

**Dr inż. EWA KAWALEC-LATAŁA**  
**Katedra Geofizyki**  
**Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska**  
**Akademia Górniczo-Hutnicza im. ST. Staszica**  
**w Krakowie**

## **AUTOREFERAT**

Kraków, 2014

1. Imię i nazwisko

**Ewa Kawalec- Latała**

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

**Tytuł magistra inżyniera geofizyka AGH, Wydział Geologiczno Poszukiwawczy, 1973**

**Stopień doktora nauk technicznych AGH Wydział Geologiczno Poszukiwawczy 1982**

**Tytuł rozprawy doktorskiej „Nowa metoda transformacji prędkości składania na inne rodzaje prędkości sejsmicznych”**

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych.

**Przedsiębiorstwo Geofizyki Górnictwa Naftowego w Krakowie od 1974 do 1975 – starszy geofizyk**

**Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie od 1975 do 1977 - asystent**

**Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie od 1978 do 1981 - starszy asystent**

**Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie od 1982 do chwili obecnej - adiunkt**

4. W skazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

a) tytuł osiągnięcia naukowego /artystycznego

**„Inwersja sejsmiczna w rozpoznawaniu niejednorodności złóż soli perspektywicznych dla budowy podziemnych zbiorników”**

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa)

**Na osiągnięcie naukowe składa się monografia habilitacyjna {M1} o tym samym tytule oraz suplement w postaci mono-autorskich publikacji {M2} – {M8}.**

{M1} Kawalec E. 2009, „*Inwersja sejsmiczna w rozpoznawaniu niejednorodności złóż soli perspektywicznych dla budowy podziemnych zbiorników*”, Wydawnictwa AGH Kraków, seria Rozprawy Monografie nr. 201, ISSN 0867-6631, stron 144.

punktacja MNiSW 2009 12 pkt.

{M2} Kawalec-Latała E., 2008. *The influence of seismic wavelet on the resolution of pseudoimpedance section for construction of underground storage — Wpływ sygnału sejsmicznego na rozdzielczość sekcji pseudoimpedancji akustycznej w rejonie budowy podziemnych magazynów*, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi Mineral Resources Management* 2008 t. 24 z. 2/3 s. 387–397.

IF = 0,103

punktacja MNiSW 2008 10 pkt.

{M3} Kawalec-Latała E., 2011, *Złoża soli kamiennej z rejonu wyniesienia Łeby na sekcjach pseudoimpedancji akustycznej w kontekście budowy podziemnych magazynów — Rock salt deposits of the Łeba elevation on pseudoimpedance acoustic sections for construction of underground storage*, *Górnictwo Odkrywkowe*; ISSN 0043-2075. R. 52 nr 1–2 s. 94–99.

punktacja MNiSW: 2011 6 pkt.

{M4} Kawalec-Latała E., 2012, *Detection of salts deposits geometry variation*, *Journal of Mining and Geoengineering*; ISSN 2299-257X. vol. 36 no. 2, s. 161–169.

punktacja MNiSW: 2012 5 pkt.

{M5} Kawalec-Latała E., 2013, *Detekcja soli wtórnie przeobrażonych w pokładowych złożach soli kamiennej na podstawie sekcji pseudoimpedancji akustycznej — Detection of descendent salts in rock deposits on the basis of the pseudo-impedance acoustic section*, *Przegląd Górniczy*; ISSN 0033-216X. —t. 69 nr 3, s. 57–63.

punktacja MNiSW 2013 6 pkt.

{M6} Kawalec-Latała E., 2013, *The effectiveness of deconvolution process in presence of random noise on the base of rock salt deposits from "Bytom Odrzański" area*, *Studia Geotechnica et Mechanica*; ISSN 0137-6365. vol. 35 no. 1, s. 109–117.

punktacja MNiSW 2013 7 pkt.

{M7} Kawalec-Latała E., 2014, *Edge detection on images of pseudoimpedance section supported by context and adaptive transformation model images*, *Studia Geotechnica et Mechanica*, ISSN 0137-6365. vol. 36 no. 1, s. 29–36.

punktacja MNiSW, 2013 7 pkt.

{M8} Kawalec-Latała E 2014, *Modelowania sekcji pseudoimpedancji akustycznej z włączeniem procedury dekonwolucji minimum entropii MED jako ilustracja możliwości detekcji wtrąceń anhydrytu — Pseudoimpedance acoustics section modelling with minimum entropy deconvolution MED included as visualization of possibility detection of salt intercalated with anhydrite*, *Przegląd Górniczy* ; ISSN 0033-216X w druku.

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

**Osiągnięcie naukowe: „Inwersja sejsmiczna w rozpoznawaniu niejednorodności złóż soli perspektywicznych dla budowy podziemnych zbiorników”** wchodzi w zakres powierzchniowych sejsmicznych metod poszukiwawczych z dyscypliny naukowej Górnictwo

i Geologia Inżynierska. Na osiągnięcie naukowe składa się monografia habilitacyjna {M1} o tym samym tytule oraz suplement w postaci mono-autorskich publikacji {M2} – {M8}. Stanowi on poszerzenie i kontynuację tez zawartych w monografii oraz weryfikację opracowanego przeze mnie informatycznego systemu INVERS, przedstawionego w monografii habilitacyjnej i stanowiący jej integralną część.

**{M1} Kawalec E. 2009, „Inwersja sejsmiczna w rozpoznawaniu niejednorodności złóż soli perspektywicznych dla budowy podziemnych zbiorników”, Wydawnictwa AGH Kraków, seria Rozprawy Monografie nr. 201, ISSN 0867-6631, stron 144. punktacja MNiSW 2009 12 pkt.**

W monografii {M1} przedstawiłam moją koncepcję zastosowania dla rozpoznawania niejednorodności budowy pokładów soli kamiennej, niestosowanej dotychczas w tym celu, metody obliczania i interpretacji sekcji pseudoimpedancji akustycznej oraz autorski informatyczny system sejsmiczny INVERS umożliwiający generowanie tras pseudoimpedancji akustycznej dla modeli pokładowych złóż soli dla różnych wariantów danych wejściowych. System ten obok modelowań pozwala na włączenie podstawowych dla poprawy rozdzielczości procedur przetwarzania. Zaletą stosowania tego systemu jest uniknięcie konieczności korzystania z wielu programów modelowania i przetwarzania, z których każdy dostępny jest w odrębnym systemie. Skraca to cykl obliczeń i nie generuje problemu dopasowywania danych wejściowych i wyjściowych, co przy dużej zmienności parametrów modelowań zwiększa elastyczność realizacji obliczeń. Przedstawiana praca jest pierwszym etapem adaptacji metody inwersji trasy sejsmicznej w kierunku obliczania pseudoimpedancji akustycznej do detekcji niejednorodności budowy pokładowych złóż soli kamiennej.

Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju wymaga budowy podziemnych magazynów ropy naftowej i gazu ziemnego. W znacznym zakresie światowych doświadczeń magazynowanie ropy oraz innych ciekłych i gazowych węglowodorów ma miejsce w kawernach solnych wytworzonych przez ługowanie złoża otworami z powierzchni terenu. Użyteczność soli w tym względzie wynika z jej korzystnych własności fizyko-mechanicznych. Pozwala to na ługowanie dużych i stabilnych zbiorników, bez dodatkowych zabiegów wzmacniających. Jako szczególnie korzystne w kontekście podziemnych zbiorników traktowanych, jako magazyny substancji użytecznych wyróżnia się: obojętność chemiczną wobec magazynowanych substancji (węglowodorów), bardzo niską przepuszczalność,

jednorodność w dużych partiach złoża. Warunkiem powodzenia takiego wariantu zagospodarowania złoża jest dokładne rozpoznanie jego budowy wewnętrznej. Waga zagadnień związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa energetycznego kraju poprzez budowę podziemnych magazynów węglowodorów, ich aspekt ekonomiczny i ekologiczny były inspiracją i uzasadnieniem słuszności podjętej przeze mnie tematyki badawczej. W naukach ścisłych powszechnie stosowane są rozwiązania oparte na metodach inwersji. Poznanie wewnętrznej budowy ziemi polega na zbieraniu danych i próbach wydobycia pożądanych informacji z analizy tych danych. W geofizyce obserwowane dane pochodzą od pól fizycznych wygenerowanych przez sztuczne lub naturalne źródła i propagujących przez ośrodek geologiczny. Geofizycy na podstawie takich informacji, odwzorowują wgłębną budowę ośrodka skalnego. Na tym najogólniej polega proces inwersji. Jest to trudna operacja z wielu powodów. Przede wszystkim dane geofizyczne są zawsze zakłócone przez szum i pozyskiwane z ograniczonej ilości punktów pomiarowych. Ponadto modele matematyczne nawet, jeśli są skomplikowane to i tak w znacznym stopniu upraszczają rzeczywiste zjawiska geofizyczne. W rezultacie rozwiązanie jest zawsze niepewne i obarczone błędami. Konwencjonalne podejście do analizy danych w geofizyce, polega na konstrukcji różnych modeli geologicznych i porównaniu teoretycznych danych geofizycznych, obliczanych dla tych modeli z danymi pomiarowymi. Numeryczne modelowanie danych geofizycznych dla zadanych parametrów modelu, to tak zwane zadanie proste. Zadanie proste polega na predykcji danych geofizycznych dla konkretnych geologicznych struktur stanowiących model. Podstawowym celem geofizycznych badań jest rozpoznanie ośrodka geologicznego na podstawie rzeczywistych danych geofizycznych. To złożony problem, co wynika ze skomplikowanej budowy ośrodka geologicznego. Zadanie odwrotne polega na aproksymacji budowy geologicznej na podstawie pomierzonych danych geofizycznych. Sukces interpretacji geofizycznej zależy od naszych możliwości aproksymacji rzeczywistych geologicznych struktur, poprzez racjonalne modele i efektywności rozwiązywania korespondujących problemów inwersji.

