odchylenia względne obliczonej gęstości CO₂ (w temp. 318.15 K) przez kubiczne równania stanu gazu Peng-Robinson (PR) oraz Soave-Redlich-Kwong (SRK) w stosunku do wieloparametrowego równania stanu gazu Span & Wagner

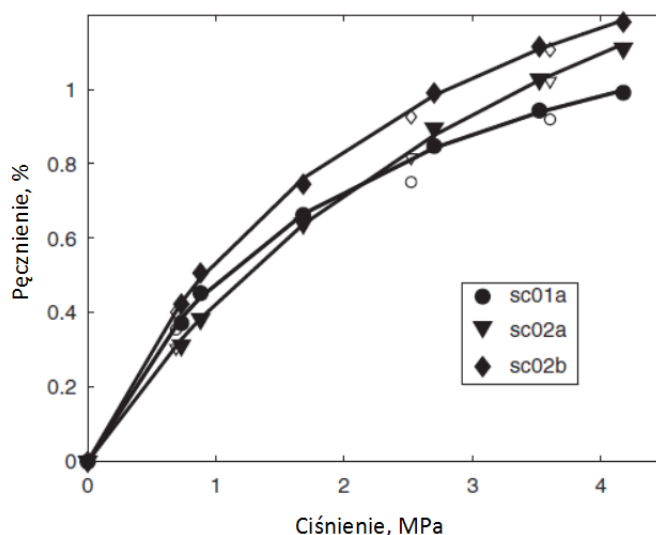
W publikacji wykazano, że kubiczne równania stanu gazu dla CO₂ w stanie nadkrytycznym (odpowiadającym ciśnieniu złożowym dla składowania CO₂) są mało dokładne i sprawiają, że izoterma zmierzona na manometrycznym aparacie sorpcyjnym ma kształt odmienny od izotermy typu I-szego (wg IUPAC), rys. 2.



Rys. 2. Izoterma adsorpcji CO₂ na węglu obliczona za pomocą trzech równań stanu gazu – Peng-Robinson (PR), Soave-Redlich-Kwong (SRK) oraz Span & Wagner (SW) wraz z dopasowanym modelem Langmuira dla równania SW i PR

Wyliczenia parametrów izoterm są zaniżone w stosunku do referencyjnego równania Span & Wagner o 18% do 30%. Skutkiem popełnionych błędów są niewłaściwe oszacowania wydobycia metanu ze złoża węgla stymulowane zatłaczaniem CO₂, co wykazano w drugiej części tej publikacji (poz. 8). W celu określenia różnic w wydobyciu metanu odwiertami pionowymi z powierzchni zastosowałem typowy układ pięciu odwiertów (tzw. Five spot pattern), gdzie odwiertem centralnym zatłaczany jest CO₂ natomiast czterema odwiertami odbierany jest metan. Symulacje zatłaczania i intensyfikacji wydobycia zostały wykonane przy użyciu symulatora złożowego ECLIPSE. Różnica w skumulowanym wydobyciu metanu dla pokładu węgla o przepuszczalności 20md wynosiła kilkanaście procent w przypadku parametrów izoterm wyliczonych z równania Peng-Robinson.

Za niezwykle cenne w zakresie swoich badań i dorobku publikacyjnego uznaję publikacje *Swelling and sorption experimetns on methane, nitrogen, and carbon dioxide on dry Selar Cornish coal* (poz. 9), którą cytowano w 29 opracowaniach innych autorów publikowanych w czasopismach z listy JCR oraz publikację *Adequacy of equation of state models for determination of adsorption of gas mixtures in a manometric set up* (poz. 5). Publikacje te były wynikiem prac w projekcie GRASP (Greenhouse Gas Removal Apprenticeship & Student Programme) w ramach sieci badawczo-szkoleniowych 6 Programu Ramowego Unii Europejskiej, które wykonywałem podczas pobytu na dwuletnim stażu podoktorskim w TU Delft. W publikacji (poz. 9) zaprezentowane zostały wyniki sorpcji metanu, azotu i CO₂ na suchym węglu kamiennym pozyskanym z angielskiego zagłębia Selar Cornish. Badania sorpcyjności węgla wykonano dla ciśnień do 16 MPa symulując tym samym warunki złożowe. Niezwykle interesujące w tych badaniach okazały się wyniki wskazujące, że w przypadku suchych węgla nie występuję histereza w procesie sorpcji i desorpcji, które często obserwowano we wcześniejszych publikacjach. Histerezy takie mogły wynikać z niedostatecznego czasu uzyskiwania równowagi sorpcyjnej w aparatach pomiarowych o małej dokładności. Ponadto, zmierzono również pęcznienie/kontrakcję matrycy węglowej w trakcie adsorpcji/desorpcji gazów. Próby swobodnego pęcznienia wykazały, że odkształcenia liniowe spowodowane sorpcją gazu są całkowicie odwracalne w trakcie desorpcji (Rys. 3). Kształt izotermy sorpcji obliczony za pomocą wzoru skorygowanego na efekt pęcznienia nie różni się od izotermy obliczonej bez tejże poprawki. Ponadto, za pomocą zmodyfikowanego równania Langmuira wg Sakurovsa obliczono gęstość gazu zaadsorbowanego (CO₂) biorąc poprawkę na efekt pęcznienia matrycy węglowej (pomniejszenie się objętości porowej). W tym przypadku uzyskano nierealistycznie wysokie wartości obliczonej gęstości fazy zaadsorbowanej. Wobec tego można wnioskować, że szacowanie gęstości fazy zaadsorbowanej sorpcji nadmiarowej obliczane poprzez ekstrapolację zmodyfikowanego równania Langmuira wg Sakurovsa (zakładając tą wartość jako parametr swobodny) są najlepszą metodą oszacowania gęstości tej fazy – bez potrzeby wprowadzania poprawki na pęcznienie matrycy węglowej. Dlatego też, w późniejszych publikacjach metodę tą stosowałem w przypadku innych adsorbentów takich jak węgiel aktywowany (pozycja nr 2).



