



Prof. dr hab. inż. Tadeusz Chmielniak
Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych
Politechnika Śląska

Gliwice 27 08 2013

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Stoleckiej :
Ocena ryzyka związanego z transportem i przechowywaniem nośników energii**

A. OCENA TEMATYKI PODJĘTYCH BADAŃ

W rozprawie podjęto badania nad bezpieczeństwem transportu i przechowywania metanu, wodoru i dwutlenku węgla, bezpieczeństwem mierzonym poziomem ryzyka. Badania nad bezpieczeństwem, wcześniej trochę zaniedbane, dziś nabierają istotnego znaczenia nie tylko z powodu intensyfikacji procesów produkcyjnych i transportowych, ale także i tego powodu, że w procesach wytwarzania i konwersji energii sięga się po nowe technologie i nowe nośniki energii. Podjęcie badań nad tymi zagadnieniami jest więc w pełni uzasadnione i rokujące nadzieję na minimalizację ryzyka powstania szkodliwych zdarzeń i ich następstw. W rozprawie skupiono uwagę na ocenie ryzyka związanego transportem i przechowywaniem trzech substancji wykorzystywanych w procesach wytwarzania energii. W rozpatrywanej tematyce można sformułować i rozwiązać wiele zadań badawczych, które mogą być przedmiotem studiów w rozprawach doktorskich. Uzyskanie oceny ryzyka wymagało w analizowanym przypadku wyboru i analizy modeli poszczególnych zjawisk i ich implementacji numerycznej oraz dla przyjętych metod określenia ryzyka wykonania obszernych obliczeń. Innymi słowy wymagało zastosowania metodologii naukowej i wykorzystania kompetencji i doświadczeń w analizie numerycznej złożonych zadań brzegowych. Ten rodzaj badań jest prowadzony w wielu ośrodkach naukowych zajmujących się bezpieczeństwem. Ukierunkowanie pracy na zagadnienia związane z energetyką jest godne zauważenia. Jest ważnym aby podjęte badania były kontynuowane z celem określenia algorytmów oceny bezpieczeństwa dla różnych klas technologii energetycznych.

B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRACY

Recenzowana praca doktorska obszerna, liczy 200 stron. Została podzielona na 8 rozdziałów. W bibliografii zawierającej 126 pozycji ujęto 7 prac opublikowanych z udziałem doktorantki (*Rynek Energii, Chemical and Process Engineering, Polish J. of Environmental Studies, J. of Energy Science, Archiwum Energetyki*). Cytowane prace zostały opublikowane

w ostatnim okresie czasu. Dobrze oddają zakres i rodzaj badań w obszarze zainteresowań doktorantki w pracy doktorskiej.

W rozdziale pierwszym autorka akcentuje wagę badań nad bezpieczeństwem technologii oraz maszyn i urządzeń energetycznych. Omawia podstawowe dyrektywy Parlamentu Europejskiego dotyczące tej problematyki. Ciekawym wprowadzeniem do wagi problemu są także opisy katastrof związanych ze substancjami szkodliwymi. W rozdziale 1 sformułowano także cel i zakres pracy. Stwierdza się, że głównym celem pracy jest *identyfikacja i ocena ryzyka związanego z transportem i przechowywaniem wodoru oraz dwutlenku węgla a także określenie czynników wpływających na poziom tego ryzyka*. W dalszym opisie celu podano, że obliczony poziom ryzyka odniesiono do ryzyka związanego z transportem metanu. To formalne sformułowanie uzupełniono ośmioma zadaniami szczegółowymi, z których dwa mają funkcje pomocnicze, rozwiązanie pozostałych ma ważne znaczenie dla oceny merytorycznej rozprawy. Rozdział następny(2) zawiera ogólną charakterystykę substancji rozpatrywanych w pracy. W rozdziale 3 najpierw zdefiniowano ryzyko, następnie przedstawiono schemat ogólnej procedury analizy ryzyka. Obejmuje jej następujące etapy: 1.zdefiniowania systemu będącego przedmiotem analizy, 2. identyfikacji zagrożeń związanych z funkcjonowaniem systemu, 3. określenia prawdopodobieństwa i warunków wystąpienia zidentyfikowanych zagrożeń, 4. oceny następstw wystąpienia zagrożeń, określenie ryzyka , 5. oceny poziomu i akceptowalności ryzyka z uwzględnieniem przyjętych kryteriów. W dalszej części rozdziału omówiono podstawowe zagrożenia związane z transportem i przechowywaniem analizowanych w rozprawie substancji, przedstawiono metody identyfikacji zagrożeń, metodę drzewa zdarzeń i metodę drzewa uszkodzeń. W ostatniej części tego rozdziału podano sposoby szacowania ryzyka. Wyszczególniono przy tym podstawowe funkcje probitowe. W kolejnym rozdziale (4) scharakteryzowano modele obliczeniowe z podaniem odpowiednich relacji dla podstawowych rodzajów pożarów(strumieniowego, powierzchniowego i kulistego), modele obliczeniowe skutków wybuchu oraz modele transportu i dyspersji substancji w atmosferze. Zestawienie i charakterystyka wszystkich podstawowych związków do ilościowego opisu skutków uwolnień substancji niebezpiecznych obok znaczenia dla przeprowadzenia obliczeń ryzyka ma walory dydaktyczne. Stanowi bowiem syntezę literatury w tym zakresie oraz monograficzne ujęcie tematu. Oba rozdziały stanowią podstawę algorytmów wykorzystywanych w rozdziałach 4-6 do obliczeń ryzyka transportu metanu, transportu i magazynowania wodoru oraz do ryzyka transportu dwutlenku węgla. Przedstawione w tych