W prezentowanej pracy przedstawiono modelowania syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznej, generowanych z uwzględnieniem różnych wariantów przetwarzania dla wybranych złóż z rejonów perspektywicznych dla budowy podziemnych zbiorników. Modelowania wykonane są przy użyciu systemu INVERS.

System INVERS składa się z dwóch części wchodzących w skład jednego systemu: pakietu programów modelującego trasy i syntetyczne sekcje oraz z części przeznaczonej do

graficznego przedstawienia wyników modelowania. Aplikacja została utworzona przy użyciu systemu Borland C++. Pliki pomocy w formacie PDF były stworzone za pomocą pakietu OpenOffice.

Całość modelowania sekcji pseudoimpedancji akustycznej obejmuje następujące etapy:

- wczytanie modelu sejsmogeologicznego ośrodka,
- obliczenie odpowiedzi impulsowych dla zadanego modelu,
- obliczenie sejsmogramów syntetycznych dla ustalonego sygnału sejsmicznego,
- przetworzenie sejsmogramów syntetycznych (nałożenie szumu, dekonwolucja), opcjonalnie,
- inwersja w kierunku obliczenie tras pseudoimpedancji akustycznej,
- obliczenie i dodanie części wolnozmiennnej (trendu).

Każdy etap zaprogramowany jest na oddzielnym formularzu, a dane przekazywane są przez pliki o odpowiednich nazwach. Wszystkie formularze wywoływane są z poziomu formy głównej „Obliczenia”. Program pozwala na przeprowadzenie całkowitego modelowania (Dane wejściowe -> Model). Umożliwia również przeprowadzenie modelowania od pewnego etapu: Dane wejściowe -> Sejsmogramy syntetyczne. Opcja ta, po dopasowaniu formatów, umożliwia korzystanie z innych systemów modelowań.

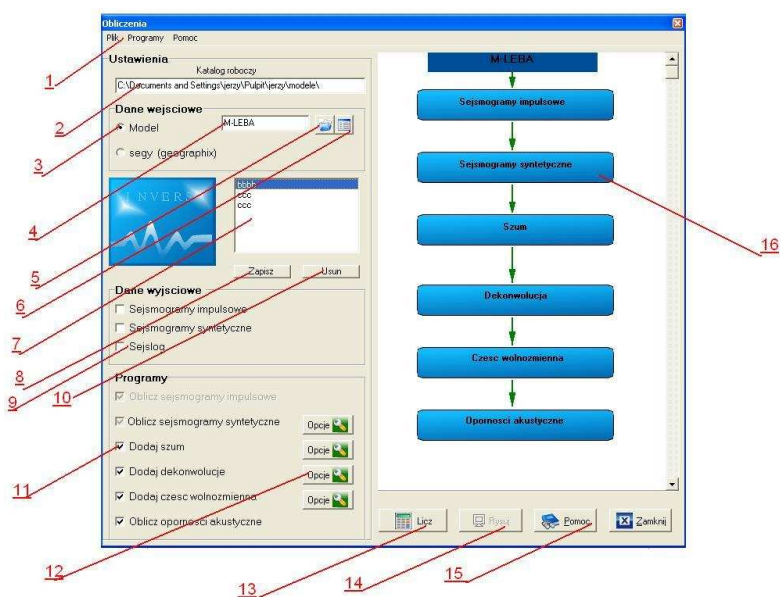
Formularz „Obliczenia” służy do zadeklarowania najważniejszych parametrów procesu obliczeń, czyli:

- ustalenie, które procedury będą uwzględnione w obliczeniach.
- ustalenie danych startowych.
- wybór ewentualnych wyników wyprowadzanych na zewnątrz programu.

Formularz „Obliczenia” umożliwia wybranie procedur, jakie będą włączone do modelowania sekcji pseudoimpedancji akustycznej, czyli:

- Program do obliczania sejsmogramów impulsowych,
- Program do obliczania sejsmogramów syntetycznych,
- Program nakładający szum na sejsmogramy syntetyczne,
- Program włączający dekonwolucję,
- Program do obliczania pseudoimpedancji akustycznych,
- Program dodający część wolnozmienną do tras pseudoimpedancji akustycznej.

Z poziomu tego formularza wywołuje się ustawienia poszczególnych procedur, zapisuje ustawienia, oraz otwiera uprzednio zapisane ustawienia.



Formularz „Obliczenia”.

Danymi wejściowymi może być model sejsmogeologiczny lub sejsmogramy zapisane w postaci pliku segy.

Model sejsmogeologiczny ośrodka definiuje się na płaszczyźnie XZ, gdzie X- współrzędna pozioma na płaszczyźnie odniesienia (powierzchnia ziemi, Z- współrzędna głębokościowa. Model składa się z warstw o różnej impedancji akustycznej. Dla każdej warstwy modelu zadaje się jej miąższość, gęstość oraz prędkość rozchodzenia się fali sejsmicznej. Dla każdej warstwy możliwa jest zmiana miąższości i prędkości poprzez interpolację. Pierwszą warstwą modelu jest górna półprzestrzeń, dla której zadaje się miąższość równą zero, a prędkość i gęstość takie same, jak w pierwszej warstwie ośrodka skalnego w celu uniknięcia odbicia od powierzchni ośrodka. Jako dolną półprzestrzeń przyjmuje się najniższą warstwę, od stropu, której uwzględnia się odbicie promienia sejsmicznego. W systemie przyjęto długość modelu w dziedzinie czasu równą maksymalnemu czasowi  $2T_0$  w pierwszej części modelu.

Generowanie sekcji syntetycznych realizowane jest w wariancie zero-offsetowym 1.5D, co symuluje sekcję sejsmiczną po migracji czasowej.

Obliczanie sekcji syntetycznych rozpoczyna się od generowania tras impulsowych. Plikiem wejściowym do obliczenia tras impulsowych jest wcześniej zadany model sejsmogeologiczny. Trasy impulsowe są obliczane w przypadku, gdy modelowanie rozpoczyna się od etapu pierwszego - wczytania modelu. Sejsmogramy syntetyczne oblicza się poprzez splot sygnału

sejsmicznego z trasą impulsową realizowany w domenie częstotliwości. Dane wejściowe stanowi plik binarny zawierający widma amplitudowe tras impulsowych i sygnału sejsmicznego. Do obliczeń wykorzystuje się metodę szybkiej transformaty Fouriera (FFT).

Program pozwala na nałożenie szumu addytywnego na trasy sejsmogramów syntetycznych. Szum o rozkładzie równomiernym jest tworzony za pomocą generatora liczb pseudolosowych. Po filtracji do zakresu częstotliwości tras sejsmicznych nakładany jest na sejsmogramy syntetyczne. Parametrami szumu są: poziom szumu [%] i ograniczenie pasma szumu od strony niskich i wysokich częstotliwości w [Hz]. Poziom szumu ustalany jest procentowo w stosunku do amplitudy sygnału. Plik wyjściowy zapisany jest w taki sam sposób jak plik wejściowy i zawiera trasy sejsmogramów syntetycznych z nałożonym szumem.

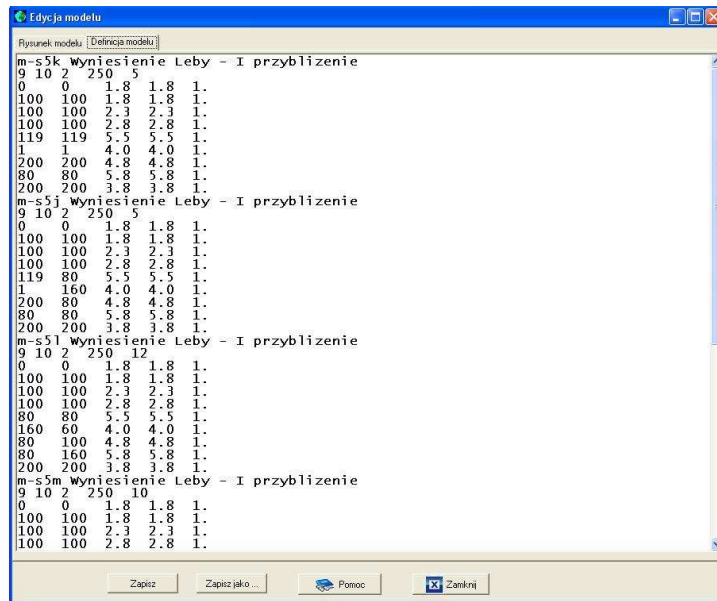
W systemie INVERS w opcji przetwarzania tras sejsmicznych są dostępne dwie procedury dekonwolucji: predykcyjna i minimum entropii MED. Algorytm dekonwolucji predykcyjnej dla danych dyskretnych oparty jest na technice określenia filtra dekonwolucji zaproponowanej przez Wienera (1949) polegającej na rozwiązaniu układu równań liniowych, przy wykorzystaniu własności macierzy Toeplitza. W programie korzysta się z podprogramów opracowanych przez Robinsona, które stanowią bibliotekę fortranowską, a przy opracowywaniu systemu INVERS zostały zaadaptowane do języka C<sup>++</sup>.

