



**POLITECH
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI

Gdańsk, dnia 8 września 2025 roku

Prof. dr hab. inż., lek med. Grzegorz Redlarski
Katedra Biomechatroniki

Recenzja rozprawy doktorskiej zatytułowanej
„Koncepcja miękkiego chwytaka robota z wykorzystaniem cieczy i elastomerów o własnościach
programowalnych”

autorstwa mgr inż. Denysa Gutenki

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę przygotowania przedmiotowej recenzji naukowej stanowi pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej, dra hab. inż. Macieja Sułowicza, z dnia 24 czerwca 2025 roku. Recenzja została opracowana w związku z wszczętym postępowaniem o nadanie Kandydatowi stopnia naukowego doktora, w dyscyplinie *Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*, przez Radę Naukową Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej.

2. Doniosłość i trafność prezentowanej tematyki na tle aktualnego stanu wiedzy

Przedmiotem rozprawy doktorskiej było opracowanie i wykonanie przez jej Autora, miękkiego chwytaka robota, w którym zaimplementowano pewną grupę autorskich rozwiązań, szczególnie z dziedziny cieczy i elastomerów magnetoreologicznych o własnościach programowalnych.

Należy podkreślić, że tego rodzaju propozycje wpisują się w nurt najnowszych rozwiązań chwytaków robotów znajdujących zastosowanie w przemyśle elektronicznym, spożywczym, farmaceutycznym, a także w licznych procesach związanych z logistyką i pakowaniem. Miękkie chwytaki robotów pozwalają na delikatne chwytanie oraz precyzyjne manipulowanie przedmiotami kruchymi o nieregularnych i zmiennych kształtach, bez obawy o ich uszkodzenie. Do niewątpliwych ich zalet należy łatwa integracja z robotami przemysłowymi typu cobot, elastyczność w adaptacji do trudnych, różnorodnych i zmiennych warunków pracy, a także stosunkowo wysoka sprawność i niskie koszty eksploatacji. Wszystkie te czynniki sprawiają, że poszukiwanie kolejnych, bardziej wszechstronnych i ergonomicznych oraz tańszych w produkcji i eksploatacji rozwiązań tzw. miękkich chwytaków, wpisuje się w obszar zagadnień aktualnych i wciąż należycie nierozwiązanych. Do tej grupy zagadnień należy bez wątpienia podjęta z sukcesem przez Autora pracy, próba budowy miękkiego chwytaka, działającego na bazie elastomerów magnetoreologicznych o właściwościach programowalnych. Tego rodzaju rozwiązanie – choć wysoce interesujące – nie stanowi obecnie powszechnie dostępnej technologii. Można więc uznać, że przeprowadzone przez Autora badania naukowe prowadzą do powstania w pewnym wymiarze unikalnego chwytaka, którego sukces działania

może stanowić wartościową alternatywę dla obecnych sposobów interakcji chwytaków robotów z kruchymi i delikatnymi przedmiotami o zmiennych kształtach.

Warto podkreślić, że praca ma charakter interdyscyplinarny, wpisuje się w kilka obszarów badawczych m.in.: fizyki ciała stałego; inżynierii materiałowej; jak również automatyki, elektroniki, elektrotechniki i technologii kosmicznych – do tej ostatniej niewątpliwie przynależy rezultat rozprawy w postaci miękkiego chwytaka o własnościach programowalnych.

Dodatkowo Kandydat jest autorem lub współautorem 7 opracowań naukowych. Artykułu w czasopiśmie *Acta Mechanica et Automatica* oraz 6 materiałów pokonferencyjnych. W bazie SCOPUS znajdują się 3 spośród prac naukowych Kandydata.

3. Cel oraz teza rozprawy

Główny cel badań oraz teza zostały przedstawione, odpowiednio na stronie 17 i 18 rozprawy. Sformułowanie „głównego celu badań” jak również tezy – choć niewątpliwie wpisują się one w zakres badań i prac wykonanych Autora – nasuwa wątpliwości.

