

Kraków, dn. 27 sierpnia, 2020

Prof. dr hab. inż. Jerzy Mikulik  
Katedra Inżynierii Zarządzania  
Wydział Zarządzania  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Wiencka pod tytułem „**Ocena jakości wnęk rezonansowych oraz modułów przyspieszających w cyklu rozwoju lasera na swobodnych elektronach E-XFEL**”

Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Gawlik  
Promotor pomocniczy: Dr inż. Anna Kielbus

Podstawa opracowania recenzji: pismo Nr M.00-520-/2020 z dnia 24 czerwca 2020 Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej

### 1. Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska wydana została w formie książkowej, zwiiera 116 stron, w tym: 2 strony spisu treści, jedną stronę wykazu skrótów i symboli, 9 stron wstępu, 13 pozycji bibliograficznych, 9 tabel i 72 rysunki. Rozprawa doktorska składa się z pięciu rozdziałów, streszczenia w języku polskim i w języku angielskim, spisu tabel oraz spisu rysunków.

### 2. Tematyka ogólna rozprawy

Uzasadnieniem podjęcia się przez Kandydata tematu ocenianej rozprawy doktorskiej pod tytułem: „**Ocena jakości wnęk rezonansowych i modułów przyspieszających w cyklu rozwoju lasera na swobodnych elektronach E-XFEL**” było zobowiązanie się Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ-PAN) do wykonania wkładu rzeczowego w procesie budowy lasera na swobodnych elektronach European X-ray Free Electron Laser (E-XFEL) w ośrodku badawczym DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron) w Hamburgu.

Wkład ten polegał na zaprojektowaniu wykonywania testów kwalifikacyjnych: wnęk rezonansowych oraz modułów przyspieszających dla części akceleratorowej lasera E-XFEL.

Najważniejszym zadaniem, z punktu widzenia realizacji projektu, postawionym przed zespołem IFJ-PAN było przeprowadzenie pomiarów właściwości elektrycznych wnęk rezonansowych oraz modułów przyspieszających dla części akceleratorowej lasera E-XFEL. Kandydat podjął się opracowania nowej koncepcji metodyki prowadzenia wspomnianych pomiarów wnęk rezonansowych oraz modułów przyspieszających, uwzględniającej przemysłową liczbę pomiarów, a nie badania na poziomie laboratoryjnym. Pomiary te były realizowane w ustalonym przedziale czasowym i zostały wdrożone w kolejnych etapach projektu budowy lasera E-XFEL w Hamburgu.

Dzięki opracowanej przez Kandydata metodyce badań parametrów eksploatacyjnych wnęk rezonansowych oraz modułów przyspieszających możliwym stało się przetestowanie dużej liczby komponentów w krótkim czasie. W trakcie trwania opisanego w rozprawie projektu badawczego wykonano 1276 testów nadprzewodzących wnęk rezonansowych oraz 107 testów modułów przyspieszających. Jeśli badania te byłyby prowadzone według tradycyjnych metod badań laboratoryjnych, to badania te zajęłyby czas około kilkunastu lat.

Dlatego też celem analizowanej rozprawy doktorskiej było wykazanie, że możliwe jest wykonanie testów wnęk rezonansowych i modułów przyspieszających w trakcie ich procesu produkcyjnego, co wymagało przeszkolenia dużej liczby personelu do konkretnych zadań pomiarowych, stworzenia standardowej dokumentacji umożliwiającej skuteczną kontrolę wykonywanych czynności, a także obsługę zdarzeń przypadkowych, niestandardowych. Udoskonalenie całego procesu kontrolnego dokonano bazując na doświadczeniach z pierwszych testów laboratoryjnych w ośrodku DESY w Hamburgu.