Algorytm dekonwolucji minimum entropii polega na maksymalizacji normy *Varimax*, zaproponowanej przez Wiggins'a w 1978, co w praktyce sprowadza się do rozwiązania równania macierzowego o postaci analogicznej do równań Wienera rozwiązywanych w dekonwolucji predykcyjnej. Przy rozwiązywaniu tego równania korzysta się z rekursywnego algorytmu Lewinsona, podobnie jak w przypadku dekonwolucji predykcyjnej. Trasy sejsmogramów syntetycznych po dekonwolucji zapisywane są w pliku wynikowym. Sposób zapisu jest taki sam, jak plik wynikowy z sejsmogramami syntetycznymi.

Kolejnym, zasadniczym etapem w systemie jest obliczanie tras pseudoimpedancji akustycznej poprzez inwersję sejsmogramów syntetycznych. Trasy pseudoimpedancji akustycznej są generowane na podstawie tras sejsmogramów syntetycznych z nałożonym szumem, lub bez szumu, po dekonwolucji, lub bez nałożonego filtra dekonwolucji (w zależności od wyboru programów). W modelowaniach sekcji pseudoimpedancji akustycznej stosowano inwersję rekursywną. Jest to typ inwersji akustycznej, stosowanej na danych po procesie składanie tras, otrzymywanych w metodyce profilowań wielokrotnych.

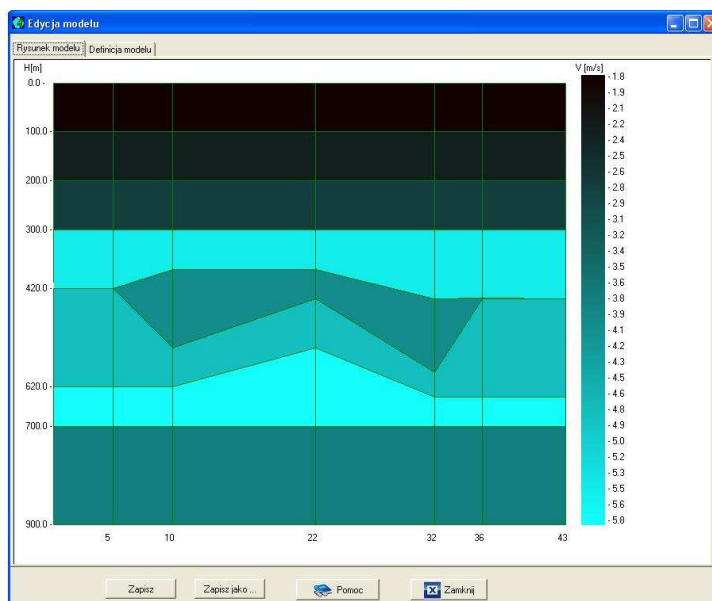


Po przeprowadzeniu modelowania można wyświetlić rysunek modelu seismogeologicznego, seismogramy syntetyczne oraz sekcje pseudoimpedancji akustycznej w kilku wariantach graficznych. Edycja modelu jest możliwa poprzez przedstawienie definicji modelu, jako zwykłego pliku tekstowego lub w formie prezentacji graficznej.



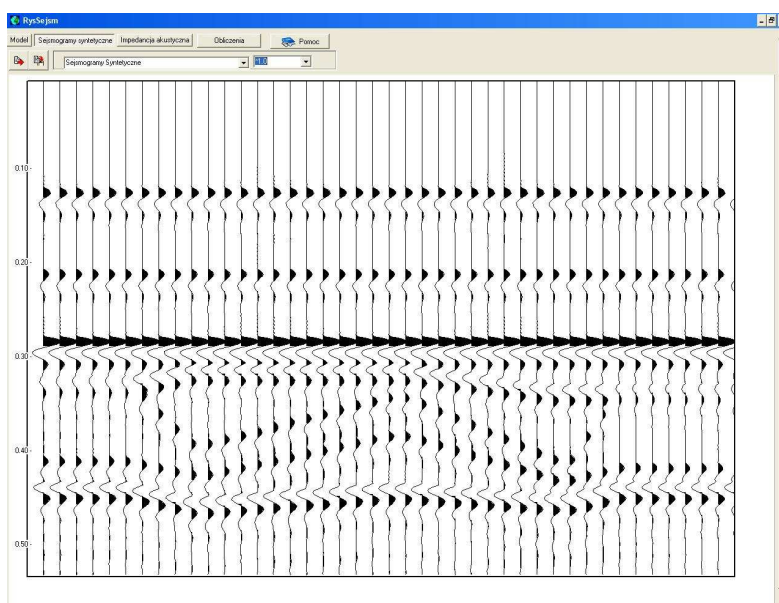
Prezentacja tekstowa modelu (Definicja modelu).

Graficzna prezentacja modelu polega na przedstawieniu dwuwymiarowego modelu seismogeologicznego, który zadajemy na początku procesu modelowania. Wartość prędkości rozchodzenia się fal sprężystych w ośrodku jest przedstawiona za pomocą nasycenia barw (według legendy). Istnieje możliwość zapisania mapy do pliku z rozszerzeniem: „bmp”, „jpg”, lub wczytania do schowka.



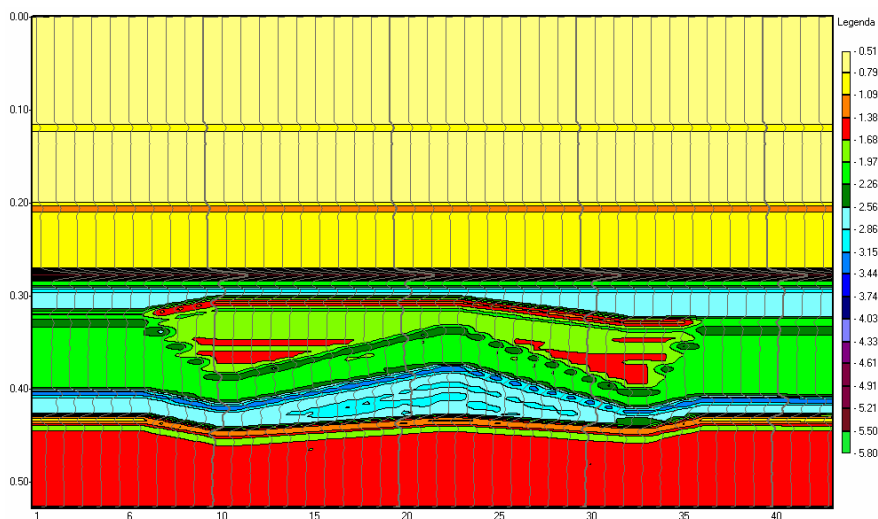
Prezentacja graficzna modelu.

Sejsmogramy syntetyczne generowane w programie mogą być przedstawione graficznie w konwencji czarno-białej, zapisywania obrazu do pliku bmp, jpg oraz kopiowania do schowka. Istnieje możliwość skalowania tras

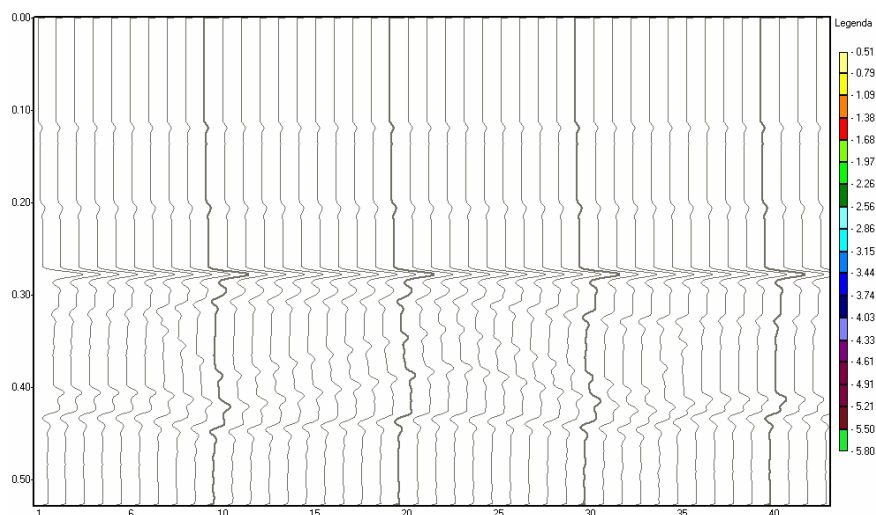


Sejsmogramy syntetyczne.

