

Prof. dr hab. inż. Piotr CZAJA  
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii AGH  
al. Mickiewicza 30  
30-059Kraków

## RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Krystiana SALAMONA

p.t.

„Geologiczno-górniczne i techniczne aspekty zapewnienia szczelności reaktora  
podziemnego zgazowania węgla”

Recenzję niniejszej pracy wykonano na zlecenie Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach z dn. 10 lipca 2015 r. stosownie do wymagań Ustawy<sup>1</sup> (art. 13 ustęp 1).

### 1. Wprowadzenie

Problem pozyskania energii zgromadzonej w stałych paliwach kopalnych jak węgla kamiennym lub brunatnym na drodze ich zgazowania w złożu jest przedmiotem licznych badań i analiz, głównie z tego względu, że badaczom wydaje się, iż tak zorganizowany proces produkcji energii z węgla może być tańszy i bardziej bezpieczny od klasycznego wydobycia go i spalania w kotłach energetycznych.

Mimo przeszło stuletniej historii badań nad podziemnym zgazowaniem węgla (PZW) w dalszym ciągu brak jest komercyjnych technologii mogących konkurować z klasycznym jego wydobyciem i wykorzystaniem do celów energetycznych.

Poza bardzo trudnymi zagadnieniami technicznymi prowadzenia procesu podziemnego zgazowania, bardzo silnym argumentem „przeciw” jest problem bezpieczeństwa podziemnego ekosystemu, narażonego na migrację bardzo szkodliwych związków chemicznych z możliwością wydostania się ich na powierzchnię - do atmosfery lub do powierzchniowych cieków wodnych, z których korzystają wszyscy użytkownicy tak zorganizowanego ekosystemu. Zatem stu procentowa szczelność reaktora PZW jest problemem kluczowym dla bezpieczeństwa powszechnego.

Kryteria klasyfikacji pokładów węgla kamiennego do podziemnego zgazowania były przedmiotem wielu studiów i badań i niestety - jak dotąd - zawsze koniecznym było stopniowe ograniczanie się do najważniejszych i najłatwiejszych w praktycznym

<sup>1</sup> Ustawa 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, z późniejszymi zmianami wprowadzone ustawą z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U. Nr 84, poz. 455), w brzmieniu obowiązującym od dnia 1 października 2011 r.

uwzględnieniu. W niektórych badaniach liczba kryteriów decydujących o przydatności określonych złóż do PZW przekraczała liczbę 60.

Autor rozprawy doktorskiej postawił sobie za zadanie opracowanie metodyki i procedury weryfikacji wybranych parametrów geologiczno-górnicznych oraz techniczno-technologicznych procesu pozwalających na bezpieczną lokalizację i eksploatację georeaktora PYW.

Z tego też względu inicjatywę prowadzenia badań nad określeniem warunków zapewnienia szczelności georeaktora podjętą w rozprawie doktorskiej mgr inż. Krystiana Salamona zatytułowanej „**Geologiczno-górniczne i techniczne aspekty zapewnienia szczelności reaktora podziemnego zgazowania węgla**” oceniam jako przedsięwzięcie trafne i potrzebne.

## 1. Treść i zakres pracy doktorskiej

Recenzowana praca obejmuje łącznie 170 stron tekstu drukowanego, z czego 124 stron to właściwy tekst rozprawy, a pozostałe 35 stron to obszerny spis literatury zawierający 196 pozycji oraz 4 pozycje podane jako źródła internetowe, spis tabel, spis rysunków, spis załączników oraz 29 stron załączników tabelarycznych i map różnych wielkości fizycznych będących wynikiem modelowania numerycznego procesu podziemnego zgazowania.

Stwierdzam, że treść pracy odpowiada jej tytułowi i zawiera:

**Rozdział 1.** jest krótkim wprowadzeniem do problemu podziemnego zgazowania węgla, które Autor już w pierwszych zdaniach zalicza do technologii alternatywnych dla klasycznego wydobycia węgla i przypisuje mu liczne zalety jak również olbrzymi potencjał ekologiczny, nie wspominając o podstawowych trudnościach i problemach. Autor zwraca jednak uwagę na groźny potencjał migracji produktów zgazowania do środowiska oraz zjawiska zagrażające szczelności georeaktora. Na końcu Autor zapowiada potrzebę budowy modelu, który pozwoli dokładnie scharakteryzować stan szczelinowatości górotworu wokół georeaktora PZW.