Rys. 3. Wyniki zależności pęcznienia/kontrakcji matrycy węglowej na sorpcję/desorpcję CO₂ na próbkach węgla Selar Cornish (sorpcja – punkty z wypełnieniem; desorpcja – punkty bez wypełnienia)

W publikacji (poz. 5) dokonano szerokiej analizy adekwatności zastosowania różnych równań stanu gazu do obliczeń gęstości gazu w aparacie manometrycznym dla mieszanek symulujących gaz spalinowy z elektrowni węglowych. Porównano zachowanie się dwóch mieszanek, jednej symulującej zanieczyszczony Hel (98%He/1%O₂/1%NO₂) i drugiej symulującej zanieczyszczony dwutlenek węgla wyseparowany z gazów spalinowych (97% CO₂/1%He/1%N₂/1%NO₂). Celem pracy było porównanie sposobu zachowania się równania stanu gazu w przypadku gazów zanieczyszczonych oraz odpowiedź na pytanie czy zastosowanie reguł mieszania w równaniach stanu Peng-Robinson (PR) oraz Soave-Redlich-Kwong (SRK) pozwala na lepszy opis zachowania się tych gazów w zakresie podwyższonych ciśnień. Badania pozwoliły na stwierdzenie że jednokomponentowe równanie stanu gazu McCarthy znacznie lepiej opisuje się zachowanie mieszanki zanieczyszczonego helu aniżeli zmodyfikowane regułami mieszania wielokomponentowe równania gazu PR i SRK. W przypadku mieszanki zawierającej CO₂ żadne z równań, które analizowano (PR, SRK oraz Span&Wagner) nie opisało dostatecznie dobrze zachowania mieszanki w wolumetrycznym aparacie sorpcyjnym. Z tego też powodu w badaniach prowadzonych w mojej dalszej pracy badawczej stosowałem wyłącznie równania McCarthy do obliczeń gęstości Helu oraz równanie Span & Wagner do obliczeń gęstości dwutlenku węgla (np. poz. 2 i 3).

Uważam, że interesujące wyniki badania sorpcji spalin elektrownianych na węglu aktywnym zaprezentowałem w referacie konferencyjnym *Flue gas sorption on activated carbon at 318K, at high pressures* wygłoszonym na konferencji GeoDarmstadt 2010.

Wykazałem w nim, że adsorpcja mieszanki CO₂ zanieczyszczonej dwutlenkiem azotu powoduje spowolnienie osiągnięcia równowagi sorpcyjnej i zmniejszenie całkowitej adsorpcji CO₂.