Końcowy efekt modelowania, czyli sekcje pseudoimpedancji akustycznych w funkcji czasu można przedstawić w postaci kolorowej mapy lub wykresu tras pseudoimpedancji akustycznych. Program wykonuje poziome i pionowe skalowanie, aby dopasować obraz sekcji do wielkości monitora. Można otrzymać wartości pseudoimpedancji akustycznych w każdym punkcie sekcji. Program wykonuje także interpolacje między trasami. Wyniki tej procedury są przedstawione w postaci mapy o paletce barw zgodnej z legendą. Barwna mapa, trasy pseudoimpedancji i granice między przedziałami pseudoimpedancji są jakby niezależnymi elementami, mogą więc być wyłączane lub włączane w zależności od potrzeb. Sekcja pseudoimpedancji akustycznej może być przedstawiona w postaci barwnej lub w formie czarno-białego wykresu tras.



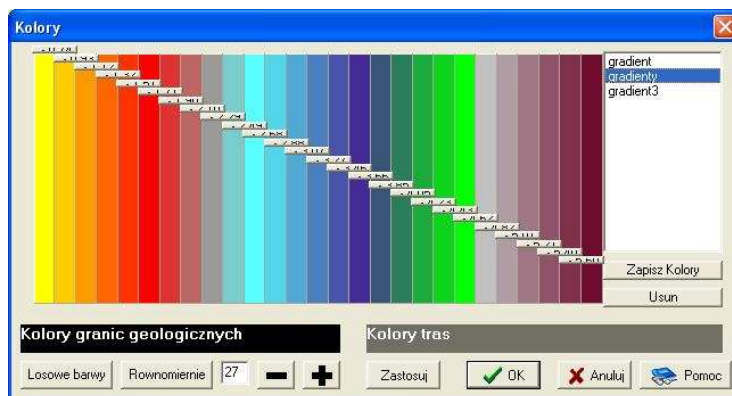
Sekcja pseudoimpedancji akustycznej - – wersja barwna



Sekcja pseudoimpedancji akustycznej – wersja czarno-biała.

W oknie można wyświetlić sygnał źródłowy użyty do tworzenia sejsmogramów, sejsmogram impulsowy i wykres impedancji akustycznej z jednej, dowolnej trasy. Obraz można zapisać do pliku o formacie bmp lub jpg lub skopiować do schowka. W dole okna można obserwować następujące wartości punktu wskazanego przez kursor myszy: nr trasy, nr próbki w trasie, wartość impedancji akustycznej, czas próbki.

Program umożliwia zmianę koloru z dowolnego zakresu, zmianę zakresu koloru, ustalenie ilości kolorów oraz zapisanie lub usunięcie ustawionej konfiguracji. Na formie „Kolory” można również ustawić kolory tras oraz kolory granic geologicznych. Istnieje też możliwość losowego wyboru barw oraz gradientowego przejścia pomiędzy dowolnymi wartościami (przedziałami). Poniżej przedstawiono formularz „Kolory”, który służy do ustalenia barw i zakresów.



Formularz „Kolory”.

Okienka edycyjne na formularzu „Konfiguracja” umożliwiają zmianę parametrów. Liczba w oknie wygładzenia tras impedancji (średnia ruchoma) początkowo ustawiona jest na 1, co oznacza brak wygładzenia. Zaznaczenie opcji „interpolacja najlepszego dopasowania” powoduje, że program interpoluje nie w sposób liniowy pomiędzy próbkami na tym samym czasie, lecz pomiędzy próbkami, które są najbardziej podobne. Podobieństwo jest wyszukiwane poprzez zrobienie kroskorelacji częściowej w rejonie interpolowanego obszaru. Okno przeszukiwania definiuje jak daleko będzie robiona kroskorelacja, to jest jak daleko będziemy szukać podobieństwa na sąsiedniej trasie. Opcja ta przydatna jest przy nachylonych granicach warstw. Suwak widoczny na formie umożliwia wybór trasy do narysowania modelu impulsowego oraz impedancji akustycznej danej trasy policzonych z modelu wejściowego.

Do programu załączone “ikonki”, które ułatwiają wybór dodatkowych funkcji:



Zapisanie obrazu do pliku.



Skopiowanie obrazu do schowka.



Anulowanie powiększenia.



Włączenie trybu powiększania (myszką)



Otwarcie okna ustawiającego obszar rysunku i powiększenia.



Otwarcie okna z parametrami wizualizacji.



Otwarcie okna do regulacji kolorów.



Włączenie lub wyłączenie legendy.



Włączenie lub wyłączenie wyświetlania się sygnału źródłowego.



Włączenie lub wyłączenie wyświetlania sejsmogramów impulsowych.



Włączenie lub wyłączenie wyświetlania impedancji akustycznych.



Włączenie lub wyłączenie wyświetlania pseudoimpedancji akustycznych.



Włączenie lub wyłączenie wyświetlania się linii czasowania.



Włączenie lub wyłączenie wyświetlania się izolinii impedancji.



Włączenie lub wyłączenie wyświetlania się wypełnienia kolorem.

Na podstawie przykładów modelowań zawartych w monografii {M1} przedstawiłam wnioski i sugestie dotyczące metodyki postępowania, po ewentualnym wdrożeniu metody do praktyki przemysłowej.

Artykuły {M2} – {M8} tworzące suplement dokumentują moje prace ukierunkowane na opracowanie metod zwiększających wiarygodność interpretacji poprzez eliminację wpływu zakłóceń i wzrost rozdzielczości interpretowanych sekcji. Przedmiotem prac były zagadnienia związane z niwelacją zakłóceń powstających w procesie akwizycji danych, wynikające z natury ośrodka skalnego jak i wzbudzania drgań, aparatury rejestrującej oraz te, które są skutkiem procesu przetwarzania danych. W opracowanych modelach sejsmogeologicznych uwzględniłam ważne z punktu widzenia konstrukcji zbiornika, niejednorodności budowy. Zarówno te, związane ze zmianami lito-facjalnymi jak i z przestrzennym ułożeniem skał zaburzających pokład soli kamiennej. Symulacja zakłóceń wykonywana była poprzez zmianę parametrów generowania sekcji sejsmicznych. Wszystkie modelowania wykonałam za pomocą mojego autorskiego informatycznego systemu INVERS. System ten obok modelowań pozwala na włączenie podstawowych dla poprawy rozdzielczości procedur przetwarzania. Testowałam efektywność podstawowych procedur przetwarzania dostępnych w systemie INVERS, w różnych wariantach geologicznych i metodycznych.

**{M2} Kawalec-Latała E. 2008. The influence of seismic wavelet on the resolution of pseudoimpedance section for construction of underground storage — Wpływ sygnału sejsmicznego na rozdzielczość sekcji pseudoimpedancji akustycznej w rejonie budowy podziemnych magazynów, Gospodarka Surowcami Mineralnymi Mineral Resources Management 2008 t. 24 z. 2/3 s. 387–397. IF = 0,103 punktacja MNiSW 2008 10 pkt.**

Praca {M2} poświęcona jest analizie wpływu sygnału sejsmicznego na rozdzielczość sekcji pseudoimpedancji akustycznej w rejonie budowy podziemnych magazynów. Inwersja sekcji sejsmicznych w kierunku otrzymania sekcji pseudoimpedancji akustycznej pozwala na wydobycie z sekcji sejsmicznych informacji bezpośrednio powiązanych z budową geologiczną. To ułatwia interpretację, ale parametry sygnału sejsmicznego wyraźnie wpływają na ich rozdzielczość. Syntetyczne sekcje pseudoimpedancji akustycznej prezentowane w pracy są skonstruowane dla sygnałów o różnych parametrach dla uproszczonego sejsmogeologicznego modelu ośrodka z rejonu Sieroszowic LGOM.

Interpretacja niejednorodności budowy pokładowych złóż soli na podstawie sekcji pseudoimpedancji akustycznej jest możliwa pod warunkiem zachowania wymagań dotyczących jakości sygnału sejsmicznego. Przy krótkim sygnale i odpowiednio wysokiej częstotliwości dominującej sygnału, można uzyskać sekcje pseudoimpedancji akustycznej o rozdzielczości umożliwiającej wiarygodną interpretację. W przypadku długich sygnałów rozdzielczość wyraźnie maleje. Wymagania dotyczące odpowiednich parametrów sygnału i niskiego poziomu szumu w praktyce, prowadzą do wyboru właściwej metodyki i do zachowania odpowiednich standardów prowadzenia rejestracji terenowych.