Biorąc pod uwagę poznawcze i praktyczne aspekty, autentyczny zakres implementacji badań zmodyfikowanych przez Kandydata, wybór tematu pracy doktorskiej uznaję za trafny i w pełni uzasadniony do podjęcia. Przedstawiony tok postępowania, zadania do rozwiązania i szczegółowe cele badawcze świadczą, że mgr inż. Mateusz Wienczek jest dobrze przygotowany do prowadzenia i rozwiązywania celów badawczych.

Po dokładnej analizie omawianej rozprawy uważam, że praca ta stanowi oryginalne rozwiązanie problemów w oparciu o opracowania projektowo-konstrukcyjne, co spełnia wymagania Ustawy z dnia 14.03.2003r o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i mieści się w dyscyplinie inżynieria produkcji (obecnie inżynieria mechaniczna) oraz w specjalności diagnostyka urządzeń technologicznych.

### 3. Zawartość rozprawy

#### Rozdział pierwszy – „Wstęp”.

W rozdziale 1 pod tytułem „Wstęp” omówiono ogólne zagadnienia związane z problemami zarządzania innowacyjnymi projektami, jako złożonymi i ryzykownymi przedsięwzięciami organizacyjnymi. Zaznaczono, że planowanie projektu jest jednym z najistotniejszych stanów w procesie zarządzania projektem. Realizacja projektu ma bardzo często charakter cykliczny, który składa się z następujących po sobie faz. Występowanie faz projektu jest bardzo korzystnym zjawiskiem, ponieważ pozwala na kontrolę realizacji całego projektu, jak również daje możliwość sprawdzania wyników cząstkowych.

#### Uwagi szczególne do Rozd.1.

W rozdziale tym Kandydat używa żargonu technicznego, np. „dostarczenie różnych amplitud prądu wysokiej częstotliwości”, a powinno być „dostarczanie prądu przemiennego wysokiej częstotliwości o różnych amplitudach”. Rozprawa doktorska napisana została przez Doktoranta, który zna bardzo dobrze strukturę całego projektu, używa określeń potocznych stosowanych w procesie budowy urządzeń. Zna praktycznie rozkład rzeczywisty urządzeń i w sumie używa sformułowań technicznych niełatwych do wyobrażenia przez osobę spoza analizowanego projektu. W opisie całego projektu lasera E-XFEL występuje wiele jego elementów składowych, jak np. wnęki rezonansowe, moduły przyspieszające, falowody. Można było zamieścić rysunki poglądowe pokazujące budowę tych elementów i omówić krótko zasadę ich działania, co ułatwiłoby wyobrażenie sobie całości przedsięwzięcia, tym bardziej, że niektóre jego elementy w rzeczywistości mają długości rzędu kilometrów.

Ta sama uwaga dotyczy używania określenia gradient. Nie wiadomo, czy chodzi o wektor określający wartość i kierunek najszybszego wzrostu analizowanej wielkości skalarnej, czy też o zmianę jakiegoś wskaźnika na jednostkę długości. Tutaj znowu Kandydat stosuje tzw. branżowe sformułowania. W opisie najważniejszych parametrów wnęki rezonansowej użyto słabo sformułowanych parametrów typu: dobroć wnęki, promieniowanie wnęki w funkcji jakiegoś gradientu. O jaki rodzaj promieniowania wnęki chodzi (str.12)? Czy też kolejne określenie: maksymalny gradient wnęki. Podobna sytuacja dotyczy sformułowania: „Maksymalny gradient wnęki to maksymalne pole elektryczne, jakie może zostać wytworzone we wnęce”. Co to znaczy „Maksymalne pole elektryczne”. Pole elektryczne jest polem siłowym, wektorowym o następujących podstawowych parametrach: natężenie pola elektrycznego (wielkość wektorowa), potencjał w miejscu pola i energia potencjalna w danym miejscu pola. O której wielkości fizycznej jest mowa. Proszę o wyjaśnienie znaczenia wcześniej użytych przez Kandydata identyfikatorów.

Opisy na Rys.1 i na pozostałych rysunkach powinny być podane w języku polskim, zgodnie z ustawą z dnia 7 października 1999 r. o języku polskim. Dodatkowo, co oznaczają liczby zamieszczone na osiach tego rysunku.

