

Kraków, dn. 10 grudnia 2012 r.

prof. dr hab. inż. Andrzej Kostecki
Instytut Nafty i Gazu
Kraków

Recenzja rozprawy habilitacyjnej pt. „Wysokorozdzielcze badania sejsmiczne dla rozpoznania złoża siarki Osiek oraz określania zmian dynamicznych zachodzących w wyniku eksploatacji” oraz ocena dorobku naukowego dr inż. Jerzego Deca

Jerzy Dec - absolwent Wydziału Geologiczno-Poszukiwawczego Akademii Górniczo-Hutniczej związany jest od 1981 r., tj. od momentu ukończenia studiów, z macierzystą uczelnią gdzie pracował jako asystent, starszy asystent, a obecnie pracuje jako adiunkt. Początkowe zainteresowania badawcze J. Deca zainicjowane zostały pracą magisterską pt. „Teoretyczny obraz falowy dla cienkowarstwowego ośrodka karbońskiego LZW”. Aspekt badawczy ośrodka cienkowarstwowego stanowi odtąd podstawowy element zainteresowań autora rozwijany konsekwentnie i wielokierunkowo. Sejsmogramy syntetyczne z uwzględnieniem tłumienia ośrodka generowane przy użyciu własnych programów obliczeniowych stanowiły podstawowe narzędzie analiz wpływu parametrów pokładów węgla na charakter pola falowego. Prace nad implementacją algorytmiczno-programową przetwarzania danych sejsmicznych zaowocowały opracowaniem procedur odtworzenia atrybutów sejsmicznych, algorytmów dekonwolucji: typu „spike”, minimum entropii, predykcyjnej, stratygraficznej, algorytmów filtracji częstotliwościowej, filtracji Wienera, filtracji formującej. Algorytmy te i programy, konstruowane z myślą o ich praktycznego zastosowania w studialnych i problemowych zadaniach o charakterze stosowanym, stanowiły podstawowy materiał w obronionej w 1990 r. pracy doktorskiej pt. „Analiza efektywności procedur przetwarzania materiałów sejsmicznych pod kątem odwzorowania parametrów modelu sejsmogeologicznego”. Praca doktorska J. Deca stanowi obszerne studium właściwości procedur dekonwolucji, przekształceń Hilberta w aspekcie ich użyteczności procesach przetwarzania materiałów sejsmicznych pod kątem zwiększenia rozdzielczości zapisu sejsmicznego.

W następnym etapie swej działalności naukowej dr inż. Jerzy Dec podejmuje inicjatywy związane głównie z utylitarnym charakterem sejsmiki. Były to tzw. „płytkie” badania sejsmiczne wykonywane na rzecz oceny stanu technicznego obiektów hydrotechnicznych oraz stateczności stref brzegowych zbiorników wodnych (Czorsztyn, Świnna Poręba, Porąbka, Rożnów, Klimkówka, Solina, Myczkowce). Badania te prowadzone w zespole z prof. R. Ślusarczykiem, dr inż. Z. Bestyńskim i mgr inż. A. Bugajskim były podstawą opracowania dla biur projektów budownictwa wodnego stopnia zagęszczenia gruntu, a w przypadku zapór betonowych – określania stref przeciekania zapory.

W ramach współpracy z Państwowym Instytutem Geologicznym (Oddział Kraków) dr inż. J. Dec wykonywał badania sejsmiczne dla określenia struktur osuwisk w Lachowicach, Hańczowej i Muszynie, gdzie prowadzono sondowania refrakcyjne i stosowano tomografię celem ustalenia stabilności górotworu.

Interesującym innowatorskim kierunkiem badawczym są udane próby zastosowania sejsmiki do badań pokrywy czwartorzędowej, morfologii podłoża i mikrotektoniki w rejonie

Tatr i Podhala. Badania te prowadzone przy współpracy z Instytutem Geografii i Zagospodarowania Przestrzennego PAN (dr hab. M. Baumgart-Kotarba) pozwoliły określić rzeźbę polodowcową podłoża i wyznaczyć granice utworów podczwartorzędowych w Dolinie Białej Wody, Dolinie Kościeliskiej, Dolinie Małej Łąki oraz sekwencje osadów i ruchów lodowca w rejonie Palenicy Białczańskiej i zmienność osadów dennych w Morskim Oku.

Inny kierunek zainteresowań dr inż. J. Deca to wyznaczenie stopnia dezintegracji ośrodka skalnego zalegającego w rejonach płytkiej eksploatacji wyrobisk górniczych. Autor opracował sejsmiczną skalę oceny stanu górotworu i zagrożenia powierzchni terenu na podstawie ustalonego związku pomiędzy wartością prędkości a gęstością spękań i geotechnicznym wskaźnikiem spękań. Ten oryginalny sposób efektywnej oceny propagacji spękań i towarzyszącej mu estymacji stanu zagrożenia w powiązaniu z badaniami tomograficznymi pozwala na wykonywanie badań podłoża na obszarze zabudowanym.