rozdziałach wyniki są w dużej części oryginalnym dorobkiem doktorantki, mają znaczenie poznawcze i aplikacyjne. Pracę kończy rozdział podsumowujący i spis literatury.

C. OCENA ROZPRAWY

Recenzowana praca zawiera sformułowanie zadań o charakterze naukowym, w zakresie energetyki oraz w pewnym zakresie inżynierii bezpieczeństwa. Dotyczy trudnych do analizy ilościowej zagadnień oceny ryzyka w ujęciu zależności (3.1). Konstrukcja pracy jest jednolita. Odpowiada przyjętemu ogólnemu celowi rozprawy i celom szczegółowym.

Do oryginalnych osiągnięć doktorantki można zaliczyć :

- Opracowanie własnych kodów numerycznych opartych o literaturowe algorytmy analizy skutków promieniowania i skutków wybuchów gazów niebezpiecznych oraz weryfikacja tych programów za pomocą znanych programów komercyjnych np. PHAST (wykrycie błędnych procedur w programie komercyjnym).
- Dostosowanie ogólnej metodologii oceny ryzyka do zagadnień oceny ryzyka w transporcie płynnych nośników energii oraz dwutlenku węgla.
- Wyznaczenie stref bezpieczeństwa wokół potencjalnej infrastruktury służącej do transportu wodoru oraz dwutlenku węgla.
- Przeprowadzenie ilościowej oceny ryzyka związanego z transportem analizowanych gazów.

Ponadto należy zauważyć, że przyjęte założenie metodologiczne, dotyczące odniesienia ryzyka związanego z transportem i składowaniem wodoru i dwutlenku węgla do szeroko badanego bezpieczeństwa użytkowania metanu, jest racjonalne . Wyszute w pracy analogie wymagają wprowadzić jeszcze dalszych badań i obliczeń, stanowią jednak ważny efekt recenzowanej pracy. Zwiększają przy tym aplikacyjne aspekty uzyskanych wyników. Zarówno z metodycznego punktu widzenia jak i biorąc pod uwagę efekty poznawcze oraz aplikacyjne cele rozprawy zostały osiągnięte.

Praca została opracowana edytorsko bez istotniejszych usterek. Rysunki są czytelne, wnioski dobrze uzasadnione. Można sformułować jedynie uwagę o nie do końca ścisłym tytule rozprawy. Jeżeli uznamy dwutlenek węgla za nośnik energii(a tak może w niektórych procesach być), to wszystko się zgadza.

D. Wnioski końcowe

Mgr inż. Katarzyna Stolecka podjęła w swej pracy trudne zadania dotyczące oceny wartości ryzyka dla procesów transportu i przechowywania istotnych dla

technologii energetycznych mediów. Aby je rozwiązać musiała uporządkować na ogół rozproszoną wiedzę konieczną dla budowy wymaganych przez procedury analizy ryzyka modeli obliczeniowych, przeprowadzić ich adaptację i implementację numeryczną dla rozpatrywanych w rozprawie procesów i przeprowadzić odpowiednie obliczenia. Opracowane procedury i uzyskane wyniki mają ważne znaczenie dla szacowania ryzyka nie tylko dla rozważanych procesów i mediów. Zrealizowała w całości zakres planowanych badań i osiągnęła założone w recenzowanej rozprawie cele. Wykazała się przy tym wielką pracowitością, systematycznością oraz wiedzą i umiejętnościami w zakresie syntezy dostępnej wiedzy oraz przygotowania algorytmów obliczeniowych, przeprowadzenia obliczeń i interpretacji ich wyników. Jej praca zawiera wiele oryginalnych wyników zarówno w zakresie metodologicznym jak i poznawczym oraz aplikacyjnym. Dokładała starań celem upowszechnienia swych wyników badań na konferencjach naukowych oraz w czasopismach naukowych.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że przedstawiona przez mgr. inż. Katarzyny Stoleckiej praca spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w Ustawie o Stopniach i Tytułach Naukowych i wnioskuję do Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Pol. Śląskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

