

dr hab. inż. Artur Wiatrowski, prof. uczelni
Politechnika Wroclawska
Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

Wrocław, 20/01/2023r.

-000001614-
POLITECHNIKA WROCLAWSKA
Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów
ul. Janiszewskiego 11/17, 50-372 Wrocław
tel. +48 71 520 25 94, fax. +48 71 328 35 04
www.wefim.pwr.edu.pl, e-mail: wefim@pwr.edu.pl
NIP 8960005851 (1)

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Stanisława Karcza
p.t.

„Opracowanie czujnika stężenia pyłów dla potrzeb gniazd produkcyjnych, wykorzystujących proces selektywnego topienia i spiekania laserowego”

Podstawą do przygotowania recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Stanisława Karcza jest pismo Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika dr hab. inż. Ryszarda Sroki, prof. uczelni z dnia 04/11/2022r.

Przedmiotem recenzowanej rozprawy doktorskiej, wykonanej pod kierunkiem Pana dr hab. inż. Andrzeja Brudnika z Akademii Górniczo-hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, była próba opracowania czujnika stężenia pyłów dla potrzeb gniazd produkcyjnych, wykorzystujących proces selektywnego topienia i spiekania laserowego.

Rozprawa doktorska przygotowana przez mgra inż. Stanisława Karcza, zatytułowana „Opracowanie czujnika stężenia pyłów dla potrzeb gniazd produkcyjnych, wykorzystujących proces selektywnego topienia i spiekania laserowego”, obejmuje 164 strony. Treść rozprawy rozmieszczono w 18. rozdziałach. Rozprawa zawiera również streszczenie oraz wykaz literatury obejmujący 166 pozycji. Pewna część literatury to źródła internetowe – w niektórych wypadkach jest to uzasadnione, w pozostałych dostępne są pozycje książkowe lub artykuły naukowe, które mogły zostać przytoczone.

Rozprawę czyta się trudno, a liczne usterki językowe tekstu dodatkowo utrudniają odbiór narracji Autora. Jakość narracyjna rozprawy wydaje się być pokłosiem liczby publikacji doktoranta. Niejednokrotnie brak jest ukierunkowania opisów na cel rozprawy, a zagadnienia istotne dla ukształtowania celu naukowego rozprawy pozostają niedopowiedziane. Będzie o tym mowa w odniesieniu do poszczególnych rozdziałów, ponieważ poszczególne komentarze recenzenta wymagają bezpośredniego odniesienia do treści opisów z rozprawy.

Rozprawa rozpoczyna się **stroną tytułową**, po czym następuje **strona podziękowań**.

Część merytoryczna rozprawy rozpoczyna się szczegółowym **spisem treści** (trzy strony), po czym następuje **rozdział 1. Streszczenie** (od str.9), w którym czytelnik dowiaduje się, że celem pracy „było opracowanie dedykowanego urządzenia umożliwiającego pomiar zapylenia...”. Realizacja tego zagadnienia obejmowała, między innymi, „opracowanie od podstaw dedykowanego rozwiązania (czujnika) dla cząstek o znacznych gęstościach”. Nie wiadomo czy Autor miał na tu myśli gęstość materiału cząstek stanowiących pył, czy też może dużą liczbę tych cząstek, a może ich rozmiary geometryczne. Ostatnie zdanie streszczenia sugeruje, że autor „stworzył” narzędzia oraz dedykowane stanowisko pomiarowe do przetwarzania sygnałów optycznych, co w rozprawie nie występuje.

Dość nietypowa jest struktura **rozdziału 2. Wstęp** (od str.11), który obejmuje podrozdziały: Wprowadzenie, Cel pracy, Teza pracy, Zakres zrealizowanych prac, Aktualność podjętego tematu, Oryginalność rozprawy. Całość rozdziału 2. obejmuje zaledwie 3 strony. Można zatem wnioskować, że nie jest to klasyczny wstęp do rozprawy, ani wprowadzenie w zagadnienia teoretyczne, a wskazanie

czytelnikowi motywacji oraz ulokowania rozprawy w aktualnym stanie wiedzy i techniki. Szkoda, że rozdział 2. Wstęp zawiera wiele błędów literowych oraz niefortunnnych sformułowań, które finalnie powodują, że jest trudnym do zrozumienia w swoim zamyśle: „...ciągły pomiaru zapylenia...”, „...stężenie zapylenia w powietrzu...”, „...przedstawiono wyniki badań...”, mających na celu podnoszenie kwalifikacji pracowników pionu badawczego”, „...do pomiaru zapylenia...” oraz podziękowania dla konsultantów w podrozdziale 2.4 (podczas gdy str.3 rozprawy jest temu dedykowana).