Doświadczenia zdobyte podczas dwuletniego stażu w TU Delft, praca w tamtejszym laboratorium oraz wcześniejszy roczny staż w zespole prof. Satya Harpalani w Southern Illinois University Carbondale w USA pozwoliły mi na wykorzystanie moich umiejętności do stworzenia własnego laboratorium badawczego. Dzięki grantowi reintegracyjnemu z 7-mego programu ramowego UE, uczelnianemu grantowi dla młodych naukowców oraz wypracowanej metodyki badawczej dotyczącej sorpcji w zakresie podwyższonych ciśnień stworzyłem laboratorium badawcze, którego wyposażenie stanowi między innymi zaprojektowany i wykonany przeze mnie wysokociśnieniowy sorpcyjny aparat wolumetryczny o dokładności porównywalnej z aparaturą renomowanych laboratoriów tego typu na świecie. Informacja o tym laboratorium ukazała się w Magazynie Parlamentarnym UE nr 382 w styczniu 2014 r. Stworzenie laboratorium spotkało się z uznaniem władz Uczelni, czego dowodem są nagrody JM Rektora Pol. Śląskiej uzyskane w 2013 (III-go stopnia) i 2014 roku (III stopnia). Stworzone Laboratorium gazu niekonwencjonalnego i składowania CO₂ pozwoliło mi na prowadzenie dalszych badań. Badania te zaowocowały szeregiem publikacji, z których za nowatorską i przydatną dla praktycznych zastosowań uważam publikację *Impact of preparation and storage of activated carbon on the high pressure sorption of CO₂* (poz. 2). W publikacji tej zaprezentowałem wyniki badań nad wpływem sposobu przygotowania i przechowywania węgla aktywnego na wysokociśnieniową (do 20 MPa) sorpcję CO₂. Wyniki badań wykazały, że w zależności od sposobu przygotowania węgla aktywnego (reaktywacji) jego pojemność sorpcyjna może ulegać zmianie. Wykazano także, że węgiel niereaktywowany posiada znacznie mniejszą pojemność sorpcyjną gazu (ok. 16%) pomimo tego, iż wcześniej nie był używany. Brak reaktywacji węgla poprzez jego wygrzanie wpływa na jego pojemność sorpcyjną. Wyniki przeprowadzonych badań prowadzą do konkluzji, iż należy jednoznacznie zdefiniować sposób (metodykę) przygotowania adsorbentu (węgla aktywnego) do badań jego sorpcyjności. Jest to niezwykle istotne, ponieważ analiza literatury przedmiotowej wykazała, że różne laboratoria badawcze w różny sposób przygotowują adsorbent do prowadzonych badań. Prowadzi to do problemów z porównywaniem wyników uzyskanych w badaniach różnych laboratoriów na tych samych adsorbentach i przy wykorzystaniu tej samej aparatury.

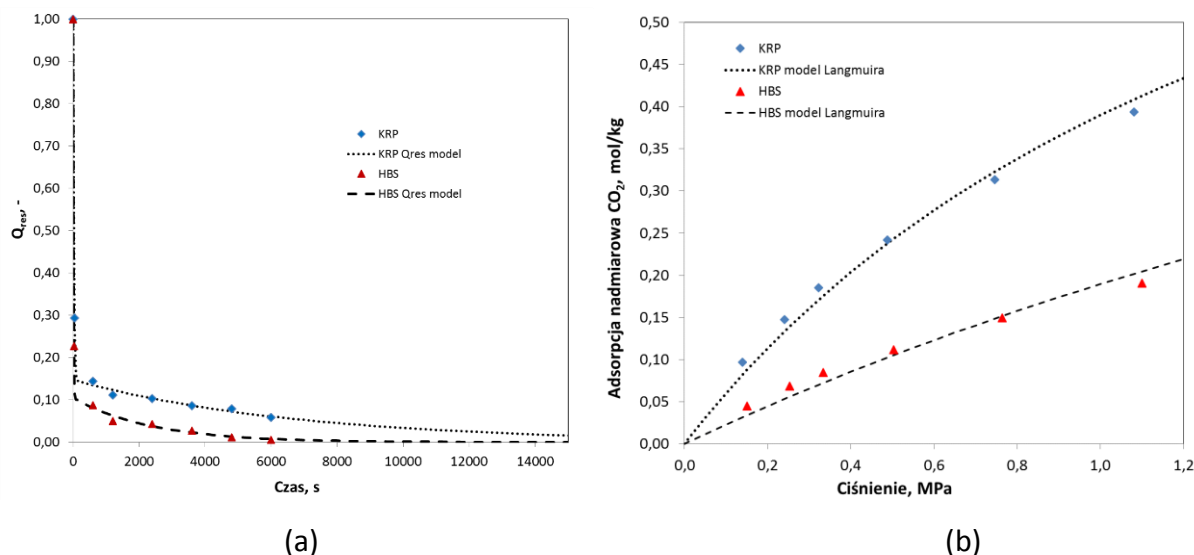
Badania adsorpcji CO₂ na węglach aktywnych skłoniły mnie do poszukiwań nowego materiału sorpcyjnego zdolnego wychwytywać CO₂ ze strumienia gazów spalinowych, który

byłby niedrogą i efektywną alternatywą dla stosowanych dotychczas w technologiach zmiennociśnieniowych (PSA – Pressure Swing Adsorption) lub zmiennotemperaturowych (TSA – Temperature Swing Adsorption) adsorbentów takich jak węgle aktywne, zeolity lub żele krzemionkowe. W tym celu wytypowano haloizyt – uwodniony glinokrzemian, który dzięki mikroporowatej strukturze z powodzeniem stosowany jest do adsorpcji węglowodorów czy innych zanieczyszczeń w fazie ciekłej. Haloizyt, jako adsorbent mineralny, jest podatny na modyfikację struktury np. rozwinięcie powierzchni właściwej lub modyfikację struktury porów poprzez kalcynację lub impregnację kwasem albo zasadą. Jest to istotne dla procesu wychwytywania CO₂ ze spalin czy też użycia haloizytu jako uszczelnacza w procesach podziemnego zgazowania węgla. W publikacji *Halloysite as Mineral Adsorbent of CO₂ – Kinetics and Adsorption Capacity* (poz.2) wykazano, że modyfikacja struktury haloizytu około trzykrotnie zwiększyła jego pojemność sorpcyjną i zapewniła wysoką kinetykę adsorpcji, rys. 4. W celu określenia kinetyki adsorpcji zastosowano model oparty na łączonych dwóch funkcjach pierwszego rzędu (na podstawie modelu bidispersyjnego):