W Tab.2 Kandydatowi chodziło zapewne o parametry techniczne lasera XFEL. Należało to określenie dodać do opisu, ponieważ istnieje wiele innych rodzajów parametrów.

Proszę też o dokładniejsze, bardziej ilościowe omówienie parametru „gradient operacyjny” (str.12). W projekcie na pewno nie występuje on w postaci jakościowej, jako zbiór zmiennych lingwistycznych.

Doktorant użył takiego sformułowania: „Przyjęto, że optymalną ze względu na późniejszą pracę lasera metodą budowania modułów przyspieszających jest ich zestawianie z wnęk rezonansowych o podobnej wartości gradientu operacyjnego”. Jak należy rozumieć, że to jest optymalna metoda budowania modułów, optymalna względem jakiej funkcji celu?

Rys.2 zatytułowany przez Doktoranta „Uproszczony schemat decyzyjny dla pojedynczej wnęki rezonansowej”, powinien raczej mieć tytuł „Uproszczony schemat podejmowania decyzji dotyczących kwalifikacji wnęki rezonansowej”. Według tego rysunku wnęka rezonansowa jest kwalifikowana dwa razy. Na czym polega pierwsza kwalifikacja. Powinno się też używać pełnej nazwy urządzenia na schematach, czyli wnęka rezonansowa, ponieważ są też przykładowo wnęki meblowe. Jakie parametry elektryczne wnęki rezonansowej są oceniane w drugiej kwalifikacji

Na stronie 14 Doktorant pisze „Dla potrzeb tego projektu założono, że na hali testowej AMTF testowanych będzie 8 wnęk rezonansowych oraz 1 moduł przyspieszający na tydzień”, z czego wynikały te założenia?

Projekt części akceleratorowej lasera na swobodnych elektronach E-XFEL zakłada użycie technologii SRF (Superconducting Radio Frequency). Proszę o krótkie wyjaśnienie działania technologii SFR, ponieważ, jak wynika z analizy tekstu rozprawy, ta technologia jest bardzo istotna w całym projekcie lasera E-XFEL.

Doktorant bardzo często używa sformułowania „ilość” do określania liczności grup ludzi lub zdarzeń policzalnych, lub też urządzeń. Jeżeli uczestnicy danego zjawiska są policzalni, należy używać określenia „liczba”, na przykład: liczba ludzi, liczba testów, itp.

Przydałyby się zamieścić w pracy schematy blokowe systemów do testowania wnęk rezonansowych oraz modułów przyspieszających.

## **Rozdział drugi – „Opis stanowisk badawczych”.**

W rozdziale drugim opisano stanowiska pomiarowe do wykonywania testów wnęk rezonansowych oraz modułów przyspieszających zbudowane w ośrodku DESY, jeszcze przed realizacją projektu E-XFEL. Stosowana wówczas technika nie pozwalała na szybką ocenę parametrów technicznych tych urządzeń. Doktorant podaje przykładowo, że aby przetestować 800 wnęk rezonansowych trzeba by standardowo poświęcić na te działania około 8 lat, a na przetestowanie 100 modułów przyspieszających około 11 lat. Powstał zatem pomysł, aby przeprowadzać testy tych urządzeń już na etapie produkcyjnym, a nie przed montażem do systemu lasera E-XFEL, tym bardziej, że etapy produkcyjne dają takie możliwości. Według nowego projektu hali AMTF (Accelerator Module Test Facility) do badań parametrów technicznych wnęk rezonansowych i modułów przyspieszających, już na etapie produkcyjnym, powstała możliwość zwielokrotnienia liczby badanych urządzeń, co

pozytywnie wpłynęło na efektywność budowy i odbioru tych urządzeń (patrz Tab.3). Nie wiadomo jednak, czy Doktorant brał również udział w tworzeniu projektu tej nowej hali.