**{M3} Kawalec-Latała E., 2011, Złóża soli kamiennej z rejonu wyniesienia Łeby na sekcjach pseudoimpedancji akustycznej w kontekście budowy podziemnych magazynów — Rock salt deposits of the Łeba elevation on pseudoimpedance acoustic sections for construction of underground storage, *Górnictwo Odkrywkowe* ; ISSN 0043-2075. R. 52 nr 1–2 s. 94–99. punktacja MNiSW: 2011 6 pkt.**

W {M3} przedstawiono syntetyczne sekcje pseudoimpedancji akustycznej generowane dla modeli sejsmogeologicznych wzorowanych na złożach soli kamiennej z rejonu Wyniesienia Łeby z okolic Władysławowa. Utworzono dwa modele sejsmogeologiczne. W modelu I uwzględniono występowanie soli wtórnych i anhydrytów w sąsiedztwie soli kamiennej, poprzez wprowadzenie wartości sprężystych typowych dla tych utworów cechsztynu. Model II jest modyfikacją modelu I, polegającą na uwzględnieniu ciągłych zmian stopnia przeobrażenia soli wtórnych w środkowej części. Konsekwencją tego są zmiany własności sprężystych, uwzględnione w modelu II poprzez poziome zmiany prędkości. Modele utworzono tak, aby ocenić możliwość detekcji ciągłych zmian stopnia przeobrażenia soli wtórnych na sekcjach pseudoimpedancji akustycznej. Modelowania te dostarczyły pozytywnej odpowiedzi, pod warunkiem odpowiednich parametrów sygnału.

**{M4} Kawalec-Latała E., 2012, Detection of salts deposits geometry variation, Journal of Mining and Geoengineering ; ISSN 2299-257X. vol. 36 no. 2, s. 161–169. punktacja MNiSW: 2012 5 pkt.**

W pracy {M4} przedstawiono modelowania syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznej generowanych z uwzględnieniem różnej konfiguracji przestrzennej anhydrytów zaburzających jednorodność budowy pokładów soli kamiennych, perspektywicznych dla budowy podziemnych zbiorników. Ługowanie kawern i późniejsze ich wykorzystanie jako magazyn substancji użytecznych, lub składowisko szkodliwych, odpadów powinno być wykonywane w partiach złoża soli o jednorodnej wewnętrznej strukturze i poziomym lub prawie poziomym warstwowaniu. Występujące nieregularnie strefy z brekcjami i przewarstwieniami anhydrytowymi, stwarzają znaczne problemy techniczne i w poważnym stopniu ograniczają szansę zagospodarowania soli. Utworzono 3 modele sejsmogeologiczne różniące się geometrią anhydrytów zaburzających pokład soli kamiennej. Analiza syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznej wskazuje na dobre odzwierciedlanie się zmian miąższości i przerostów anhydrytów, co sugeruje poszerzenie badań o metody sejsmiczne w wariacie interpretacji sekcji pseudoimpedancji akustycznej.

**{M5} Kawalec-Latała E., 2013, Detekcja soli wtórnie przeobrażonych w pokładowych złożach soli kamiennej na podstawie sekcji pseudoimpedancji akustycznej — Detection of descendent salts in rock deposits on the basis of the pseudo-impedance acoustic section Przegląd Górniczy ; ISSN 0033-216X. —t. 69 nr 3, s. 57–63. punktacja MNiSW 2013 6 pkt.**

W pracy {M5} koncentruję się na przedstawieniu możliwości rozpoznania niejednorodności w budowie złoża spowodowanych obecnością soli wtórnie przeobrażonych i określeniu ich przestrzennego rozkładu na podstawie interpretacji sekcji pseudoimpedancji akustycznej w obecności szumu przypadkowego. Modele sejsmologiczne 1A i 1B utworzono na podstawie danych z otworów wiertniczych S-475 i S-456 i założeniu hipotetycznego wzrostu miąższości soli wtórnie przeobrażonych pomiędzy otworami. Geometria modelu 1A uwzględnia lokalne zmiany miąższości spowodowane narastaniem miąższości soli wtórnie przeobrażonych. W modelu 1B, została zachowana ta sama geometria pokładu soli, ale założono większy kontrast właściwości sprężystych między solą kamienną a solami wtórnie przeobrażonymi. Maksymalna miąższość soli wtórnie przeobrażonych uwidoczniła jest w centralnej części rysunku 1 i wynosi 160m. Miąższości zadane na brzegach modelu są zgodne z danymi z otworów wiertniczych S-475 i S-456 i wynoszą odpowiednio 110m i 100m. Miąższość 160m



założona jest jako hipotetyczna dla celu modelowań. Dane o miąższościach uzyskane metodą interpolacji pomiędzy otworami wiertniczymi nie dostarczają informacji o ewentualnych lokalnych zmianach w obszarze między otworami wiertniczymi. Zasadne jest więc, włączenie do rozpoznania złoża powierzchniowych, ciągłych pomiarów sejsmicznych. W pracy przedstawione są wizualne efekty procedury dekonwolucji i jej skuteczność w obecności szumu na rozdzielczość sekcji pseudoimpedancji akustycznej generowane dla modeli sejsmologicznych, w których uwzględniono obecność soli wtórnie przeobrażonych zaburzających jednorodność pokładu soli kamiennej. Prezentowane syntetyczne sekcje pseudoimpedancji akustycznej wskazują na możliwość interpretacji pod warunkiem zachowania wymagań dotyczących jakości sygnału i niskiego poziomu szumu.

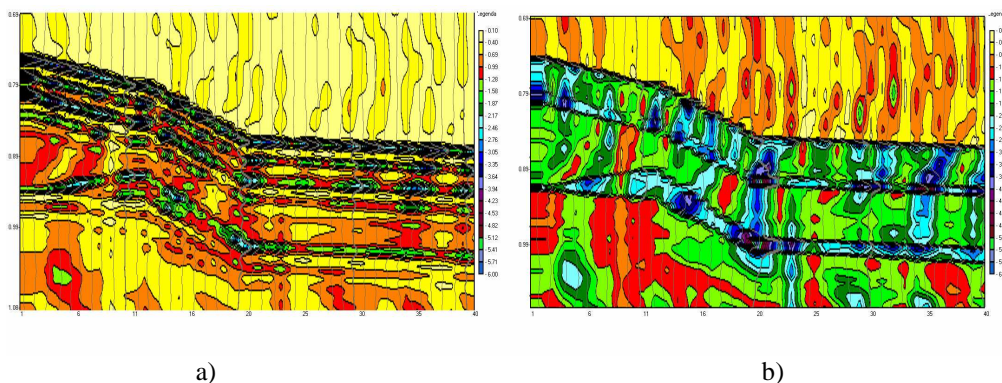
**{M6} Kawalec-Latała E. 2013, The effectiveness of deconvolution process in presence of random noise on the base of rock salt deposits from "Bytom Odrzański" area, *Studia Geotechnica et Mechanica* ; ISSN 0137-6365.vol. 35 no. 1, s. 109–117. punktacja MNiSW 2013 7 pkt.**

W artykule {M6} przedstawiono modelowania ilustrujące efektywność procesu dekonwolucji w obecności szumu przypadkowego w procesie generowania sekcji pseudoimpedancji akustycznej. Jako model sejsmogeologiczny przyjęto budowę geologiczną pokładu soli kamiennej typową dla złoża „Bytom Odrzański” zalegającego w NW części LGOM. Na syntetyczne sekcje sejsmiczne nakładano szum przypadkowy o poziomie 10%, 20% i 30%. Jakości sygnału sejsmicznego determinowała częstotliwość dominująca  $f_0$  (60Hz lub 40Hz) i czas trwania sygnału. Wykonano procedurę dekonwolucji predykcyjnej przed inwersją dla oceny jej wpływu na rozdzielczość sekcji pseudoimpedancji akustycznej w zadanej konfiguracji sejsmogeologicznej i stosunku sygnału do szumu S/N.

**{M7} Kawalec-Latała E. 2014, Edge detection on images of pseudoimpedance section supported by context and adaptive transformation model images, *Studia Geotechnica et Mechanica* ; ISSN 0137-6365. vol. 36 no. 1, s. 29–36. punktacja MNiSW, 2013 7 pkt.**

Całkowicie nowatorskie podejście do stosowanej interpretacji obrazów sekcji pseudoimpedancji akustycznej zaprezentowano w pracy {M7}. Przedstawiono sposób wspomoczenia interpretacji poprzez analizę obrazów. Modele syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznej, generowane dla teoretycznego sejsmogeologicznego modelu złoża soli kamiennej z uwzględnieniem wtrąceń anhydrytu, były studyjnym materiałem do doboru parametrów obróbki obrazów syntetycznych sekcji. Detekcja niejednorodności litologiczno-