**Rozdział 2.** to sformułowana teza pracy oraz podany jej cel. Głównym problemem podnoszonym w pracy jest oddziaływanie ciepła (wysokiej temperatury) na mechaniczne właściwości skał otaczających georeaktor. Autor stawia tezę, że istnieją zależności pomiędzy właściwościami górotworu otaczającego georeaktor PZW a jego parametrami geometrycznymi i technologicznymi, które pozwalają na określenie warunków zachowania jego szczelności. Moim zdaniem stwierdzenie to w pierwszej części jest oczywiste. Przedmiotem rozważań mogą tu być warunki zachowania jego szczelności, co stanowi drugą część tezy Autora.

**Rozdział 3.** poświęcony jest przeglądowi stanu wiedzy na temat podziemnego zgazowania węgla z przytoczeniem 23 eksperymentów przeprowadzonych na świecie po roku 1943 (tablica 3.1.) nie zamieszczając w nich informacji o

najnowszych i najbardziej zaawansowanych technologicznie przypadkach zrealizowanych m. in. w GIG i przez Linc Energy z Australii.

W rozdziale tym Autor prezentuje między innymi:

- sposoby udostępnienia pokładów węgla do zgazowania,
- budowę georeaktora PZW,
- zjawiska geotechniczne i geomechaniczne zachodzące wokół georeaktora, skupiając się na strefach jego oddziaływania na otoczenie, kształt kawerny powstałej po zgazowaniu fragmentu złoża, czy sposobu wypełnienia pustki poeksploatacyjnej.

**W rozdziale 4.** poświęconym obszernej charakterystyce skał budujących górotwór w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, w szczególności ich właściwości mechaniczne jak wytrzymałość na ściskanie czy moduł sprężystości oraz właściwości termiczne jak ciepło właściwe i współczynnik przewodzenia ciepła oraz ich zmiany pod wpływem wysokiej temperatury. Na bazie doniesień literaturowych Autor zestawił dostępne parametry w jedną tablicę, z której jednak nie udało się uzyskać wspólnych trendów, co stało się podstawą stwierdzenia, iż każda formacja skalna zachowuje się inaczej, zatem dla każdego przypadku trzeba wykonać określone badania. W tym rozdziale zamieszczono także tablicę kryteriów lokalizacji georeaktorów PZW wypracowane w licznych badaniach krajowych i zagranicznych.

Znaczącą część rozważań poświęcono w tym rozdziale zagadnieniu szczelności masywu skalnego w warunkach GZW, który podzielona na VII zróżnicowanych stref.

**Rozdział 5.** zajmuje się wpływem eksploatacji górniczej na strukturę skał i górotworu prezentując wiedzę powszechnie znaną odnoszącą się do klasycznej eksploatacji rozszerzając o deformacje powierzchni będące następstwem pożarów podziemnych lub procesu zgazowania prowadzonego na małej głębokości. Jednym z ważniejszych stwierdzeń tego rozdziału jest wniosek mówiący, że rozległy proces wybierania złoża poprzez zgazowanie objawi się na powierzchni skutkami podobnymi do następstw eksploatacji podziemnej złóż pokładowych systemem ścianowym z zawałem stropu. Rozdział kończy seria stwierdzeń zaczerpniętych z pracy Staronia z 1964 r. dotyczących głównie współczynnika rozluźnienia skał nad wyeksploatowanym pokładem.

**Rozdział 6.** Zatytułowany: „Modelowanie numeryczne” przygotowuje dane do budowy modeli numerycznych dla hipotetycznych eksperymentów zgazowania podziemnego, mimo iż bardzo ogólnie sformułowany tytuł tego nie sugeruje. W akapicie tego rozdziału Autor pisze o konieczności sporządzenia odpowiedniej procedury obliczeniowej oraz zwraca uwagę na potrzebę **odpowiedniego doboru** warunków brzegowych, co ma zapewnić wyniki odpowiednio zbliżone do warunków rzeczywistych.