W ocenie recenzenta należy wskazać w tym rozdziale na istotne niedopowiedzenia w sprawach merytorycznych, opisujących przedmiot rozprawy. Tematem rozprawy było „Opracowanie czujnika stężenia pyłów...”, co doprecyzowano celem pracy, według którego „Celem pracy było opracowanie innowacyjnego sensora do pomiaru zapylenia...” a w tezie rozprawy postawiono, że „Możliwe jest opracowanie niskokosztowego sensora zapylenia pracującego w trybie ciągłym...”. Szkoda, że autor nie zadbał, aby te trzy istotne zdania (tytuł, cel, teza) współgrały ze sobą oraz ze streszczeniem, gdzie dodatkowo występuje urządzenie. Szkoda, że już w celu pracy autor zastępuje czujnik, wskazany w tytule pracy, synonimem sensor. Nie jest jasnym, czy innowacyjność opracowywanego sensora będzie wynikać z jego niskokosztowości. Przy okazji tego wymieszania określeń warto jeszcze zaznaczyć już w tym miejscu, że oprócz czujnika, sensora (co jest częściowo uzasadnione definicjami encyklopedycznymi) w dalszej części rozprawy Autor postępuje się jeszcze określeniami: moduł (np. str.30) oraz detektor (np. str.31, str.120).

W podrozdziale 2.6. **Oryginalność rozprawy** wyjaśnione jest, że „znaczne gęstości” wspomniane przez autora w streszczeniu to „proszki o znacznych gęstościach” stosowane w procesach kształtowania przyrostowego.

Nakreślona w podrozdziale 2.5. **Aktualność podjętego tematu** nie budzi zastrzeżeń, aczkolwiek brak jest jasnego wskazania problemu naukowego, którego rozwiązania Autor się podejmuje. Pomijając całe zamieszanie terminologiczne trudno jest w całym rozdziale 2. Wstęp wyłowić podjęty przez Autora problem naukowy. Z tezy pracy wylania się przeświadczenie, że elementem nowości będzie adaptacja jakiegoś istniejącego rozwiązania do postaci niskokosztowej, ale z zachowaniem tożsamości wskazań z uznaną metodą wagową. Jasno widoczny jest natomiast aspekt inżynierski: zastosowanie zjawiska dyfrakcji promieniowania emitowanego z lasera, niski koszt, tryb pracy ciągłej, analiza pyłu z proszków stosowanych w procesach spiekania/topienia laserowego. Niedosyt informacyjny, w kontekście braku jasno postawionego celu badawczego, dodatkowo powiększa akapit (str.12) informujący, że całość projektu była realizowana przez zespół, którym kierował Autor rozprawy. Brak jest informacji kto pracował nad którą częścią projektu, kto podejmował problem naukowy; który w ocenie recenzenta, w tym momencie lektury, nie został jasno postawiony. Braki informacyjne dotyczące autorstwa potęguje zerowa liczba publikacji naukowych Autora rozprawy, szczególnie w temacie rozprawy. Owszem, w spisie literatury, są wykazane pozycje patentowe (których pierwszym autorem jest doktorant), ale w dostępnych opisach brak jest informacji o przypisaniu zagadnień do poszczególnych współautorów.

W rozdziale 3. **Analiza stanu techniki w obszarze pomiaru zapylenia** (od str.14) przedstawiono tło stanowiące zarys motywacji podjęcia prac w tym obszarze; szczególnie w odniesieniu do technologii wytwarzania przyrostowego. Trudno w całym rozdziale 3. doszukiwać się jednak analizy stanu techniki – jest to raczej prezentacja wybranych zagadnień; stąd tytuł rozdziału jest nieco nietrafny. Według recenzenta niepotrzebnie zawarto tutaj (strony 16 i 17) informacje o rozwiązaniach z zakresu pomiaru zapylenia oferowanych przez „producentów półprzewodników”. Zasadnie zdefiniowano czym jest pył (podrozdział 3.1) oraz omówiono metody pomiaru zapylenia (podrozdział 3.2). Nie określono jednak jasno czym jest „zapylenie” oraz „stężenie pyłu zawieszony” (str.18), czy też czym są „pomiaru stężenia zapylenia” (str.24).

Szkoda, że podrozdziałowi 3.2.1. **Metoda wagowa** (to metoda, która została przecież wymieniona w tezie pracy) Autor poświęcił zaledwie jedną stronę opisu (po odliczeniu ilustracji). Skoro w tezie pracy powiedziano, że wskazania opracowywanego sensora zapylenia mają być tożsame z uznaną metodą wagową, to oczekiwaniem czytelnika jest poznanie szczegółów tej metody. Szczególnie interesująca była by tu specyfika uzyskiwanego wyniku pomiaru, tj. czy jest to tylko informacja o stężeniu pyłu, czy

również o rozkładzie wielkości cząstek pyłu i jak to jest uzyskiwane. Odpowiedź na to oczekiwanie okazuje się istotna w odniesieniu do dalszej części rozprawy (szczególnie w odniesieniu do podrozdziałów: 15.7, 16.6, 16.7), gdzie ukazuje się czytelnikowi zarys problemu naukowego tej rozprawy.