### **Uwagi szczegółowe do rozdziału drugiego.**

Rys.3 powinien zostać opisany w języku polskim. Czy faktycznie Rys.3 obrazuje rzeczywistą liczbę testów 9-celowych? Czy występujący tu cel należy rozumieć, jako cel projektowy z punktu widzenia inżynierskiego? Proszę omówić krótko te testy dziewięć celowe.

Doktorant często stosuje tzw. nowomowę branżową wstawiając w zdania polskie angielskie wyrazy typu, na przykład: inserty. Co oznacza słowo „insert” w tej pracy?

Rys.4 opisany jest w językach: angielskim i niemieckim, a powinien być opisany w języku polskim. Na rysunku tym pozostało wiele oznaczeń liczbowych i literowych, nie wiadomo po co.

### **Rozdział trzeci – „Metodyka pomiarów przed rozpoczęciem projektu”.**

W sumie to nie wiadomo z zamieszczonego w rozdziale trzecim tekstu, czy opisana metodyka pomiarów wnęki rezonansowej dotyczy pomiarów z czasów pomiarów przed rozpoczęciem projektu, czy też czasów późniejszych. Dalej, w „starym” procesie pomiarowym następuje inspekcja wejściowa modułu przyspieszającego oraz szereg sprawdzeń natury elektrycznej i mechanicznej. Następnie Doktorant opisuje proces kondycjonowania sprzęgaczy mocy, który to proces jest po prostu procesem czyszczenia tych urządzeń. Doktorant bardzo często używa określeń branżowych z czasów realizacji tego projektu.

Podrozdział „Pomiary niskiej mocy” poświęcony został w większości omówieniu okablowania wysokiej częstotliwości. Bardzo ciekawe sformułowanie użył Doktorant w opisie na Rys.9, jest to „Schemat okablowania kabli wysokiej częstotliwości”. Proszę o wyjaśnienie, o co tu właściwie chodzi.

### **Uwagi do rozdziału trzeciego**

Rys.3 nie został omówiony w tekście rozprawy, na osiach: pionowej i poziomej nie zamieszczono jednostek.

Co właściwie przedstawia Rys.5. Obie osie na tym rysunku nie zostały opisane, nie wiadomo jakie tam są parametry. Co oznaczają skróty: HOM1 i HOM2?

Na obu częściach Rys.6 nie oznaczono, co znajduje się na osi OX, a co na osi OY. Zapis „krzywe QvsE (górze) oraz krzywe promieniowania (dół)”, w ogóle nie opisują

otrzymanych wyników. Jak można zauważyć wykresy otrzymane zostały z wykorzystywanego w pomiarach systemu akwizycji danych AMTFMEAS, ale na potrzeby rozprawy doktorskiej powinny być odpowiednio zaadaptowane.

Rys.7 nie jest uproszczonym schematem pomiaru wnęki rezonansowej, ale algorytmem wykonywania pomiarów parametrów technicznych wnęki rezonansowej, wykonywanych na stanowisku badawczym, a nie w „insercie”.

Rys.8 jest słabo czytelny i nie wyjaśnia, jakie parametry procesu kondycjonowania sprzęgaczy mocy porównuje, czy też wizualizuje wspomniana aplikacja.

Rys.10 nie wnosi do rozprawy, pokazano sygnał sinusoidalny w nieopisanych osiach OX i OY.

Najlepszy jest Rys.11, który pokazuje dwie rury stanowiące wnękę rezonansową i stroik mechaniczny. Wypadalo opisać, która rura stanowi np. ten stroik mechaniczny. Ten rysunek, a właściwie zdjęcie, nie wnosi żadnej informacji o prowadzonych pomiarach, to co jest na zdjęciu może być też działem bezodrzutowym.

Dlaczego podrozdział „Pomiary niskiej mocy” otrzymał taki tytuł? O jaki rodzaj mocy Doktorantowi chodzi? Dodatkowo w tym podrozdziale nie ma dyskusji na temat jakiegokolwiek mocy.