Rezultaty swych badań oraz zespołów, w których J. Dec uczestniczył, prezentowane były w formie referatów i posterów na konferencjach międzynarodowych (Budapeszt, Utrecht, Palermo, Gdańsk, Wysowa, Niedzica, Lublin, Kraków) oraz na krajowych sympozjach i warsztatach naukowych (18). Po uzyskaniu doktoratu J. Dec opublikował samodzielnie 13 prac w tym jedną monografię w języku polskim i rozdział w książce *Achievements in Geoscience*, a ponadto jest współautorem 42 publikacji w tym w recenzowanych czasopismach: *Polish Journal of Environmental Studies*, *Acta Geophysica*, *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, *Publications of the Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences*, *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, *Zeszyty Naukowe AGH - Geofizyka Stosowana*, *Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa*, *Kwartalnik Geologia*. W każdej zbiorowej publikacji określony został (uzgodniony ze współautorami) wkład autora. Jest on znaczny i waha się w granicach 25-80%.

Dr inż. Jerzy Dec w latach 1990 - 2012 uczestniczył w 15 projektach badawczych w tym 4-krotnie w charakterze kierownika projektu, a w pozostałych jako główny wykonawca. Na uwagę zasługuje duża aktywność J. Deca w zakresie współpracy z przemysłem. Autor prowadził badania sejsmiczne celem rozpoznania złóż i określenia stanu zagrożenia tąpnięciami w kopalniach „Piast”, „Bobrek”, „Kleofas”, „Konin”, „Bełchatów” oraz nadzorował doświadczalne badania w rejonie Głogowa, Sieroszowic, Rudnej tj. w rejonie przyszłej eksploatacji KGHM Polska Miedź SA. Szczególnie owocną okazała się współpraca J. Deca z kopalnictwem siarkowym na kopalniach w Grzybowie, w Jeziórku i w rejonie kopalni Osiek w zakresie badań stref przepływu wód złożowych i monitoringu procesu eksploatacji złóż siarki.

Dr inż. J. Dec jest doświadczonym pedagogiem. W macierzystej uczelni prowadzi autorskie wykłady z zakresu: sejsmiki, processingu sejsmicznego, metod sejsmicznych, geofizyki inżynierskiej, podstaw geotechniki. Wypromował kilkadziesiąt prac magisterskich. Działalność dydaktyczna J. Deca znalazła uznanie władz AGH, które kilkakrotnie wyróżniały go nagrodami rektora. W 2008 r. otrzymał medal Komisji Edukacji Narodowej.

Zastosowanie sejsmiki do kontrolowania zachowania się złóż surowców mineralnych odnosi się generalnie do złóż węglowodorów i magazynów gazu ziemnego oraz do magazynów dwutlenku węgla. Wspólną cechą umożliwiającą śledzenie zmian górotworu w wyniku eksploatacji tych mediów jest relatywnie duża szybkość i intensywność zmian cech fizycznych w wyniku szczypania złóż.

W niniejszej rozprawie autor udowodnił, że również złoża siarki mogą być efektywnie monitorowane metodami sejsmicznymi jeżeli są eksploatowane metodą Frascha umożliwiającą stosunkowo szybki odbiór płynnej siarki. Wówczas bowiem możliwe jest rozpoznanie budowy geologicznej złoża w aspekcie planowania przyszłego procesu eksploatacji jak również osiąganie pożądanych efektów produkcyjnych z aktywnej części

złoża uwarunkowane zmianami właściwości skał. Rozprawa habilitacyjna jest obszernym, szczegółowym studium badawczym związków pomiędzy odwzorowaniem sejsmicznym ośrodka a parametrami eksploatacyjnymi złoża siarki. Poligonem doświadczalnym dla monitorowania złoża siarki było badeńskie złożo „Osiek” zlokalizowane na przedpolu Przedgórze Karpat. Wapienie siarkonośne mają miąższość średnią ok. 20m, głębokość zalegania złoża zmienia się od 100 do 200m. Złożo ma charakter pokładowy. Dominuje siarka w postaci gniazd i żył z licznymi połączeniami. Seria złożowa jest uszczelniona warstwami pektenowymi i iłami krakowieckimi. Generalnie złożo to jest korzystne z eksploatacyjnego punktu widzenia. Natomiast odwzorowanie sejsmiczne zapewniają kontrasty parametrów sprężystych pomiędzy iłami i wapieniami zbitymi oraz pomiędzy gipsami i mułowcami.