Główny cel badań został sformułowany jako „...opracowanie koncepcji miękkiego chwytaka z wykorzystaniem materiałów inteligentnych (magnetoaktywnych) na przykładzie elastomerów MR”. Poza przywołanym w rozprawie „celem głównym” nie zostały sformułowane żadne inne cele. Nasuwa się więc pytanie jaki sens ma formułowanie głównego celu badań, bez konsekwentnego wskazywania dalszych celów – celów pośrednich? Dodatkowo w formule celu głównego (zresztą podobnie jak w tytule rozprawy), pojawia się sformułowanie „koncepcja chwytaka”, jako nadrzędny rezultat szeregu żmudnych i bardzo czasochłonnych prac i badań naukowych wykonanych przez Kandydata. Należy zauważyć że „koncepcja”, to pewien pomysł, zamysł, plan, idea czy wizja, a nie konkretne rozwiązanie udokumentowane szeregiem prac naukowych i badań weryfikacyjnych – czyli czymś znacznie więcej... Ponadto koncepcje siłowników są znane od lat, zaś sama koncepcja nie wymaga weryfikacji. Stąd też uważam, że pewna modyfikacja tytułu rozprawy oraz jej celu lub chociażby pominięcie słowa „koncepcja” byłoby tutaj zasadne. Również teza pracy – cytuję „Możliwe jest opracowanie koncepcji miękkiego chwytaka z użyciem elastomerów magnetoreologicznych (magnetoaktywnych), mogącego realizować zadania związane z chwytem, manipulowaniem obiektów o różnych wymiarach i kształtach” nie posiada struktury tezy badawczej. Czyż nie lepiej byłoby ograniczyć się wyłącznie do meritum rozprawy, a tezę sprowadzić do postaci: *Zastosowanie technik symulacyjnych oraz eksperymentalnych do wytworzenia dedykowanych próbek elastomerów magnetoreologicznych pozwala na opracowanie i wykonanie miękkiego chwytaka robota o właściwościach programowalnych i wysokiej elastyczności działania...?*

Odnosząc się do powyższych uwag, chciałbym zaznaczyć, że stanowią one – w mojej ocenie – zbiór niefortunnych sformułowań i nie umniejszają wartości merytorycznej rozprawy. Zarówno obecny cel jak i teza znajdują potwierdzenie w zrealizowanej rozprawie doktorskiej, a pominięcie niefortunnego słowa koncepcja, pozwala wręcz na stwierdzenie, że rozprawa została zrealizowana w zakładanym zakresie (w rezultacie badań powstało bowiem konkretne, dedykowane rozwiązanie – a nie wyłącznie jego koncepcja).

4. Ocena merytoryczna osiągnięć Autora oraz uwagi krytyczne i dyskusyjne

Zasadniczą treść pracy stanowi spis treści, 6 rozdziałów merytorycznych oraz zestawienie cytowanej literatury – liczącej 103 właściwie dobrane pozycje, ilustrujące aktualny stan wiedzy i najnowsze trendy rozwojowe. Dodatkowo, na końcu pracy zamieszczono 3 dodatki: pierwszy – dokumentujący dorobek naukowy Autora oraz drugi i trzeci, które zawierają streszczenie pracy w języku polskim oraz angielskim. Część zasadniczą rozprawy poprzedza spis rysunków oraz tabel. Brakuje natomiast wykazu najważniejszych oznaczeń i akronimów, co nieco utrudnia studiowanie opiniowanego dzieła.

W rozdz. pierwszym, zatytułowanym „Wprowadzenie”, Autor omawia aktualny stan wiedzy w dziedzinie materiałów inteligentnych, ze szczególnym uwzględnieniem cieczy i elastomerów magnetoreologicznych.

Opisuje efekt magnetoreologiczny, sposób budowy i wytwarzania tworzyw magnetoreologicznych, metody wpływu na ich własności, tryby pracy i obszary zastosowań. Wskazuje na motywację do podjęcia badań z wykorzystaniem elastomerów magnetoreologicznych w obszarze miękkiej robotyki oraz formułuje cel i tezę badawczą.