W podrozdziale „Pomiary pojedynczych wnęk w module” Doktorant zamieścił bardzo nieprofesjonalnie dwa wzory matematyczne. Parametry występujące w tych wzorach nie zostały opisane.

Proszę o wyjaśnienie określenia ze str.20 „stopniowo podnosi się moc podawaną na wnękę oraz obserwuje się parametry wnęki”. O jaki rodzaj mocy chodzi?

Na str.20 omówiono algorytm wyznaczania gradientu operacyjnego, dlaczego ten algorytm nie został pokazany w formie graficznej.

### **Podrozdział „Pomiary strat kriogenicznych”.**

Proszę o wyśnienie sformułowania ze str.32 „Gradient we wnękach jest ustawiony na moc nominalną akceleratora (23.6 MV/m). Jeśli gradient operacyjny wnęki jest niższy od tej wartości, to pole we wnęcie jest ustawiane na gradient operacyjny”.

Proszę wyjaśnić, co to jest proces kondycjonowania sprzęgaczy w temperaturze pokojowej, bo według Doktoranta to długotrwały proces i tyle (str.40 nad Rys.19).

Podsumowując rozdział trzeci, to nie wiadomo czy opisane różne badania parametrów technicznych wnęk rezonansowych, modułów przyspieszających, pomiarów strat kriogenicznych i magnesów nadprzewodzących dotyczą czasów sprzed realizacji projektu lasera E-XFEL, czy czasów późniejszych.

**Rozdział czwarty:** „Metodyka pomiarów wnek rezonansowych i modułów przyspieszających dla projektu E-XFEL”.

Jest to główny rozdział rozprawy doktorskiej, w którym Kandydat opisuje swój wkład w realizację całego projektu.

Rozdział czwarty rozpoczyna się od podrozdziału pod tytułem „Przeszkolenie personelu”. Według mnie ten podrozdział zamieszczono niepotrzebnie. Wiadomym jest, że do wykonywania odpowiedzialnych pomiarów trzeba mieć mądry, przeszkolony i „nauczony” zespół ludzi, o czym Kandydat pisał już na początku rozprawy. Opowiadanie o współpracy ekspertów, inżynierów i specjalistów z DESY nie wnosi do sensu tej części pracy doktorskiej. Jedno, co było istotne to brak w początkowej fazie projektu wykwalifikowanego polskiego personelu do przeprowadzenia tego typu zadania, który to brak wynikał z niedostatecznej liczby ekspertów dostępnych na rynku pracy.

Dalej następują główne podrozdziały, w których Autor opisuje swój wkład w usprawnienie wielu procedur pomiarowych w testach przemysłowych wnek rezonansowych i modułów przyspieszających. Znowu mieszają się między sobą określenia typowo branżowe, nowo-mowa polska-angielska i nieprecyzyjne określenia parametrów pomiarowych w opisywanych urządzeniach. I męczące dla czytelnika używanie słowa „ilość” w opisie policzalnej liczby elementów.

Bardzo często stosowana jest zasada wstawiania opisów rysunków po fakcie ich wystąpienia. Fakt ten utrudnia uważne czytanie tekstu, najpierw widzimy rysunek, bardzo często mało czytelny z jakiejś aplikacji i bardzo ubogo opisany, a dopiero później opis tego rysunku. Rysunki te bardzo często nie mają opisanych osi, albo też zastosowane opisy są znane tylko ich Autorowi i dlatego są niezrozumiałe.