Istotną częścią tego rozdziału jest opis sposobu budowy modelu numerycznego, który jest podstawowym narzędziem badawczym rozprawy. W modelu numerycznym

Autor analizuje płaską tarczę o wymiarach 60 X 50 m o zerowych przemieszczeniach na brzegach modelu. W środku tarczy zbudowanej z tego samego materiału umieszczony jest pokład węgla o grubości 2 m. W pokładzie będzie usuwany węgiel poprzez zgazowanie z komór o szerokości 5, 15 i 30 m, odpowiadających trzem etapom analizy procesu zgazowania. Wokół komory georeaktora zaznaczy się wpływ wysokiej temperatury zmieniając parametry wytrzymałościowe skał w poszczególnych strefach ograniczonych przez Autora izotermami oddalonymi od siebie o zmienne wartości 0,4 m potem 0, 5 m i na końcu 1,0 m. Taką geometrię i określone wymiary Autor przyjął na podstawie danych literaturowych. Obliczenia numeryczne Autor wykonuje za pomocą kodów programu Phase<sup>2</sup> wykorzystując model plastyczny według kryterium wyężeniowego Hoek'a-Browna.

Bardzo ważnym elementem tego rozdziału są podrozdziały 6.3-6.5 prezentujące sposób przygotowania danych do modelowania numerycznego oraz opis samego modelu i prezentacja – głównie graficzna - uzyskanych wyników. Podrozdział 6.9 podsumowuje otrzymane wyniki i prezentuje jeden z głównych efektów rozprawy - algorytm gromadzenia danych niezbędnych do budowy modelu numerycznego.

Tu trzeba zwrócić uwagę, że Autor w tym miejscu nic nie mówi o najważniejszej sprawie czyli o parametrach geomechanicznych skał, sposobie i geometrii zalegania poszczególnych utworów budujących górotwór. Pisząc o konstrukcji modeli numerycznych Autor podaje szereg wykresów tzw. „przyjętych w modelach zmiany wartości..... „, nie podając żadnego źródła, co sugeruje, że istotnie wartości te zostały przyjęte.

**W rozdziale 7** Autor w bardzo ograniczony sposób (3 strony tekstu i dwa rysunki) odnosi się do próby podziemnego zgazowania przeprowadzonej przez GIG w Kopalni Wieczorek. W rozdziale tym nie ma jednak klarownego powiązania z numerycznymi dywagacjami przeprowadzonymi w rozdziale 6.

Autor prezentuje znów płaską tarczę przekroju przez kawernę, zakładając jednak świadomie, że nie będzie to rzeczywisty kształt powstałej kawerny, bo tego nikt nie zna, a kształt dokładnie taki sam jaki Autor przyjął do rozważań w rozdziale 6 i operuje nim całej pracy.

Kolejny **rozdział 8** traktuje dosyć obszernie o metodach oceny i pomiarów powstałej strefy spękań. Rozdział ten prezentuje posiadaną w tym względzie metodykę oraz doświadczenia w stosowaniu różnych metod oceny charakteru i zasięgu strefy spękań oraz zniszczenia skał wokół wyrobiska górniczego. Zaprezentowane cztery metody to metoda: Introskopowa, areometryczna, metoda prześwietlenia sejsmicznego oraz metoda georadarowa. Podobnie jak w innych rozdziałach i tu przebija się nutka pesymizmu co do dokładności tych metod i potrzebie ich dalszego doskonalenia.

**Rozdział 9** według słów Autora jest podsumowaniem prac badawczych i wymienia cztery etapy oceny szczelności komory georeaktora:

- a) ocena naturalnych warunków lokalizacji georeaktora,
- b) ocena zewnętrznych technicznych uwarunkowań szczelności georeaktora,
- c) ocena oddziaływania procesu PZW na górotwór,
- d) etap doboru technicznych przedsięwzięć dla uszczelnienia górotworu.

Spśród wymienionych czterech etapów, najbardziej interesującym i innowacyjnym byłby etap 4, ale Autor stwierdził, że nie jest on przedmiotem rozważań tej pracy.