W rozdz. drugim Autor przeprowadził szeroką dyskusję w zakresie modeli mikromechanicznych elastomerów magnetoreologicznych uwzględniając zjawiska fizyczne zachodzące wewnątrz tej grupy materiałów. Następnie zaproponował model statyczny dla próbek elastomerów magnetoreologicznych i wykonał serię symulacji odkształcenia lub naprężenia matrycy dla wariantów uwzględniających m.in.: obecność pola magnetycznego lub jego brak, ściskanie lub rozciąganie próbki przy wymuszeniu kinematycznym i dynamicznym; czy w trybie pola aktywnego – podczas którego dokonał analizy zmiany odkształcenia przy stałym nacisku i zmiennym polu, a także zmiany siły nacisku przy stałym odkształceniu i zmiennym polu. Następnie – dla łańcucha cząstek ferromagnetycznych – opracował jednowymiarowy model dynamiczny o parametrach skupionych oraz wykonał szereg symulacji dla próbki materiału w trybie ściskania, bądź rozciągania. Zdecydowana większość przywołanych i szczegółowo opisanych zależności, jak również wyniki symulacji i ich interpretacji, nie budzą zastrzeżeń recenzenta. Niemniej jednak nieco szerszej analizy i uzupełnień lub wyjaśnień ze strony Autora wymagają następujące kwestie:

- i. Zależność (2.1) – zdaniem Autora – po przyjęciu pewnych uproszczeń pozwala na jej sprowadzenie do równania (2.9). Proszę o graficzną ilustrację przyjętych uproszczeń oraz szczegóły przekształceń do postaci równania (2.9).
- ii. Zapis zależności (2.2) wydaje się niepoprawny. Proszę o jej weryfikację, szczególnie po względem zapisu występującego w liczniku wzoru.
- iii. Na stronie 35 – dla potrzeb wykonywanych symulacji – Autor zakłada stałe, 1,8-krotne zwiększenie momentów magnetycznych cząsteczek. Dlaczego przyjęto akurat taką i to stałą wartość, a nie pewien zakres zmienności tejże wielkości fizycznej?
- iv. Dokonując interpretacji licznych wyników symulacji (m.in. przedstawionych na rys. 2.16, rys. 2.17, rys. 2.19, rys. 2.20, rys. 2.22, rys. 2.23, rys. 2.27, rys. 2.28,...) Autor posługuje się stwierdzeniami „...odkształcenie rozciągające jest większe niż ściskające...”, „...amplituda odkształcenia jest największa/najmniejsza...”, „...wartości trwałego odkształcenia...”, „...obu modeli są do siebie zbliżone” etc. Dlaczego Autor nie definiuje stosownych miar/kryteriów oceny i nie określa analizowanych rozbieżności w sposób ilościowy?

Rozdział trzeci koncentruje się na ocenie właściwości (charakterystyk) wytworzonych przez Autora próbek materiałów magnetoreologicznych, w trybie rozciągania, w polu magnetycznym. Stąd też, w pierwszej kolejności Kandydat omawia architekturę dedykowanego stanowiska badawczego, które pozwala na rejestrację wartości sił i odkształceń podczas rozciągania próbki, a którego sterowane odbywa się z poziomu opracowanej, autorskiej aplikacji, kontrolowanej w środowisku LabView. Następnie próbki materiału poddaje pomiarom z użyciem magnetometru wibracyjnego, a znając ich charakterystyki namagnesowania przystępuje do opracowania (w środowisku FEMM 4.2) modelu polowego, co z kolei pozwala na szacowanie rozkładu pola magnetycznego. Warto podkreślić, że podjęte i opisane czynności, mają nie tylko charakter interdyscyplinarny, wymagający powiązania wiedzy z zakresu inżynierii materiałowej, elektrotechniki i informatyki, ale również są czasochłonne – chociażby ze względu na konieczność rozwiązywania licznych problemów technicznych podczas budowy stanowiska i tworzenia oprogramowania (tym zagadnieniem Autor – w mojej ocenie – poświęca zbyt małą uwagę), czy konieczność współpracy z Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH.

W dalszej części rozdz. trzeciego, Autor koncentruje się na badaniach stanowiskowych, analizie kilku modeli fenomenologicznych i wyborze najszybszego – modelu Dahla. Udokumentowane wyniki w postaci wykresów siły względem przemieszczenia, jak również rezultaty dopasowania obliczeń do wyników

eksperymentów (dla modelu Dahla) zostały wykonane zgodnie z obowiązującymi w nauce i technice standardami. Niemniej jednak dodatkowej dyskusji wymagają następujące kwestie:

- i. Obrazy ze skaningowego mikroskopu elektronowego (rys. 3.3 a i b) są bardzo podobne. Czy nie można byłoby użyć próbki zawierającej np. 70% cząsteczek Fe by zmiany lepiej uwidocznić? I dlaczego nie wskazano na obrazach (np. oddzielnymi strzałkami) cząsteczek magnetycznych oraz pęcherzyków powietrza by ułatwić ich rozróżnienie?
- ii. Wyniki symulacji z uwzględnieniem modeli fenomenologicznych Kelvina-Voigta (rys. 3.7 d); Bouc-Wena (rys. 3.8 c) oraz Dahla (3.9 c) są nieczytelne. Dodatkowo, nie zdefiniowano żadnych miar do oceny dopasowania wyników eksperymentu, do modelu. Dlaczego?
- iii. Dlaczego do oceny dopasowania wybranego modelu – modelu Dahla – do wyników badań eksperymentalnych (rys. 3.12) określono wyłącznie błąd średniokwadratowy? Czy nie warto byłoby sięgnąć np. po normę wartości funkcji dopasowania (fitness), używaną w procesach optymalizacji do oceny stopnia dopasowania danego rozwiązania do rozwiązania referencyjnego?

Rozdział czwarty rozprawy dokumentuje dalsze osiągnięcia Autora, a w szczególności wyniki badań izotropowych próbek elastomerów magnetoreologicznych w trybach ściskania i pola aktywnego. W pierwszej części rozdziału – poświęconej trybowi pola aktywnego – opisano opracowany i wykonany przez Autora „system do badań magnetomechanicznych” pozwalający na kontrolowane generowanie pola magnetycznego w różnych warunkach pracy. Następnie – na bazie MES, dedykowanego oprogramowania i krzywych namagnesowania opisanych w rozdz. 3 – przedstawiono wyniki symulacji magnetostatycznych reprezentujących rozkład pola magnetycznego w komórce magnetycznej (rys. 4.7). W sposób poprawny udokumentowano również rozkład pola magnetycznego w szczelinie roboczej komórki magnetycznej (rys. 4.8). W drugiej części rozdz. czwartego – poświęconej także trybowi pola aktywnego – wyznaczono szereg charakterystyki statycznych odpowiadających zmianom pomiędzy naprężeniem, a odkształceniem dla kilku próbek materiałów o różnych wysokościach i różnym składzie. Badania wykonano przy wymuszeniu w postaci stałego pola magnetycznego i ustalonego odkształcenia próbki materiału. Następnie badania pogłębiono o wymuszenie zmiennym polem magnetycznym przy stałym odkształceniu i wymuszenie w postaci zmiennego odkształcenia przy stałej wartości naprężenia. W ostatniej części rozdziału, opisano wyniki badań próbek w trybie ściskania. Badania wykonano na tym samym, autorskim stanowisku badawczym. Podczas analiz założono zmienne przemieszczenie i stałą wartość indukcji magnetycznej.

Przedstawione wyniki należy uznać za wartościowe i dokumentujące przydatność wytworzonych przez Autora próbek elastomerów magnetoreologicznych, dla potrzeb budowy nowej generacji miękkich chwytaków o własnościach programowalnych. Dyskusji wymagają jednak pewne wątpliwości, które nasuwają się po zapoznaniu z treścią rozdziału:

- i. Dlaczego w planie badań nie zdefiniowano grupy próbek bazowych (np. pod względem składu i rozmiarów), na których zostałyby wykonane dalsze próby? Wówczas możliwe byłoby wykonanie statystyk i wyłonienie tych próbek, które w największym stopniu spełniają wymagania niezbędne do budowy miękkiego chwytaka. Ponadto najciekawsze testy i charakterystyki, można byłoby objąć większym zakresem próbek – i badań SEM (przed i po testach magnetycznych).
- ii. Dlaczego nie zdefiniowano miar do oceny analizowanych zmian? (jest to *de facto* uwaga tożsama do uwagi trzeciej, podniesionej w rozdziale trzecim).
- iii. Rys 4.9 – wyznaczono odpowiedź układu rzędu 2,5 s. Czyż nie warto byłoby przedstawić zbliżenie wykresu w przedziale umożliwiającym obserwację tej odpowiedzi układu?
- iv. Rys 4.16 – dlaczego dla wymuszenia sinusoidalnego nie sprawdzono częstotliwości z badania na odpowiedź skokową?
- v. Czy sprawdzano początkowe naprężenia dla różnych próbek, tj. przed i po ich poddaniu testom w polu magnetycznym (dotyczy akapitu pod rys. 4.17)?