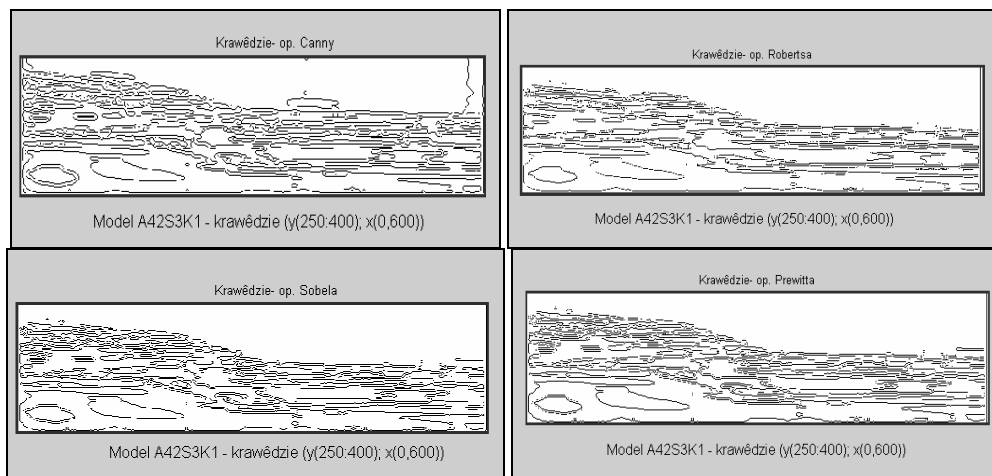
facjalnych w budowie pokładu, rozpoznawanego jako potencjalny zbiornik węglowodorów, może być uzyskana w wyniku stosowanej interpretacji obrazów sekcji pseudo impedancji akustycznej. Praca ma na celu rozwój zastosowań narzędzi obróbki obrazów do celów wykrywania zmian litologiczno-facjalnych w pokładach soli kamiennej. Wykonanie inwersji sekcji sejsmicznych prowadzi do uzyskania przybliżonego rozkładu impedancji akustycznej. Z otrzymanych rozkładów pseudoimpedancji akustycznej, jako bazy danych, buduje się obrazy i wizualizuje przekrój środowiska geologicznego. Niedoskonałość tworzonych obrazów macierzy impedancji akustycznej lub jej fragmentów, przy zmiennych warunkach generowania źródłowych danych oraz procesów i parametrów filtracji, wymaga oceny przydatności ich stosowania. Przeprowadzone analizy i porównania, pozwalają stwierdzić obszerność zbiorów wynikowych obrazów, mnogość kryteriów ich oceny oraz wiążącą się z tym trudność wyrażenia jednoznacznej opinii. Artykuł pt. „Detekcja krawędzi na sekcjach pseudoimpedancji akustycznej metodą analizy obrazów poprzez przekształcenia kontekstowe i adaptacyjne” jest syntezą wcześniejszych prac, w których problem wspomnienia interpretacji poprzez analizę obrazów był rozpatrywany. W artykule przedstawiono testy wykonane na danych syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznej (rys.1) generowanych dla teoretycznego sejsmogeologicznego modelu. W modelu założono występowanie anhydrytu.



Rys.1. Syntetyczna sekcja pseudoimpedancji akustycznej. a- bez dekonwolucji b- po dekonwolucji  
 Parametry sygnału stosowanego do konstrukcji sejsmogramu syntetycznego:  $f_0$ - częstotliwość dominująca 40 Hz,  
 $\beta$  –współczynnik tłumienia  $=20 f_0/ \beta = 2$ , szum 30 %

Główny nacisk w przetwarzaniu obrazów został położony na wyszukiwanie krawędzi obrazów po procesie segmentacji. Większość metod detekcji brzegów bazuje na wyznaczeniu lokalnych pochodnych obrazu dzięki zastosowaniu operatorów, które pozwalają na wyznaczenie gradientów w wybranych kierunkach. Zastosowano informatyczne metody

wyszukiwania krawędzi stosując metody filtracji wg algorytmu Sobel'a, Canny'ego, Prewitt'a i Roberts'a (rys. 2).



Rys.2. Obrazy modelu z szumem  $s = 30\%$  po procesie segmentacji i wyszukiwania krawędzi, przy zastosowaniu filtracji wg algorytmu a) Canny, b) Robert c) Sobel d) Prewitt

Prace mają nowatorski charakter. Zdobyte doświadczenia potwierdzają przydatność komputerowej analizy i przetwarzania obrazów dla poprawiania czytelności i jakości interpretacji generowanych obrazów w systemie INVERS. Uświadamiają jednocześnie niedostatek narzędzi dla precyzyjnej (ilościowej) oceny skutków wprowadzanych filtracji. Wzrost dokładności określenia przebiegu granic pomiędzy różnymi typami litologicznymi soli cechsztyńskich przy niskim stosunku sygnału użytecznego do szumu S/N jest niewystarczający. Kontynuacja prac powinna przebiegać w kierunku doboru parametrów przetwarzania oraz rozszerzenia rozpoznania w zakresie innych konfiguracji złoża i formacji geologicznych.

**{M8} Kawalec-Latała E 2014, Modelowania sekcji pseudoimpedancji akustycznej z włączeniem procedury dekonwolucji minimum entropii MED jako ilustracja możliwości detekcji wtrąceń anhydrytu — Pseudoimpedance acoustics section modelling with minimum entropy deconvolution MED included as visualization of possibility detection of salt intercalated with anhydrite, Przegląd Górniczy ; ISSN 0033-216X w druku.**

Nie w pełni satysfakcjonujące efekty wspomnienia interpretacji poprzez przetwarzanie i analizę obrazów oraz dotychczasowe doświadczenia wskazujące na relatywnie dużą skuteczność dekonwolucji minimum entropii MED są powodem kontynuacji tematyki dotyczącej wzrostu rozdzielczości w wyniku włączenia na etapie przetwarzania danych procedury dekolwolucji minimum entropii MED. Prezentowane w artykule prace są rodzajem testu na efektywność dekonwolucji minimum entropii MED na jakość odwzorowywania się

zmian lito-facjalnych i geometrycznych spowodowanych obecnością anhydrytu w złożu soli kamiennej na syntetycznych sekcjach pseudoimpedancji akustycznej. W tym sensie artykuł ten jest kontynuacją prac z {M4}. Testowano zależność wzrostu dokładności inwersji w wyniku zastosowania dekonwolucji minimum entropii MED. Sekcje pseudoimpedancji akustycznej generowane z włączoną procedurą dekonwolucję minimum entropii MED zestawiono z analogicznymi, ale generowanymi z włączoną procedurą dekonwolucji predykcyjnej, prezentowanymi w {M4}. Wyraźną poprawę w efekcie zastosowania dekonwolucji tras sejsmicznych obserwuje się gdy sygnał sejsmiczny jest długi. Ma to istotne znaczenie, ponieważ rozdzielczość maleje w miarę wzrostu czasu trwania sygnału, który zależy od warunków geologicznych i jedynie w pewnym zakresie może być sterowany wyborem metodyki akwizycji danych. Wizualna analiza przedstawionych sekcji, wskazuje na lepsze wyniki wykonania dekonwolucji minimum entropii MED, zwłaszcza dla detekcji anhydrytów, co jest spójne z założeniami teoretycznymi MED i wynika ze znacznego kontrastu własności sprężystych soli kamiennej i soli siarczanowych (anhydrytów). Efekty wykonanej dekonwolucji w każdym przypadku obniża wysoki poziom szumu. Przedstawione w pracy wnioski i uogólnienia oparte są na większej ilości danych, z których część zawarta jest w moich wcześniejszych publikacjach. Artykuł został skierowany do Redakcji Przeglądu Geologicznego i został zakwalifikowany do druku w drugiej połowie 2014 roku.

**Przedstawione w {M1} do {M8} procedury poprawy efektywności interpretacji zapisów sejsmicznych będzie można wykorzystać do oceny jakości pokładów soli kamiennej. W wariacie rozwoju oczekiwań związanych z gazem pozyskiwanym z łupków, możliwości podziemnego składowania gazu nabiorą szczególnego znaczenia. Ponadto obecna sytuacja polityczno - gospodarcza w świecie i wynikająca stąd konieczność zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju w istniejących realiach geopolitycznych potwierdza słuszność i aktualność podjętej przeze mnie tematyki badawczej stanowiącej osiągnięcie naukowe.**

---

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo –badawczych (artystycznych)