**Rozdział ostatni 10** stanowi podsumowanie pracy i wnioski końcowe.

### **3. Ocena merytoryczna pracy**

Podjęte w pracy zagadnienie należy do problemów bardzo złożonych i w efekcie bardzo trudnych, gdyż praktycznie w żadnym z przeprowadzonych na świecie eksperymentów nie udało się tak uzbroić otoczenia georeaktora w urządzenia pomiarowe, aby uzyskać komplet potrzebnych danych do pełnego i jasnego opisanie zachodzących zjawisk fizycznych i geomechanicznych w trakcie procesu zgazowania węgla. Ciągłe zagadką jest kształt i rozmiary powstałej po zgazowaniu kawerny, jak również stwierdzony pomiarami zasięgu strefy o podwyższonej temperaturze. Brak takich danych nie pozwala na skalibrowanie i urealnienie opracowanych modeli numerycznych. Badające ten problem profesjonalne zespoły naukowe AGH i GIG miały nadzieję, na pozyskanie cennych informacji z próby PZW w Kopalni Wieczorek. Niestety eksperyment ten nie dostarczył takich danych, głównie z tego powodu, że proces pełnego monitoringu zjawisk zachodzących wokół georeaktora PZW jest bardzo trudny do zrealizowania i bardzo kosztowny. Podobnie - jak dotąd - nie udało się eksplorować powstałej po zgazowaniu kawerny. Jej objętość oszacowano wyłącznie na podstawie ilości węgla pierwiastkowego, który znalazł się w gazie syntezowym wyprowadzonym z georeaktora, którego objętość i skład chemiczny precyzyjnie pomierzono.

Z powyższych powodów zrozumiałe jest, że Autor ograniczył zasięg swoich dociekań tylko do skutków oddziaływania na skały podwyższonych temperatur w wyniku oddziaływania wysokotemperaturowego źródła ciepła generowanego w georeaktorze. Tu pojawia się poważna wątpliwość czy zjawisko to można oddzielić od destrukcji górotworu spowodowanej skutkami ubytku zgazowanej węglowej masy skalnej, które już przy nieco większej wyeksploatowanej parceli sięgają powierzchni terenu objawiając się powstaniem niecki osiadania. W takich przypadkach mówienie o szczelności górotworu wokół reaktora jest bardzo ryzykowne, chyba, że proces zgazowania prowadzony będzie w wybranych partiach złoża i będzie generował kawerny niewielkiej szerokości oddzielone od siebie szerokimi filarami. Niestety taka eksploatacja powoduje duże straty złoża i zgodnie z polskim prawem geologicznym i górniczym nie ma racji bytu.

Znaczącym efektem dla naukowego rozwoju Doktoranta jest zgromadzenie i przestudiowanie obfitej naukowej literatury dotyczącej PZW jak również zręczne jej wykorzystywanie w treści rozprawy. Tu Autor wykazał wielką odwagę. Nie będąc zaangażowanym czynnie w żadne badania dotyczące podziemnego zgazowania węgla realizowane między innymi przez jednostkę doktoryzującą, ani nie wykonując osobiście żadnych badań laboratoryjnych podjął się próby zbudowania modelu numerycznego procesu bardzo skomplikowanego, czerpiąc w całości swą wiedzę przeważnie z literatury fachowej i dostępnych w GIG raportów powstałych w wyniku realizacji projektu strategicznego pt. „**Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii**”. W projekcie tym grupa najlepszych specjalistów z zakresu modelowania numerycznego w geomechanice od 4 lat pracuje nad analizą numeryczną skutków podziemnego zgazowania węgla, cierpiąc ciągle na brak odpowiednich danych pozwalających na weryfikację i kalibrację budowanych modeli, które z tego powodu mają charakter hipotetyczny.

Całość przedsięwzięć związanych z tym przewodem doktorskim należy ocenić pozytywnie. Doktorant posiada znaczną wiedzę akademicką i praktyczną dotyczącą zjawisk geomechanicznych towarzyszących podziemnej eksploatacji węgla kamiennego, tak z racji ukończonych studiów II stopnia, jak też obecnej pracy zawodowej.