$$Q_{res} = Q_0' \cdot e^{(-k' \cdot t)} + Q_0'' \cdot e^{(-k'' \cdot t)} \quad (1)$$

,gdzie Q_{res} oznacza resztkową pojemność sorpcyjną wyrażoną w funkcji czasu, Q_0' i Q_0'' to znormalizowane parametry pojemności sorpcyjnej, gdzie $Q_0' = 1 - Q_0''$, t oznacza czas, natomiast k' i k'' są dwiema niezależnymi stałymi reakcji pierwszego rzędu.

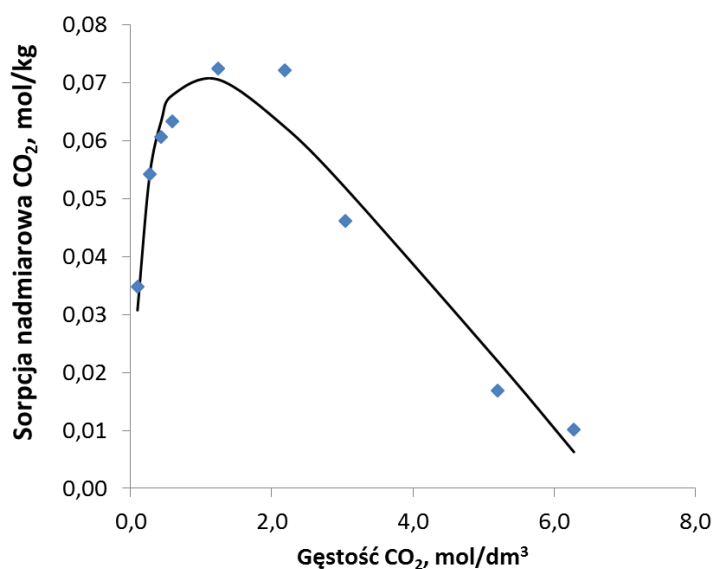
Szybka kinetyka sorpcji, którą charakteryzowała się próbka kalcynowanego haloizytu, jest niezwykle ważna w przypadku zastosowań haloizytu w procesach wychwytywania CO₂ metodą zmiennociśnieniową (PSA). Pomimo tego, haloizyt okazał się być adsorbentem o stosunkowo niskiej pojemności sorpcyjnej w stosunku do wcześniej badanych w analogiczny sposób węgli aktywnych.



Rys. 4. Kinetyka sorpcji CO_2 na próbkach haloizytu (a) oraz pojemność sorpcyjna haloizytu kalcynowanego (HBS) i kwasowanego HCl (KRP) (b). Badania w temperaturze $45^\circ C$

Jedną z nowatorskich metod ekologicznego wykorzystania energii węgla kamiennego jest jego podziemne zgazowanie. Zastosowanie tej technologii niesie ze sobą problemy zanieczyszczeń wód podziemnych. Skutecznym zabezpieczeniem wód podziemnych przed konsekwencjami stosowania technologii podziemnego zgazowania mogą być przepuszczalne bariery reaktywne (PRB - Permeable Reactive Barrier) lokowane na ciekach wodnych. Istotnym więc staje się problem zastosowania w tych barierach odpowiedniego, ze względu na właściwości sorpcyjne, materiału wypełniającego. Zagadnienia zastosowania odpowiedniego materiału sorpcyjnego oraz sposób oceny jego własności sorpcyjnych opisano w publikacji *Hydrocarbons removal from underground coal gasification water by organic adsorbents* (poz. 3). W publikacji tej przedstawione zostały wyniki badań sorpcji zanieczyszczeń organicznych (benzenu i fenoli) powstałych w wyniku podziemnego zgazowania węgla kamiennego przez dwa adsorbenty pochodzenia naturalnego (węgiel aktywny oraz zeolit), które mogą stanowić wypełnienie bariery reaktywnej pozwalającej na oczyszczenie wód podziemnych *in situ*. Sorpcja węglowodorów z syntetycznego roztworu, który symulował wodę zanieczyszczoną produktami zgazowania została opisana za pomocą dwóch izoterm tj. Freundlicha i Langmuira. W artykule porównano dopasowanie liniowych i nieliniowych postaci tych izoterm do wyników eksperymentalnych sorpcji. W obydwu analizowanych sorbentach i sorbatach znacznie lepsze dopasowanie wykazywała nieliniowa postać izoterm Langmuira. Materiałem, który okazał się lepszym sorbentem był węgiel aktywny przewyższając o prawie 60% sorpcję fenoli i ponad trzykrotnie sorpcję benzenu.