Po ukończeniu VIII Liceum Ogólnokształcącego im. St. Wyspiańskiego w Krakowie w 1967 roku rozpoczęłam studia na Wydziale Matematyki Fizyki i Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego na kierunku fizyka. Po zaliczeniu trzech semestrów, precyzując swoje zainteresowania przenieśliam się na Akademię Górniczo–Hutniczą w Krakowie, gdzie studiowałam geofizykę na Wydziale Geologiczno-Poszukiwawczym. Studia ukończyłam w 1973 roku z wynikiem bardzo dobrym uzyskując po obronie pracy dyplomowej 8 października 1973 roku tytuł magistra inżyniera geofizyka. Pracę zawodową rozpoczęłam w styczniu 1974 roku w Przedsiębiorstwie Geofizyki Górnictwa Naftowego w Krakowie, gdzie zajmowałam się interpretacją wyników badań sejsmicznych i współpracowałam przy uruchamianiu systemu przetwarzania „SYSIS”. Byłam odpowiedzialna za wykonanie i samodzielnie interpretowałam pierwsze automatyczne analizy prędkości. Brałam udział w opracowaniu projektu badań IV Grupy Sejsmicznej PGGN-Kraków na rok 1974 i sprawozdania z badań sejsmicznych XI grupy Sejsmicznej PGGN-Kraków 1974 r. Od 1.10.1975 roku pracuję na Akademii Górniczo–Hutniczej w Krakowie, na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska (wcześniej - Geologiczno-Poszukiwawczym) w Katedrze Geofizyki (wcześniej Międzyresortowy Instytut Geofizyki, później Zakład Geofizyki). Pracę rozpoczęłam na stanowisku asystenta, od 01.03.1978 pracowałam na stanowisku starszego asystenta, a od 01.03.1982 na stanowisku adiunkta. Prawie dwuletni kontakt, bezpośrednio po studiach, z problemami geofizyki w przemyśle, był dla mnie inspiracją do wyboru tematyki badawczej związanej z rozpoznawaniem prędkości w ośrodkach geologicznych oraz uwrażliwił mnie na poszukiwanie praktycznych zastosowań badań naukowych. Od 1976 roku brałam udział w licznych opracowaniach zespołowych wykonywanych dla przemysłu. Od tego też okresu datuje się powiązanie mojej aktywności zawodowej z problematyką górnictwa węglowego (wykaz prac w załączniku 3 pozycje od II-I 1 do II-I 21). Opracowania te, w których brałam udział jako kierownik lub członek zespołu badawczego, dotyczyły między innymi rozwiązywania zagadnień ilościowej oceny tłumienia w zadaniu prostym i odwrotnym sejsmicznych poszukiwań bezpośrednich (1976), kompleksowych badań utworów karbonu oraz jego podłoża w obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego (1978-1980) i opracowaniu modelu budowy nadkładu karbonu w rejonie projektowanych szybów na polach górniczych K-1, K-2 i K-3, w oparciu o kompleksowe badania geofizyczne (1981 SliTPNaft.) realizowanych w ramach tematu Centralnego Programu Badań Podstawowych (CPBP) w

Międzyresortowym Instytucie Geofizyki Akademii Górniczo–Hutniczej. W latach 1988-1990 w ramach CPBP 03.01 pn.: „Dynamika procesów geofizycznych obszaru Polski ze szczególnym uwzględnieniem Zagłębi Górniczych” kierowałam tematem 27.07 dotyczącym rozwiązania zagadnień prędkości sejsmicznych dla obszaru Centralnego Okręgu Węglowego LZW. Zbliżonej tematyki dotyczyły publikowane przeze mnie artykuły i wystąpienia w ramach Posiedzeń Komisji Nauk Geologicznych PAN w Krakowie. Od początku pracy naukowej do chwili obecnej zajmuję się badaniami związanymi z metodami sejsmiki powierzchniowej. Moje zainteresowania początkowo dotyczyły problemów prędkości sejsmicznych, co wraz z doświadczeniem zdobytym podczas pracy w przemyśle, pozwoliło na sformułowanie tez pracy doktorskiej odpowiadającej na aktualne problemy zgłaszane przez geofizykę przemysłową. Po przedstawieniu rozprawy doktorskiej pt.: „Nowa metoda transformacji prędkości składania na inne rodzaje prędkości sejsmicznych”, której promotorem był Prof. dr hab. Jerzy Kowalczyk, a recenzentami Prof. dr hab. Stanisław Małoszewski (AGH) oraz Prof. dr hab. Aleksander Guterch (PAN), Rada Wydziału Geologiczno-Poszukiwawczego Akademii Górniczo–Hutniczej w Krakowie w 1982 roku nadała mi stopień naukowy doktora nauk technicznych. Najważniejsze aspekty mojej pracy doktorskiej zostały opublikowane w Przeglądzie Geologicznym [1986 nr 1, 1988 nr 7-8]. Później moje zainteresowania naukowe skoncentrowały się na zagadnieniach inwersji. W latach 90-tych, przedmiotem mojej pracy naukowej były metody przetwarzania danych sejsmicznych (inwersji) ukierunkowane na rozpoznawanie zmian litologicznych w ośrodkach skalnych. Otrzymałam finansowanie w ramach projektu badawczego Komitetu Badań Naukowych (KBN) – PB 9 S601/01305 pt.: „Analiza pseudoimpedancji akustycznej jako metoda efektywnej interpretacji zmian litologiczno-facjalnych”, którym kierowałam w latach 1993-1994.

Wielkoprzestrzenne magazynowanie ropy oraz innych ciekłych i gazowych węglowodorów w znacznym zakresie światowych doświadczeń ma miejsce w kawernach solnych wytworzonych przez ługowanie złoża otworami z powierzchni terenu. Rozpatrywane są one jako potencjalne obszary składowania pod ziemią odpadów (w tym odpadów promieniotwórczych) lub magazynowania substancji użytecznych. Uzyskanie wstępnych obiecujących wyników w ramach projektu badawczego i poszukiwanie praktycznych aspektów moich badań spowodowało, że skoncentrowałam się na pokładowych złożach soli kamiennej. To skłoniło mnie do wystąpienia do KBN z wnioskiem o przyznanie finansowania na kontynuowanie prac badawczych ukierunkowanych już na rozpoznawanie

niejednorodności budowy pokładowych złóż soli w kontekście budowy podziemnych zbiorników.

W latach 1995-1997 kierowałam grantem KBN - (PB 9T12A01109) pt.: „Metoda inwersji sekcji sejsmicznych w aspekcie rozpoznawania pokładowych złóż soli”. Autorską propozycją było zastosowanie do rozpoznawania niejednorodności budowy pokładów soli metody obliczania i interpretacji sekcji pseudoimpedancji akustycznej, niestosowanej dotychczas w tym celu. Metoda ta stosowana jest w rozpoznawaniu złóż węglowodorów ze względu na dużą czułość impedancji akustycznej na zmiany medium nasycającego skały. Zmiany facji i litologii typowe dla cechsztyńskich złóż soli kamiennej implikują odpowiednie zmiany wartości impedancji akustycznej i stanowią teoretyczne uzasadnienie mojej koncepcji zastosowania tej metody do rozpoznawania wewnętrznej budowy pokładowych złóż soli, co potwierdziły modelowania wykonane w ramach projektu badawczego (PB 9T12A01109).

Część wyników badań zaprezentowałam na konferencjach naukowych organizowanych przez Polską Akademię Nauk, Akademię Górniczo-Hutniczą, Politechnikę Wrocławską, Polski Komitet Geotechniki i inne instytucje naukowe oraz w publikacjach naukowych np. „Inwersja sekcji sejsmicznych jako metoda rozpoznawania złóż soli” Jubileusz 50-lecia AGH, Kraków, 2001 „Rozpoznawanie niejednorodności pokładowych złóż soli w aspekcie budowy podziemnych zbiorników” Miesięcznik WUG nr 5, 2003, „Modelowanie syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznych dla złoża gazu z rejonu Radlina”, Geologia, 2003, t. 29, „Złoża soli kamiennej z rejonu Sieroszowic na sekcjach pseudoimpedancji akustycznej” IGSMiE PAN 2004.

Pozytywne rezultaty wstępnych modelowań z uwzględnieniem polskich warunków budowy złóż soli zainspirowały mnie do stworzenia systemu informatycznego do modelowań syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznej. W latach 2004-2007 byłam kierownikiem Projektu Badawczego finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Informatyzacji nr PB 4 T12B 040 27 pt.: „Informatyczny system modelowania sekcji pseudoimpedancji akustycznej w celu optymalizacji interpretacji w rejonach perspektywicznych dla lokalizacji podziemnych zbiorników”. W ramach realizacji projektu opracowałam pakiet programów do modelowań syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznej, stanowiący spójny, interakcyjny system o nazwie INVERS. Składa się on z dwóch zasadniczych części: części, w której generuje się trasy syntetyczne i wykonuje częściowe przetwarzanie oraz z części przeznaczonej do graficznego przedstawienia wyników

modelowań. Jest to rodzaj systemu sejsmicznego umożliwiający generowanie tras pseudoimpedancji akustycznej dla modeli pokładowych złóż soli dla różnych wariantów danych wejściowych i ich przetwarzania.

Wzrost wiarygodności rozpoznania wszystkich niejednorodności w budowie pokładu soli ma istotne znaczenie w kontekście lokalizacji i budowy podziemnych zbiorników, słuszne więc, wydawało się poszerzenie moich badań o interpretację sejsmiczną sekcji pseudoimpedancji akustycznej, co znalazł odzwierciedlenie w następujących pracach: Kawalec-Latała E., 2006: „Wykrywanie zmian litologicznych w pokładach soli metodami powierzchniowym” ZSMGiG, nr XXIX, 189-194, Kwaśnicka B., Kawalec-Latała E., 2006: Kawalec-Latała E., Markiewicz A., 2007 „Zastosowanie syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznej do odwzorowania geologii w rejonie potencjalnej budowy kawernowego magazynu węglowodorów w soli Na1 NW części LGOM” ZSMGiG, Nr XXX, 315-324, Kawalec-Latała E., 2007 „Wpływ poziomego szumu na rozdzielczość sekcji pseudoimpedancji akustycznej w NW części LGOM” *Górnictwo Odkrywkowe* 7/2007, str. 81-86, Kawalec-Latała E. 2007. „Petrologiczne zmiany w pokładach soli kamiennej odwzorowane na syntetycznych sekcjach w rejonie planowanej budowy zbiornika w NW części LGOM” *Wyższy Urząd Górniczy* nr 6 s. 48–50, Kawalec-Latała E. 2008. The influence of seismic wavelet on the resolution of pseudoimpedance section for construction of underground storage - *Gospodarka Surowcami Mineralnymi Mineral Resources Management* 2008 t. 24 z. 2/3 s. 387–397.