#### 4. Uwagi krytyczne do pracy

Oceniający pracę w czasie jej studiowania dostrzegł kilka niepokojących stwierdzeń takich jak:

- a) Już na etapie formułowania tezy pracy i celu jej wykonania, a potem w całej pracy łącznie z wnioskami, Autor posługuje się powszechnie stwierdzeniami: „można przyjąć”, „można założyć”, „wskazane jest”, „powinny spełniać” itp., co sugeruje, iż praca w znaczącej mierze – w odczuciu oceniającego - bazuje na założeniach i przypuszczeniach.
- b) W podsumowaniu wyników modelowania numerycznego na stronie 102 wiersze 4 – 9 Autor pisze o złożoności problemu i wynikających z tego trudnościach. Niepokoi stwierdzenie Autora, że w celu zweryfikowania danych i skalibrowania modeli należy podjąć dalsze prace badawcze. Stwierdzenie takie sugeruje, że opracowane przez Autora modele numeryczne nie są w żaden sposób zweryfikowane i skalibrowane, a są jedynie modelami hipotetycznymi.
- c) Mówiąc o właściwościach fizyko-mechanicznych górotworu Autor wymienia wytrzymałość na ściskanie  $R_c$  i moduł sprężystości podłużnej  $E$  nie precyzując czy mówi o tych parametrach odnoszących się do konkretnych skał czy do górotworu z nich zbudowanego. W pracach Hoek'a Browna podaje się, że moduł deformacji górotworu  $E_m$  (dotyczy konkretnego górotworu) i jest funkcją jego wytrzymałości  $R_{ci}$  oraz wskaźnika GSI. Podany w pracy wzór (6.9) - ma błędnie wpisaną zmienną  $\sigma_{ci}$  zamiast  $R_{ci}$ ) ma mieć postać:

$$E_m (GPA) = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \sqrt{\frac{R_{ci}}{100}} 10^{GSI \cdot \frac{10}{40}}$$

Z tego równania jasno wynika, że Moduł deformacji górotworu jest funkcją trzech zmiennych:  $D$  – wskaźnik zależny od sposobu urabiania górotworu,  $R_{ci}$  – wytrzymałość na ściskanie górotworu,  $GSI$  – geologiczny wskaźnik jakości.

- d) Podjęta przez doktoranta próba ustalenia zmian parametrów wytrzymałościowych górotworu w zależności od stopnia jego nagrzania (od temperatury) przy bardzo skromnej dostępności wyników badań w tym zakresie kończy się wygenerowaniem tabeli nr. 4.6, w której podaje tylko nieliczne dostępne dane, a resztę pól zapełnia strzałkami wskazującymi na trend zmian w zadanym przedziale. Oceniającemu trudno się zgodzić z poprawnością takiego postępowania. Na podstawie danych z tej tabeli powstają fundamentalne dla pracy wykresy rys. 6.3. i 6.4 gdzie wytrzymałości skały i modułu sprężystości podłużnej w zależności od temperatury zmiennej w bardzo w szerokim zakresie, to jest od temperatury pokojowej do temperatury 1100 °C są reprezentowane w większości przypadków przez zaledwie 3-4 punkty, które Doktorant połączył prostymi. Tu doktorant winien wyjaśnić na jakiej podstawie dokonuje takiej generalizacji przebiegu tych krzywych. W praktyce dla zbioru danych szuka się funkcji opisujących ten przebieg i wyznacza równania opisujące ten przebieg oraz wyznacza ewentualne linie trendu w przedziałach nie objętych badaniem. Tu trzeba jasno stwierdzić, że statystyczna wiarygodność i stopień dopasowania krzywych poprowadzonych przez 3 punkty jest znikoma.
- e) Przyjęte w modelach numerycznych wartości wytrzymałości na ściskanie skał budujących górotwór (tabela 6.1. kolumna 9. i wykresy rys. 6.3 i 6.4), są dla łupków piaszczystych bardzo wysokie, natomiast dla piaskowców uchodzących w utworach karbońskich za skały najmocniejsze – są bardzo niskie (np. „piaskowiec 3”). W górotworze karbońskim w otoczeniu pokładów węgla występują na ogół skały słabe, o których Autor wspomina, przytaczając wyniki badań Kwaśniewskiego oraz Małkowskiego i Skrzypkowskiego stwierdzając że już przy temperaturze przekraczającej 300°C, tracą 50 % swojej wytrzymałości, a w temperaturze 400°C samoistnie się rozpadają. Budując modele numeryczne tylko dla skał oznaczonych indeksami 1-5 (łupki piaszczyste i piaskowce) Autor pozwala się domyślać, że skałami bardzo słabymi się nie zajmował, a to one głównie decydują o stopniu zniszczenia górotworu wokół georeaktora.
- f) Z analizy zasięgu strefy zniszczenia i spękania wokół georeaktora zamieszczonych w tablicy 6.2 wynika, że bez względu na rodzaj skały i znaczącą różnicę w wytrzymałości na ściskanie, zwłaszcza w podwyższonych temperaturach wyniki są zbliżone, a w niektórych wypadkach identyczne np. **łupek piaszczysty 1** ( $R_c = 60,9$  MPa, a w temp. 542°C;  $R_c=145$  MPa) i **piaskowiec 3** ( $R_c=46,6$  MPa, a w temp 542°C;  $R_c=14$  MPa **to jest 10 razy mniejsza!**) daje dla kawerny szerokości 30 m na głębokości 300 m w stropie te