Nowatorskim kierunkiem moich badań sorpcyjności adsorbentów pochodzenia naturalnego są badania pojemności sorpcyjnej CO₂ łupków gazonośnych, które mogą stanowić geologiczne składowisko tego gazu. Możliwości zastosowania takiej technologii wskazałem w publikacji *Potencjalne możliwości składowania CO₂ w łupkach gazonośnych w Polsce* (poz. 6). Natomiast badania takie prowadziłem w ramach grantu reintegracyjnego CO2SHALESTORE (Sorpcja i migracja dwutlenku węgla w łupkach gazonośnych). Rezultaty badań sorpcji CO₂ na łupkach z dwóch odwiertów z basenu bałtycko-podlasko-lubelskiego przedstawione zostały na konferencji BIT's 2nd Annual International Symposium of Clean Coal Technology w Chinach, która była częścią 6-tego Euroazjatyckiego forum ekonomicznego. Sorpcja CO₂ na łupkach gazonośnych w temperaturze 45°C jest ponad 10-cio krotnie niższa aniżeli na węglach kamiennych i drastycznie spada powyżej ciśnienia około 6-8 MPa, rys. 5.



Rys. 5. Wyniki badań sorpcji CO₂ na próbce łupka sylurskiego z odwiertu NAROL PIG-2 (głębokość pobrania rdzenia 2640-2646 m) w temperaturze 45°C wraz z dopasowanym modelem Langmuira (linia ciągła)

Efekt spadku sorpcji nadmiarowej, obserwowany także w innych publikacjach, może wynikać z małej gęstości fazy zaadsorbowanej gazu na powierzchni łupka (niska energia adsorpcji) lub też charakterystyki metody pomiarowej (przeszacowanie objętości porowej poprzez użycie helu do wyznaczania objętości martwej aparatu). W technologii składowania CO₂ w łupkach gazonośnych istotny jest problem odsłonięcia jak największej powierzchni właściwej skały, tak aby proces sorpcji zachodził jak najszybciej (szybsza chłonność złoża dla CO₂). Odsłonięcie większej powierzchni oznacza szybszą dyfuzję gazu do wnętrza skały i adsorpcje na materii organicznej lub minerałach ilastych. Ponieważ proces zatłaczania CO₂ będzie prowadzony po zakończeniu eksploatacji metanu, należy utrzymać szczeliny wywołane

hydrauliczną stymulacją odwiertu jak najdłużej. W tym celu, podczas procesu hydraulicznego szczelinowania stosowane są proppanty, które mają za zadanie utrzymanie rozwarcia szczeliny przez możliwie długi okres czasu. Bardzo często obserwowane jest zjawisko wciskania się ziaren proppantu w skałę (tzw. embedment), które powoduje zmniejszenie lub zamknięcie się szczeliny i w efekcie spadek jej przepuszczalności. Pomiar tego efektu jest bardzo trudny, natomiast normy dotyczące badań proppantów w ogóle nie przewidują badania takiego efektu. W artykule *A method of proppant pack permeability assessment* (poz. 1) przedstawiłem metodę badań przepuszczalności proppantów na próbkach pobranych bezpośrednio ze złoża, w których wytworzone jest naturalne pęknięcie (szczelina). Szczelina ta wypełniona jest proppantem i wraz ze zmianą ciśnienia okólnego zadanego próbce można określić spadek przepuszczalności spowodowany efektem *embedment* lub kruszeniem się ziaren proppantu. Zaproponowana metoda została zgłoszona jako patent (*Sposób pomiaru przepuszczalności warstwy materiału podsadzkiowego wypełniającego szczelinę próbki skalnej*. WIPO ST 10/C PL409513).

Opisane zagadnienia dotyczące sorpcji gazów na łupkach gazonośnych, z punktu widzenia badań naukowych, wydają się być bardzo interesujące. Jest to istotne tym bardziej, że badania te dotychczas były prowadzone w niezmiernie wąskim zakresie. Dlatego też, zamierzam kontynuować badania w tym zakresie, jako lider zadania badawczego w ramach projektu SHALESEQ – *Physicochemical effects of CO₂ sequestration in the Pomeranian gas bearing shales* finansowanego z Polsko-Norweskiego Funduszu Badawczego. Realizacja projektu w konsorcjum, które składa się, oprócz Politechniki Śląskiej, z Państwowego Instytutu Geologicznego, Uniwersytetu Warszawskiego, Uniwersytetu Wrocławskiego i Uniwersytetu z Oslo rozpoczęła się w połowie roku 2014.