Rozdział piąty stanowi ukoronowanie osiągnięć Autora, gdyż dotyczy prototypu miękkiego chwytaka o przesłonie sześciokątnej, opracowanego i wykonanego na bazie wytworzonych i przebadanych przez Autora próbek materiałów magnetoreologicznych. Chwytnak działa dostosowując swój kształt do manipulowanego przedmiotu pod wpływem zmiany pola magnetycznego, a jedynym jego sztywnym elementem jest elektromagnes umieszczony wewnątrz obudowy. Taka konstrukcja stanowi z pewnością alternatywę dla obecnie stosowanych rozwiązań chwytaków i może wpłynąć na zmianę obecnego sposobu manipulacji wieloma przedmiotami (np. kruchymi, o zmiennym kształcie i losowym usytuowaniu).

W celu udokumentowania własności i zalet chwytaka, a tym samym jego przydatności do licznych zastosowań, Autor zaprojektował – już po raz kolejny – dedykowane stanowisko badawcze, za pośrednictwem którego dokonał oceny pracy chwytaka (tj. zmian w polu magnetycznym i wynikających z tego zmian kształtu – warunkujących zdolność do manipulowania obiektami cylindrycznymi, sześciennymi i sferycznymi). Szczegółowo omówione przebiegi czasowe zmiany powierzchni chwytaka czy pola przesłony w czasie, a także zmierzone tzw. prądy uchwytu i podtrzymania świadczą o poprawności działania chwytaka i możliwości jego zastosowania w praktyce. Niemniej jednak – szczególnie uwzględniając fakt, że opracowanie przedmiotowego chwytaka stanowiło nadrzędny cel opiniowanej rozprawy doktorskiej – nasuwają się pytania wymagające dalszej dyskusji:

- i. W jakich zadaniach praktycznych można użyć zaproponowany przez Autora siłownik? Jakie są jego ograniczenia? W całej pracy brakuje szerszej dyskusji na ten temat.
- ii. Jak jest zdanie Autora na temat chwytaka o podobnej funkcjonalności, wykorzystującego materiały "granulatowe" z pneumatyką – np. VERSOBALL? W czym chwytak Autora mógłby być lepszy od przytoczonego przykładu?
- iii. Dlaczego nie przeprowadzono testów udźwigu, które stanowią podstawę działania szeregu obecnie stosowanych w praktyce chwytaków?
- iv. Dlaczego nie podjęto próby wykonania analizy porównawczej, chwytaka Autora z kilkoma innymi chwytakami (nawet dowolnego typu)? W taki sposób można byłoby udokumentować „wyższość” rozwiązania Autora, chociażby w ściśle określonych warunkach pracy.
- v. Dlaczego nie podjęto próby wykonania badań statystycznych, związanych np. z powtarzalnością działania chwytaka? Zakładana funkcjonalność programowania chwytaka, niejako w sposób naturalny pozwala na uruchomienie układu testowego w pętli, co przy dodatkowym zliczaniu cykli wykonywanych czynności pozwala na dokonywanie oceny szeregu parametrów, w tym na przykład niezawodnościowych...

Rozdział szósty, zatytułowany „Podsumowanie i wnioski” zawiera zestawienie oraz uzasadnienie najistotniejszych osiągnięć Autora, do których – w mojej ocenie – można zaliczyć:

- opracowanie statycznych oraz dynamicznych modeli mikromechanicznych próbek elastomerów magnetoreologicznych i wykonanie serii symulacji komputerowych, a także dokonanie pewnych modyfikacji modelu fenomenologicznego Dahla, celem jego lepszej adaptacji do rozpatrywanej „klasy materiałów”;
- opracowanie i wykonanie autorskich stanowisk – o wysokim stopniu funkcjonalności i złożoności – do badań próbek materiałów magnetoreologicznych, a także prototypu chwytaka;
- opracowanie i analizę modeli parametrycznych, reprezentujących funkcjonowanie elastomerów magnetoreologicznych w wybranych trybach pracy (ściskania i pola aktywnego);
- autorski prototyp miękkiego chwytaka, wraz z zestawem metod weryfikujących jego działanie w wybranych warunkach pracy.