same wyniki to jest: strefa spękań – 8 m strefa zniszczenia – 8 m. Ta sprawa wymaga wyjaśnienia.

1. Sformułowane w rozdziale 9 wnioski końcowe wprowadzają dodatkowy niepokój. Przykładowo podany na str. 121 wniosek końcowy z numerem 1 jest szczerzy i prawdziwy. Gdyby istniała taka praca podająca wszystkie dane – to zbędne byłyby wszystkie inne badania łącznie z przedmiotową pracą. Nie jest natomiast jasne czy Autor gromadząc dane z różnych prac uzyskał odpowiedni poziom wiarygodności swoich obliczeń, co stwierdza we wniosku 16 mówiącym o przybliżonym charakterze otrzymanych wyników. Natomiast wniosek nr 5 jest stwierdzeniem co na prawdę w takiej pracy powinno być zrobione.

Na tle powyższych uwag i wątpliwości Doktorant w czasie publicznej obrony winien wyjaśnić Komisji Doktorskiej następujące problemy:

2. Kiedy można stosować modelowanie płaskie 2 D w zagadnieniach górniczych?
3. Jakie są zasady ustalania właściwości fizyko-mechanicznych górotworu na podstawie posiadanych właściwości skał budujących analizowany masyw.
4. Jak przebiega proces określania geologicznych wskaźników jakości masywu skalnego GSI koniecznych do opisu kryterium wyężeniowego Hoek'a-Browna, zamieszczonych w tabeli 6.1. kolumna 5 (GSI). W opisie tej procedury Doktorant wyraźnie wskazuje (str. 64 pkt. 2), że dla podwyższonych temperatur i odpowiadających im wartościom parametrów  $R_c$  i  $E$  wyznaczono kolejne wartości wskaźnika GSI z zależności 6.2. – 6.10. Należy zauważyć, że we wzorach tych wskaźnik GSI musi być znany i decyduje on o wartości parametrów:

$$\text{wzór (6.3)} \quad s = f(\text{GSI}),$$

$$\text{wzór (6.4) i (6.6)} \quad a = f(\text{GSI}),$$

$$\text{wzór (6.9) i (6.10)} \quad E = f(R_c, \text{GSI}),$$

**Skąd zatem wartości GSI podane w tabeli 6.1. ?**

Czy może parametry te określano metodą odwrotną na podstawie posiadanych wartości  $R_c$  i  $E$  z badań laboratoryjnych.

5. Jak Doktorant wyobraża sobie utrzymywanie się komory poreakcyjnej o szerokości 30 m po zgazowaniu węgla, skoro w polskim górnictwie w przeciętnych warunkach geologicznych utrzymanie przodka wyrobiska bez obudowy o długości 2-3 metrów jest mało możliwe i wymaga natychmiastowego stawiania obudowy?
6. Dlaczego przy tak znaczących różnicach w wytrzymałości  $R_c$  dwóch skał (łupek piaszczysty 1 i piaskowiec 3) w stropie nad komorą georeaktora powstają strefy zniszczenia o identycznej wielkości.