Ponadto, zagadnienia związane z sorpcją gazu na łupkach gazonośnych pochodzących z różnych rejonów Europy stanowią przedmiot złożonego w roku 2014 do programu badawczego UE Horizon 2020 projektu EFFOS – *Environmentally friendly fracturing of shales*, który ma być realizowany w ramach konsorcjum 11 partnerów tj.: TU Delft - lider (Holandia), Imperial College London (Wielka Brytania), Politechnika Śląska, Główny Instytut Górnictwa, Instytut Kościuszki, Montan Universität Leoben (Austria), GFZ Potsdam (Niemcy), Amphos21 Strategic and Environmental Consulting (Hiszpania), Houston Advanced Research Center (USA) oraz partnerzy przemysłowi South Western Energy Development Solutions (USA) i General Electric Deutschland Holding GmbH (Niemcy). Projekt przeszedł do drugiego etapu

oceny merytorycznej i oczekuje na ostateczne wyniki kwalifikacji. W ramach tego projektu będę liderem jednego głównego zadania i dwóch podzadań badawczych.

IV. Informacje o pozostałych osiągnięciach

A. Działalność naukowa

Poza obszarem zagadnień opisanym w autoreferacie zajmowałem się jeszcze kilkoma problemami naukowymi wykonując prace badawcze i analityczne, które stanowiły podstawę publikacji i referatów wygłoszonych na konferencjach i seminariach naukowych. Jednym z nich były ogólne problemy dotyczące ograniczenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery poprzez jego składowanie w formacjach geologicznych. Efektem prac i analiz w tym zakresie były: artykuł w czasopiśmie naukowym z listy JCR A *concept of Enhanced Methane Recovery by high pressure CO₂ storage in abandoned coal mine*, artykuły w czasopiśmie naukowym z listy B MNiSZW: *Koncepcja i uwarunkowania wysokociśnieniowego składowania CO₂ w nieczynnych Kopalniach Węgla kamiennego*, *Sekwestracja CO₂ w pozabilansowych pokładach węgla jako sposób redukcji emisji tego gazu do atmosfery*, *Analiza modelowa wysokociśnieniowego składowania CO₂ w wybranej podziemnej nieczynnej kopalni*, *Underground CO₂ storage and monitoring – current development*, referat opublikowany w materiałach konferencji zagranicznej: *CO₂ sequestration potential of an abandoned coal mine – Polish Case Study*, referaty opublikowane w materiałach konferencji międzynarodowych: *New trends of reducing Greenhouse Gases emissions and environmental impact of coal mining industry*, *Capacity of an abandoned coal mine converted into high pressure CO₂ reservoir*, referat opublikowany w materiałach konferencji krajowej *Sposoby podziemnego składowania CO₂ – kryteria selekcji miejsc, bezpieczeństwo i potencjalne miejsca w Polsce*, referaty wygłoszone na konferencjach zagranicznych *CO₂ sequestration in abandoned coal mines with methane recovery*, *Modeling CO₂ sequestration in abandoned coal mines*, *Feasibility study of CO₂ storage in closed coal mines*.

Kolejnym obszarem z zakresu moich zainteresowań naukowych była ocena właściwości mułów węglowych i odpadów powstałych w procesach wzbogacania surowców mineralnych, ze szczególnym uwzględnieniem potencjału energetycznego mułów węglowych zdeponowanych w osadnikach naziemnych. W tym zakresie uczestniczyłem w krajowych projektach badawczych: *Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii*

zagosparowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego (Projekt wykonany w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka), *Identyfikacja potencjału energetycznego depozytów mułów węglowych w bilansie paliwowym kraju oraz strategia rozwoju technologicznego w zakresie ich wykorzystania* (Praca NB-208/RG-5/09 wykonywana w ramach projektu rozwojowego Nr N R09 0006 06/2009), *Badania własności fizycznych i chemicznych mieszanin podsadzkowych wytworzonych z odpadu flotacji z ZG Trzebieńka S.A.* (wykonana w ramach pracy NB-323/RG-6/04) a także dwóch prac statutowych *Badanie parametrów samozestalających mieszanin podsadzkowych uzyskiwanych z odpadów flotacji rud metali nieżelaznych i drobnoziarnistych odpadów energetycznych oraz Badania przydatności mułów powęglowych jako składnika mieszanin drobnoziarnistych stosowanych w technologiach górniczych.* Efektem przeprowadzonych w tym zakresie badań i analiz były współautorskie artykuły w czasopismach z listy JCR: *Assessment of coal slurry deposits energetic potential and possible utilization* oraz *Analysis of selected methods of beneficiating coal slurries deposited in impoundments* oraz współautorskie artykuły w innych czasopismach z listy B MNiSZW: *Potencjał energetyczny zdeponowanych mułów węglowych* i *Analiza potencjału energetycznego depozytów mułów węglowych.* Zagadnienia z tego obszaru prezentowałem także na konferencjach międzynarodowych: dwukrotnie wygłaszając referaty na II Conference of Mineral Engineering MEC2012 oraz prezentując poster *Zasoby potencjału energetycznego depozytów mułów węglowych* na Konferencji Górnictwo Zrównoważonego Rozwoju 2012.