A oto zrealizowane i dokonane przez Autora pracy nowatorskie rozwiązania w opisanym projekcie badawczym, które umożliwiły skrócenie wielu czasów badań urządzeń i potwierdziły możliwość wykonywania tych badań w warunkach przemysłowych, a nie laboratoryjnych. Zastosowanie przez Doktoranta odpowiednich metod i narzędzi badawczych pozwoliło na rozwiązanie następujących problemów w tym międzynarodowym projekcie:

- stworzenie i organizację zespołu badawczo-pomiarowego z Instytutu Fizyki Jądrowej w Krakowie i koordynację jego pracy w złożonym, międzynarodowym przedsięwzięciu,

- opracowanie nowych strategii pomiarowych, które umożliwiły skrócenie czasów i kosztów realizacji prac badawczych przy zapewnieniu wymaganej jakości badań parametrów technicznych wnęk rezonansowych i modułów przyspieszających,
- zaprojektowanie oryginalnych aplikacji pomiarowych oraz nadzór nad realizacją pomiarów i testów badanych modułów przyspieszających i wnęk rezonansowych,
- wykonanie statystycznej analizy wyników badań, opracowanie referatów naukowych i poddanie ich profesjonalnej ocenie w ramach organizowanych seminariów w przedsiębiorstwie realizującym wykonanie lasera na swobodnych elektronach E-XFEL.

### **Ocena końcowa i wnioski**

Rozprawa doktorska mgr inż. Mateusza Wiencka prezentuje dobry poziom naukowo-badawczy, pozwoliła na rozwiązanie naukowo-aplikacyjnych problemów eksperymentalnych. W obecnych czasach bardzo często wykorzystuje się różne dedykowane systemy monitorujące parametry procesów przemysłowych. Wizualizacje przebiegów rzeczywistych tych parametrów pokazuje się na ekranach komputerowych, co stwarza problemy z dalszą ich prezentacją w wydaniach papierowych. Stąd też zapewne trudności Kandydata w przeniesieniu tych przebiegów, w postaciach czytelnych, na wersje papierowe. Nie można, tak jak w telefonach komórkowych, powiększyć sobie palcami interesującego pola na rysunku.

Liczba pozycji bibliograficznych jest mała, wynosi zaledwie 13 przykładów, ale można to wytłumaczyć poruszaniem się Kandydata w obszarze nowatorskiego naukowego problemu badawczego, jak również zapewne pewnych tajemnic technologicznych w obszarze przemysłu.

Opracowanie edytorskie rozprawy jest słabe, ale oceniam je pozytywnie na ocenę dostateczną.

Temat rozprawy, zastosowane metody badawcze oraz uzyskane rezultaty spełniają według mnie wymagania stawiane pracom doktorskim wykonanym w postaci prac projektowych. Praca zawiera elementy nowości badawczych, które znalazły praktyczne zastosowania w odpowiedzialnych technicznie instalacjach.

Prace badawcze i projektowe zespołu kierowanego przez Kandydata zostały zakończone w 2016r i od tego czasu laser na swobodnych elektronach E-XFEL rozpoczął swoją działalność. Ten fakt świadczy pozytywnie o tym, że problemy badawcze rozwiązane



przez Kandydata w tym dużym międzynarodowym projekcie, dotyczące usprawnienia, przyspieszenia i standaryzacji pomiarów wnęk rezonansowych i modułów przyspieszających zostały prawidłowo i zgodnie ze sztuką rozwiązane i zastosowane. Kandydat potrafił rozwiązać problemy badawcze w sposób nowatorski. Stworzone przez Kandydata metody i narzędzia badawcze pozwoliły znaleźć i zastosować na skalę przemysłową rozwiązanie technologiczne w systemie lasera E-XFEL. Dokonało się przejście z tradycyjnych i długotrwałych badań laboratoryjnych do szybkich i skutecznych badań w warunkach przemysłowych.

Na podstawie przedstawionej przeze mnie recenzji stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Mateusza Wiencka pod tytułem „Ocena jakości wnęk rezonansowych oraz modułów przyspieszających w cyklu rozwoju lasera na swobodnych elektronach E-XFEL” spełnia wymagania ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (ustawa z dnia 14 marca 2003r, tekst ujednoczony z dnia 29 września 2014r oraz ustawa z dnia 3 lipca 2018r) i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Kraków, dnia 27 sierpnia 2020r.