#### **Uwagi dotyczące strony edycyjne pracy:**

1. W pracy Autor często używa nazwy kopalni pisząc np. w kopalni „Wieczorek”, czy KWK „Wieczorek”. Poprawna językowo forma nazwy własnej to: w Kopalni Wieczorek, czy w KWK Wieczorek - obydwie człony wielką literą i bez cudzysłowu.
2. Str. 4 użyto sformułowania „analizy wstecznej” jako tłumaczenie z j. ang. back analysis. W geomechanice dla tego określenia używa się raczej pojęcia „metody odwrotnej”
3. W rozdziale 7. Autor błędnie pisze o próbie w Kopalni Wieczorek jako eksperymencie w ramach projektu „HUGE” podczas gdy wiadomo, że ten eksperyment dotyczył projektu realizowanego w ramach programu strategicznego pt. **„Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii”**.
4. W rozdziale 6.9. (str. 100) Autor podaje na rys. 6.39 dwa parametry właściwości termicznych konieczne do budowy modelu to jest: współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$  i współczynnik rozszerzalności liniowej  $\beta$ , a na str. 101 wyliczając te właściwości w tekście podaje po stronie właściwości termicznych pojemność cieplną  $C$ .
5. Str.103. w. 8 od dołu. Zdanie rozpoczynające się słowami „ Dla weryfikacji....” Nie ma sensu (brak orzeczenia).
6. Str. 105 w. 2 od góry użyto określenia „wysokość pokładu”. W górnictwie używa się raczej pojęcia grubość lub miąższość pokładu.

#### **5. Wniosek końcowy**

Rozprawa doktorska w rozumieniu 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, z późniejszymi zmianami) to samodzielnie wykonane dzieło poszerzające horyzonty nauki o konkretną nową wiedzę. W naukach technicznych oczekujemy dodatkowo, aby obok rozwiązania teoretycznego rozprawa miała charakter użytkowy i mogła być spożytkowana w rozwoju gospodarczym.

Oceniana rozprawa doktorska potwierdza określony wkład pracy Autora w zgłębienie wiedzy na temat skutków podziemnego zgazowania węgla, mimo iż w pracy nie ma śladów uczestnictwa Autora w żadnym z projektów zgazowania węgla, a cała wiedza pozyskana jest wyłącznie z obfitej literatury cytowanej poprawnie i wzorowo. Podobnie w kwestii badań laboratoryjnych związanych ze zmianą właściwości fizyko-mechanicznych skał przy zmieniającej się temperaturze, szkoda, że Autor nie przeprowadził choćby jednej serii badań samodzielnych, mimo iż jednostka doktoryzująca posiada rewelacyjne możliwości badawcze między innymi w Centrum Czystych Technologii Węglowych.

Niemniej jednak na podstawie przeanalizowanej pracy stwierdzam, że Doktorant wykazał się bardzo dużą pracowitością i determinacją w skonstruowaniu kształtu swojej rozprawy. Przeanalizował bardzo bogatą literaturę z tego zakresu i sprawnie operuje jej cytowaniem. W rezultacie osiągnął postawiony sobie cel i wskazał, że uporządkowanie pewnych rozproszonych informacji pozwala na opracowanie metodyki oceny warunków szczelności georeaktora w procesie podziemnego zgazowania węgla, co było celem pracy.

Stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji praca doktorska **mgr inż. Krystiana SALAMONA** p.t. „Geologiczno-górnictwo i techniczne aspekty zapewnienia szczelności reaktora podziemnego zgazowania węgla” jest udaną próbą samodzielnego rozwiązania problemu naukowego wskazanego w tezie i celu rozprawy.

Doktorant wykazał się wystarczającą wiedzą z zakresu dyscypliny górnictwo i geologia inżynierska i określonym doświadczeniem praktycznym w prowadzeniu ruchu zakładów górniczych oraz kształtowaniu warsztatu do badań naukowych.

W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa spełnia wymagania art. 13 ustęp 1 Ustawy o tytule naukowym i stopniach naukowych z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. RP. Nr 65 poz. 595). Stawiam zatem wniosek i proszę Radę Naukową Głównego Instytutu Górnictwa o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Doktoranta do jej publicznej obrony.

Kraków, dn. 21.07.2015 r.