Innym obszarem z zakresu moich zainteresowań naukowych były problemy oczyszczania wód gruntowych z różnego rodzaju zanieczyszczeń. W zakresie tej tematyki wykonywałem zadania w pracy statutowej *Migracja i wynoszenie zanieczyszczeń z podziemnych składowisk odpadów.* Jestem współautorem rozdziału ***Guidelines for selection of reactive material for purification of underground coal gasification water*** w monografii ***Converted fuel and not only*** wydanej przez VSB Ostrawa, artykułu w czasopiśmie z listy JCR *In-situ treatment of groundwater contaminated with Underground Coal Gasification products* oraz artykułu *Is it possible to use PRB technology in the selected dumping sites areas* w czasopiśmie z listy B MNiSZW. Jestem autorem referatu *Guidelines for selection of reactive material for purification of underground coal gasification water* i współautorem referatu *Water treatment after the process of underground gasification* wygłoszonych na konferencji zagranicznej.

Sumaryczne zestawienie opublikowanego dorobku naukowego

Rodzaj osiągnięcia	Samodzielnie		Współautor		Razem		suma
	J. pol.	J. ang.	J. pol.	J. ang.	J. pol.	J. ang.	
Monografie	1	-	-	-	1	-	1
Rozdziały w monografiach	1	-	-	1	1	1	2
Publikacje – lista JCR	-	3	-	10	-	13	13
Publikacje spoza bazy JCR	5	1	3	5	8	6	14
Publikacje w materiałach konferencyjnych	1	1	-	7	1	8	9
Patenty i zgłoszenia patentowe	2	-	-	-	2	-	2
RAZEM	10	5	3	23	13	26	41

Sumaryczne zestawienie referatów wygłoszonych (nieopublikowanych) i posterów

Rodzaj osiągnięcia	Samodzielnie		Współautor		Razem		suma
	J. pol.	J. ang.	J. pol.	J. ang.	J. pol.	J. ang.	
Konferencje zagraniczne	-	9	-	4	-	13	13
Konf. międzynarodowe i krajowe	2	7	1	2	3	9	12
Postery na konf. zagranicznych	-	-	-	1	-	1	1
Postery na konf. międz. i kraj.	1	-	1	2	2	2	4
Referaty zamawiane	-	6	-	-	-	6	6
RAZEM	3	23	2	8	5	31	36

Sumaryczne zestawienie udziałów w realizacji projektów badawczych

Rodzaj projektu	Wykonawca	Kierownik	Suma
Projekty badawcze realiz. w ośrodkach zagranicznych	3	-	3
Projekty badawcze europejskie	2	1	3
Projekty badawcze krajowe	5	1	6
Prace statutowe	4	2	6
RAZEM	14	4	18

Sumaryczny Impact Factor i liczba cytowań publikacji

Rodzaj bazy danych	Liczba publikacji	Liczba cytowań	Indeks Hirscha
Web of Science	12	55	2
Scopus	13	55	3
Google Scholar	23	80	4

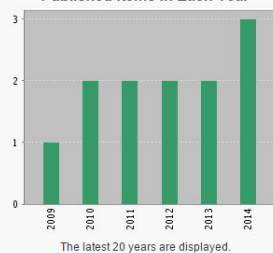
Łączna wartość wskaźnika Impact Factor wszystkich publikacji: 11.634

Citation Report: 12
(from All Databases)

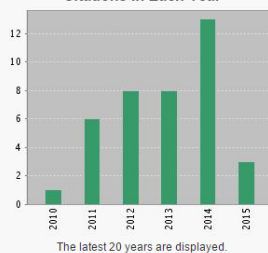
You searched for: AUTHOR: (lutynski m) ...More

This report reflects citations to source items indexed within All Databases.

Published Items in Each Year



Citations in Each Year



Results found: 12

Sum of the Times Cited [?]:	39
Sum of Times Cited without self-citations [?]:	34
Citing Articles [?]:	37
Citing Articles without self-citations [?]:	33
Average Citations per Item [?]:	3.25
h-index [?]:	2

Scopus

Biblioteka Główna PŚL

Search Alerts My list My Scopus

The Scopus Author Identifier assigns a unique number to groups of documents written by the same author via an algorithm that matches authorship based on a certain criteria. If a document cannot be confidently matched with an author identifier, it is grouped separately. In this case, you may see more than 1 entry for the same author.

Lutyński, Marcin A.