Zasadniczy - geofizyczny fragment rozprawy poprzedzony został opisem głównych złóż siarki w świecie i w sposób bardziej szczegółowy - w zapadisku przedkarpackim. Przedstawiono również dane statystyczne dotyczące produkcji siarki, informacje o ekonomicznych uwarunkowaniach produkcji siarki różnymi metodami. Omówiono technologię wydobywania siarki metodą otworową, przedstawiono charakterystyki procesów wytapiania oraz wpływu tego procesu na kształtowanie morfologii nadkładu złoża. Tę część pracy należy traktować jako swoiste *vade mecum* wiedzy o siarce, złożach siarki i sposobach jej produkcji. Zamieszczenie tych informacji uważam za celowe.

Wysokoczęstotliwościowa sejsmika dysponująca źródłami wzbudzenia drgań o dominującej częstotliwości 120Hz i odbiornikami o rezonansowej częstotliwości 100Hz i charakterystyce tłumiącej niskoczęstotliwościowe zakłócenia jest predysponowana do podejmowania zadań z zakresu ocen strukturalno - litologicznych oraz ocen charakterystyk ośrodka złożowego. Kluczową rolę odgrywa tutaj przyjęty model prędkości złoża oraz otaczającego ośrodka. Autor szczegółowo omówił modele Picketta, Wylliego i Gardnera przedstawiając propozycję rozszerzenia ich zastosowania na układy trójskładnikowe z uczestnictwem siarki. Prowadzi to do sformułowania relacji pomiędzy zawartością siarki w zależności od porowatości. Sporo uwagi poświęcił autor uwarunkowaniom metodyki badań analizując pionową i poziomą rozdzielczość zapisu umożliwiające wydzielenie cienkiej warstwy złożowej oraz podścielające warstwy gipsowe i mułowcowe. Przetwarzanie danych sejsmicznych na użytek niniejszej pracy wykonane zostało w systemie Vista 3D firmy Seismic Image Software. Dzięki szerokiej elastyczności systemu operacyjnego umożliwiającej dowolne konfigurowanie sekwencji obliczeniowych autor dokonał efektywnej modyfikacji sposobu wprowadzania poprawek statycznych- elementu bardzo istotnego w procesie przetwarzania danych w aspekcie dokładności pomiarów i w konsekwencji- rezultatów interpretacji. Ten sposób jest szczególnie istotny przy udarowym wzbudzeniu drgań. W sekwencji przetwarzania danych pomiarowych uwzględniono stosowanie filtru formującego (z ang. shaping filter), który dokonuje korekty fazowej sygnału istotnie poprawiając rozdzielczość zapisu, usuwając widoczne efekty „rozmycia” sygnału. Końcowym etapem przetwarzania sejsmicznego jest migracja sejsmiczna. Tutaj posługiwano się stosunkowo szybką procedurą Stolta w dziedzinie liczb falowych i częstotliwości obowiązującą w ośrodku lateralnie jednorodnym. W przypadku nadkładu o umiarkowanych zmianach prędkości w kierunku poziomym stosowanie tej procedury jest w pełni uzasadnione. Interpretacja powierzchniowych badań sejsmicznych wspomagana pomiarami Pionowych Profilowań Sejsmicznych pozwoliła rozpoznać pierwotną budowę złoża wskazując obszary o mniejszej porowatości złoża mniej podatne do tłoczenia gorącej wody technologicznej oraz obszary o znacznej porowatości- miejsca ewentualnej ucieczki gorących wód.

Bardzo ważnym fragmentem rozprawy jest zaprezentowany monitoring sejsmiczny uwarunkowany stosowaniem akwizycji sejsmicznej w niezmienniej formie, okresowo dla śledzenia skutków eksploatacji złóż i podejmowania optymalnych ekonomicznie decyzji

odnośnie dalszej eksploatacji złoża oraz dla weryfikacji zagrożeń erupcyjnych. Zamieszczone w rozprawie przykłady okresowo wykonywanych przekrojów sejsmicznych wskazują w przekonujący sposób na ogromne zalety repetycji pomiarów sejsmicznych. Szczegółowe studium badawcze sejsmiki w zastosowaniu do dokumentowania złoża siarki, śledzenia przebiegu eksploatacji z użyciem monitoringu sejsmiki 4D i projektowaniu przyszłej eksploatacji jest oryginalnym osiągnięciem autora. Walory praktyczne tej działalności znalazły uznanie głównego beneficjenta tj. Kopalni i Zakładów Chemicznych Siarki „Siarkopol”, które potwierdzają, że „badania te w istotny sposób przyczyniły się do optymalizacji procesu wydobycia siarki” (cytat z pisma „Siarkopolu” do Wydziału Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska z dnia 8.10.2012).

Reasumując, aktywna działalność naukowo-badawcza dr inż. Jerzego Deca wyrażona publikacjami w renomowanych, specjalistycznych wydawnictwach w dziedzinie geofizyki i geologii oraz zaprezentowana rozprawa o oryginalnym charakterze w pełni uzasadniają wniosek o przyznanie dr inż. Jerzemu Decowi stopnia doktora habilitowanego.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. Deca', is centered on the page.