Kierując 3 projektami badawczymi KBN „Informatyczny system modelowania sekcji pseudoimpedancji akustycznej w celu optymalizacji interpretacji w rejonach perspektywicznych dla lokalizacji podziemnych zbiorników” (PB nr 4 T12B 040 27), „Metoda inwersji sekcji sejsmicznych w aspekcie rozpoznawania pokładowych złóż soli” (PB nr 9 T12A01109) oraz „Analiza pseudoimpedancji akustycznej jako metoda efektywnej interpretacji zmian litologiczno-facjalnych” (PB nr 9 S601/01305), uzyskałam pozytywne wyniki co było potwierdzeniem słuszności przyjętej strategii.

Waga zagadnień związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa energetycznego kraju, poprzez budowę podziemnych magazynów węglowodorów, ich aspekt ekonomiczny i ekologiczny stanowiły uzasadnienie podjętej przeze mnie tematyki badawczej i była też inspiracją do wydania monografii habilitacyjnej pt.: „Inwersja sejsmiczna w rozpoznawaniu niejednorodności złóż soli perspektywicznych dla budowy podziemnych zbiorników” Wydawnictwa AGH 2009 seria Rozprawy Monografie nr. 201.



Na osiągnięcie naukowe składa się monografia habilitacyjna uzupełniona w latach późniejszych o szereg mono-autorskich publikacji, traktowanych jako suplement. Stanowi on poszerzenie i kontynuację tez zawartych w monografii oraz weryfikację opracowanego przeze mnie informatycznego systemu INVERS, przedstawionego w monografii habilitacyjnej i stanowiącego jej integralną część. Artykuły tworzące suplement dokumentują moje prace ukierunkowane na opracowanie metod zwiększających wiarygodność interpretacji poprzez eliminację wpływu zakłóceń i wzrost rozdzielczości interpretowanych sekcji. Przedmiotem prac były zagadnienia związane z niwelacją zakłóceń powstających w procesie akwizycji danych wynikające z natury ośrodka skalnego jak i wzbudzania drgań, aparatury rejestrującej oraz te, które są skutkiem procesu przetwarzania danych. W opracowanych modelach sejsmogeologicznych uwzględniłam ważne z punktu widzenia konstrukcji zbiornika niejednorodności budowy zarówno związane ze zmianami lito-facjalnymi jak i z przestrzennym ułożeniem skał zaburzających pokład soli kamiennej. Symulacja zakłóceń wykonywana była poprzez zmianę parametrów generowania sekcji sejsmicznych. Wszystkie modelowania wykonałam za pomocą mojego autorskiego informatycznego systemu INVERS. Prace tworzące suplement opublikowano w czasopismach naukowych takich jak: *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* 2008 „Wpływ sygnału sejsmicznego na rozdzielczość sekcji pseudoimpedancji akustycznej w rejonie budowy podziemnych magazynów”, *Górnictwo Odkrywkowe* 2011 „Złoża soli kamiennej z rejonu wyniesienia Łeby na sekcjach pseudoimpedancji akustycznej w kontekście budowy podziemnych magazynów”, *Journal of Mining and Geoenineering*, 2012 „Detection of salts deposits geometry variation”, *Przegląd Górniczy*, 2013 „Detekcja soli wtórnie przeobrażonych w pokładowych złożach soli kamiennej na podstawie sekcji pseudoimpedancji akustycznej”, *Studia Geotechnica et Mechanica*, 2013 „The effectiveness of deconvolution process in presence of random noise on the base of rock salt deposits from ”Bytom Odrzański” area”, *Studia Geotechnica et Mechanica*, 2014 „Edge detection on images of pseudoimpedance section supported by context and adaptive transformation model images”, *Przegląd Górniczy*, 2014 „Modelowania sekcji pseudoimpedancji akustycznej z włączeniem procedury dekonwolucji minimum entropii MED jako ilustracja możliwości detekcji wtrąceń anhydrytu”.

Dynamiczny rozwój technik informacyjnych skłonił mnie do wykorzystania algorytmów przetwarzania obrazów jako narzędzia wspomagającego interpretację sekcji pseudoimpedancji akustycznej przy wysokim poziomie szumu. Jest to całkowicie nowatorskie podejście do stosowanej interpretacji obrazów sekcji pseudoimpedancji akustycznej.

Ponadto zajmuję się wspomoczeniem trudnych do interpretacji sekcji sejsmicznych technikami analizy obrazów itp. (Figiel W., Kawalec-Latała E., „Analiza obrazów sekcji pseudoimpedancji akustycznej”, *Górnictwo i Geoinżynieria*, t. 32, z. 1 s. 65–72, 2008, Figiel W., Kawalec-Latała E., „Zastosowanie analizy i przetwarzania obrazów do interpretacji syntetycznych sekcji pseudoimpedancji akustycznej”, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, t. 24, z. 2/3, s. 371–385, 2008, Figiel W., Kawalec-Latała, 2009, *Aspekty interpretacji obrazów pseudoimpedancji akustycznej ośrodka skalnego – Aspects of the interpretation of acoustic pseudoimpedance images of rock formations*”, *Górnictwo i Geoinżynieria* 2009 R. 33 z. 1 s. 169–178, Figiel W., Kawalec-Latała E., „Context and adaptive transformation applied to interpretation of acoustic pseudoimpedance images of rocky surroundings” *Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Mineralnymi Mineral Resources Management*, 2009 t. 25 z. 3 s. 274–278). Syntezą wcześniejszych prac, w których problem wspomoczenia interpretacji poprzez analizę obrazów był rozpatrywany jest artykuł pt. „Edge detection on images of pseudoimpedance section supported by context and adaptive transformation model images, 2014, *Studia Geotechnica et Mechanica* vol. 36 no. 1, s. 29–36.

Przedstawione w monografii oraz późniejszych mono-autorskich publikacjach traktowanych jako suplement procedury poprawy efektywności interpretacji zapisów sejsmicznych będzie można wykorzystać do oceny jakości pokładów soli kamiennej. W wariancie rozwoju oczekiwań związanych z gazem pozyskiwanym z łupków możliwości podziemnego składowania gazu nabiorą szczególnego znaczenia. Ponadto obecna sytuacja polityczno - gospodarcza w świecie i wynikająca stąd konieczność zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju w istniejących realiach geopolitycznych potwierdza słuszność i aktualność podjętej przeze mnie tematyki badawczej stanowiącej osiągnięcie naukowe.

Podsumowując, na mój dorobek naukowy składa się 37 publikacji. 23 publikacje to moje w 100% samodzielne mono-autorskie publikacje. Prace ukazywały się w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, w czasopismach krajowych oraz w publikowanych recenzowanych materiałach konferencyjnych (3 moje publikacje ujęte są na liście Thomson Reuters). W okresie od 1993-2007 realizowałam jako kierownik 3 spójne tematycznie projekty badawcze finansowane przez Komitet Badań Naukowych, o których szerzej wspomniałam we wcześniejszej części autoreferatu. Ponadto w latach dziewięćdziesiątych brałam udział w realizacji projektu 9T12B 01011 jako wykonawca.

## **Działalność dydaktyczna i organizacyjna**

Moja działalność dydaktyczna na AGH rozpoczęła się w roku 1975 i trwa do dziś. Na moje obowiązki dydaktyczne składają się: wykłady z przedmiotów: Metody badań geofizycznych, Geofizyka, Kompleksowe badania geofizyczne oraz ćwiczenia z przedmiotów: Metodyka pomiarów sejsmicznych, Przetwarzanie danych sejsmicznych, Modelowania sejsmiczne, Geofizyka, Kompleksowe badania geofizyczne, Metody prac terenowych w sejsmice. W czasie swojej pracy organizowałam i prowadziłam specjalistyczne praktyki z zakresu przetwarzania danych w sejsmice. Posiadałam zawsze pełne obciążenie dydaktyczne, a wielokrotnie wypracowywałam godziny nadwymiarowe. Byłam promotorem 40 prac magisterskich na kierunku Górnictwo i Geologia, Inżynieria Środowiska i Geoinformatyka na Akademii Górniczo-Hutniczej, z czego dwie prace zostały wyróżnione oraz recenzentem 37 prac magisterskich.

Otrzymałam nagrody Rektora AGH za działalność naukowo-badawczą w 1981, 2009 i 2010 roku oraz kilkakrotnie nagrody za pracę dydaktyczną.

Kraków, 24.06.2014 r.

A handwritten signature in blue ink, reading "Ewa Kucielec". The signature is written in a cursive style on a light blue background.