Politechnika Śląska w Gliwicach, Faculty of Mining and Geology, Gliwice, Poland
Author ID: 34872893100

About Scopus Author Identifier View potential author matches

Other name formats: Lutyński, Marcin; Lutyński, Marcin A.; Lutyński, Marcin; View More

Follow this Author Receive emails when this author publishes new articles

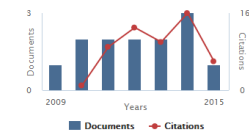
Get citation alerts

Add to ORCID

Request author detail corrections

Documents: 13
Citations: 55 total citations by 52 documents
h-index: 3
Co-authors: 8
Subject area: Earth and Planetary Sciences, Materials Science View More

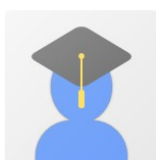
Analyze author output
View citation overview
View h-graph



13 Documents Cited by 52 documents 8 co-authors

13 documents View in search results format

Sort on: Date Cited by



Marcin Lutynski

Politechnika Śląska Silesian University of Technology
Zweryfikowany adres z polsl.pl
Mój profil jest publiczny

Edytuj

Obserwuj

Zmień zdjęcie

Tytuł	Scal	Usuń	Eksportuj	Cytowane przez	Rok
Swelling and sorption experiments on methane, nitrogen and carbon dioxide on dry Selar Cornish coal E Battistutta, P Van Hemert, M Lutynski, H Bruining, KH Wolf International Journal of Coal Geology 84 (1), 39-48				40	2010
Possibility of using permeable reactive barrier in two selected dumping sites T Suponik, M Lutynski Archives Of Environmental Protection 35, 109-122				8	2009

Google Scholar

Search bar

Indeksy cytowań	Wszystkie	Od 2010
Cytowania	80	79
h-indeks	4	4
i10-indeks	1	1



Dodaj współautorów

Karl-Heinz Wolf	+	x
Ryszard Nowosielski	+	x
Wierginia Pilarczyk	+	x

B. Działalność dydaktyczna

Zajęcia dydaktyczne prowadzę od 2003 roku. W początkowym okresie mojego zaangażowania dydaktycznego, w okresie studiów doktoranckich, prowadziłem ćwiczenia tablicowe i laboratoryjne z przedmiotów *Gospodarka odpadami w górnictwie, Likwidacja wyrobisk i zakładów górniczych oraz Technologie składowania i zagospodarowanie odpadów*. W okresie po ukończeniu studiów i zatrudnieniu na stanowisku adiunkta prowadziłem zajęcia laboratoryjne, seminaryjne i wykłady dla studentów studiów I i II stopnia z przedmiotów *Górnictwo rud i surowców skalnych, Zabezpieczanie składowisk i likwidacja kopalń, Przeróbka kopalni stałych i gospodarka odpadami, Przeróbka kopalni stałych, Maszyny i urządzenia do PMK oraz zagrożenia maszynowe i środowiskowe, Zagospodarowanie odpadów przeróbczych/Industrial waste management*. Jednocześnie byłem opiekunem grup dziekańskich na I i II stopniu kształcenia.

W ostatnim okresie opracowałem autorskie programy wykładów i seminariów w języku obcym, które prowadzę, dla studentów programu ERASMUS i grup łączonych. Przedmioty prowadzone w języku angielskim to: *Fuels and Renewable Energy Resources* oraz *Waste Management and Mine Reclamation*. Przedmiot prowadzony w języku hiszpańskim to *Sondeos (Wiertnictwo)*.

Na przestrzeni ostatnich sześciu lat byłem promotorem ośmiu dyplomów magisterskich. Dwa z tych dyplomów napisane zostały w języku angielskim, przez studentów z Hiszpanii, którzy studiowali w ramach programu LLP ERASMUS.

Jeden z tych dyplomantów został obecnie zatrudniony w kierowanym przeze mnie projekcie *Physicochemical effects of CO₂ sequestration in the Pomeranian gas bearing shales (SHALESEQ)*, finansowanym z Polsko-Norweskiego Funduszu Badawczego. Finansowanie to przewidziane jest na lata 2014 -2017. W ramach prac wykonywanych w tym projekcie przewiduję przeprowadzenie na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej przewodu doktorskiego tegoż dyplomanta. **Roboczy tytuł przewidywanej pracy doktorskiej to *Analysis of CO₂ and CH₄ sorption on gas bearing shales in a manometric setup***.

W latach 2012, 2013 i 2014 w ramach programu LLP ERASMUS prowadziłem wykłady na uczelniach zagranicznych: VSB Ostrawa (Czechy) – 2012 r., Ivan Rilski University of Mining

(Bułgaria) – 2013 r. i Instituto Superior de Engenharia do Porto (Portugalia) – 2014 r. były to standardowe tygodniowe Cyklady dla studentów I i II stopnia studiów.

Do osiągnięć dydaktycznych zaliczam także stworzenie dwóch oryginalnych stanowisk dydaktycznych, na których prowadzę zajęcia laboratoryjne z przedmiotu Maszyny i urządzenia do PMK oraz zagrożenia maszynowe i środowiskowe.

Marcin Jętkowski