W podsumowaniu znaleźć można także informację na temat kierunków dalszych badań opracowanego i wykonanego prototypu chwytaka. Fakt ten pozytywnie świadczy o dziele Autora, gdyż nie zamierza On poprzestać na aktualnym rozwiązaniu i chce je w dalszym ciągu udoskonalać.

5. Redakcja rozprawy

Redagując rozprawę Autor nie zdołał ustrzec się pewnych uchybień, które dotyczą nieprawidłowości w zakresie struktury i logiki tekstu, niewłaściwego formatowania, czy błędów językowych. Należy jednakże podkreślić, że dostrzeżone niedogodności nie utrudniają, w sposób znaczący, studiowania zawartości prezentowanych treści, jak również nie umniejszają zaprezentowanych przez Autora osiągnięć naukowych. Stąd też w dalszej części opisu odniosę się jedynie do wybranych, najistotniejszych usterek:

- i. Przywołując rysunki w tekście, skrót rys. należy pisać z małej litery (nie jest to nazwa własna);
- ii. Przed skrótem itp. (i temu podobne) nie należy wstawiać przecinka;
- iii. Fragmenty tekstu ze wzorami należy traktować jako pełne zdanie, po którego zakończeniu warto przejść do kolejnego akapitu. Tymczasem w wielu miejscach – przykładowo na stronie 53, fragment treści odnoszący się do wzoru (3.1) zlewa się w mało elegancjki blok tekstu:

„...ale nie uwzględnia obecności histerezy:

(wzór 1.1),

gdzie F_{mx} – siła mechaniczna, z – przemieszczenie, k_K – współczynnik sztywności, c_K – współczynnik tłumienia. Oszacowanie wartości parametrów modelu...”

Czyż powyższego opisu nie należałoby raczej sprowadzić do opisu w postaci:

„...ale nie uwzględnia obecności pętli histerezy, zgodnie ze wzorem:

(wzór 1.1),

gdzie: F_{mx} – oznacza siłę mechaniczną, z – przemieszczenie, k_K – współczynnik sztywności, a c_K – współczynnik tłumienia.

Oszacowanie wartości parametrów modelu...”?

- iv. Tabele, oczywiście po ich przywołaniu, należy podpisywać u góry (nad tabelami). Rysunki podpisuje się pod spodem (pod rysunkami).
- v. Podczas prezentowania widoku stanowiska badawczego – przykładowo rys. 5.3 na stronie 89 – warto elementy składowe stanowiska ujmować w podpisie pod rysunkiem. Ich opis na innej stronie rozprawy utrudnia analizę treści.
- vi. Słowo „ulegać” odnosi się wyłącznie do zjawisk o charakterze negatywnym. Nie należy stosować go do sytuacji pozytywnych/pożądanych, w tym kontekście np. sformułowanie „ulec poprawie”, czyli „zmianie” pozytywnej – byłoby nie tylko nielogiczne, ale wręcz błędne.
- vii. Zamiast zapisu „Odpowiada to przyłożeniu napięcia stałego na zaciski cewki o wartości $U_c = 52 \text{ V}$ ”, warto posługiwać się prostym i zrozumiałym zapisem w postaci: $U_c = 52 \text{ V DC}$.

6. Wniosek końcowy

Podniesione podczas recenzowania pracy doktorskiej uwagi krytyczne i dyskusyjne jak również dostrzeżone błędy redakcyjne, nie wpływają na moją pozytywną ocenę osiągnięć Autora. Uważam, że opiniowane dzieło stanowi cenną pozycję dokładającą się do aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie automatyki i robotyki, szczególnie w zakresie miękkich chwytaków o własnościach programowalnych. Rozprawę uznaję za interesującą, oryginalną, niosącą znaczący potencjał użytkowy i w sposób szczególny pragnę docenić ogromny nakład pracy Autora oraz oryginalne pomysły niezbędne do osiągnięcia celu.

Uwzględniając powyższe, z przekonaniem stwierdzam, że opiniowana praca spełnia wymagania stawiane w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym nauce” i tym samym wnioskuję o dopuszczenie jej Autora – mgr inż. Denysa Gutenki – do publicznej obrony pracy doktorskiej w dyscyplinie naukowej Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Gregor Redlański