W ocenie recenzenta, w podrozdziałach od 3.2.4 do 3.3.1, w miejsce ilustracji encyklopedycznych (Rys. 3-5, Rys. 3-6, Rys. 3-7) należało zamieścić schematy ilustrujące zasadę działania.

Podrozdział **3.3.2. Metody optyczne w pomiarach cząstek** wiąże się istotnie z tematem rozprawy. Wśród zakłóceń w rozchodzeniu się fali świetlnej wymieniono tu fluktuację izobaryczną i wskazano, że można to zakłócenie pominąć – czy to było zasadne w wypadku projektowanego urządzenia? Przytoczone informacje są dość ogólne z rysem historycznym, ale również z odniesieniem do współczesnych opracowań. Autor płynnie przechodzi do metody dyfrakcji laserowej (podrozdział 3.3.3), ale ponownie na poziomie ogólnym z odniesieniem do urządzeń, w których tę metodę zastosowano. Na Rys. 3-8 Autor cytuje schemat elektryczny typowego czujnika jakości powietrza, który nawiązuje do rozwiązania prezentowanego w dalszej części rozprawy – stopień transimpedancyjny i dwa stopnie wzmacniające z kształtowaniem/filtrowaniem impulsów. Na Rys. 3-10 Autor cytuje budowę typowego czujnika jakości powietrza, w którym zastosowano metodę dyfrakcji laserowej, który nawiązuje do rozwiązania prezentowanego w dalszej rozprawie. Szkoda, że brak jest jasnej informacji jak te inspiracje przełożyły się na finalne opracowanie Autora, lub jakie wady Autor w tych rozwiązaniach zauważa, lub co z tych rozwiązań przenosi do swojego opracowania.

Podrozdziały **3.3.4. Projekt „Sensor Community”**, **3.3.5. Pomiar lidarowe**, **3.3.6. Pomiar zapylenia w przestrzeni kosmicznej**, zajmujące sumarycznie cztery strony rozprawy, uważam za zbędne. Naturalnym ciągiem myśli w tym miejscu powinny być informacje z podrozdziałów 6.1. Rozpraszanie światła na pojedynczych cząstkach, 6.2. Badania Young’a – dyfrakcja Fraunhofera, 6.3. Rozpraszanie Mie, 6.4. Rozpraszanie Rayleigha; z należytym rozwinięciem, gdyż aktualnie to tylko cztery strony opisu.

Podrozdział **3.4. Określanie średnicy cząstek** mógłby świetnie dopełnić definicję pyłu (podrozdział.3.1), czyniąc narrację rozprawy naturalnie płynną. Szczególnie z tego względu, że w podrozdziale 3.4.1 Autor dokonuje podziału pyłu ze względu na rozmiar cząstek. Niestety podrozdział 3.4.1 to w 70% objętości cytaty z jednej pozycji literaturowej.

Rozdział **4. Wybrane technologie druku 3D wykorzystujące łożo proszkowe** (od str.46) oraz rozdział **5. Ochrona przeciwpyłowa w procesach łoża proszkowego** (od str.55) uważam za zbędne; w ich obecnej postaci. Rozdział 4 mógłby zostać usunięty z rozprawy w całości, wraz z towarzyszącą mu literaturą [89-100]. To samo dotyczy rozdziału 5 i literatury [101-106]. Dlaczego Autor prezentuje czytelnikowi obraz maski pełnotwarzowej aż na trzech ilustracjach (co sumarycznie stanowi jedną stronę), ale nie prezentuje np. informacji o maszynie AM250, o której mówi w pracach własnych na str.92?

Dysproporcję objętości opisu zagadnień istotnych dla rozprawy względem opisu tła widać szczególnie zestawiając objętość opisu metod optycznych (str.26-32) i zagadnień rozpraszania światła (str.64-67) – sumarycznie obejmują 11 stron; względem objętości rozdziału 4 (zajmuje 9 stron) oraz objętości rozdziału 5 (zajmuje 8 stron). Mamy tutaj relację 11 stron do 17, które to 17 stron nie wnosi nic do rozważań nad opracowaniem czujnika.

Rozdział 6. (od str.64) zawiera podbudowę teoretyczną do praktycznej realizacji koncepcji czujnika, o którym mowa w dalszej części pracy. Tytułem tego rozdziału powinien być raczej tytuł podrozdziału **6.1. Rozpraszanie światła na pojedynczych cząstkach**, a jego zawartość powinna zostać rozbudowana; szczególnie w odniesieniu do zagadnień powiązanych z obiektem pomiarów. Usunąć można by podrozdział 6.4, gdyż jego zawartość nie jest zbieżna z obiektem pomiarów.

Trudno zrozumieć zamysł Autora, który miał zostać przekazany w rozdziale **7. Półprzewodnikowe detektory promieniowania** (od str.69). Nie jest wskazane, czy ograniczenie omawiania detektorów promieniowania tylko do elementów półprzewodnikowych wynika z ich szczególnych parametrów, a może jest to odpowiedź na wskazaną w tezie pracy niskokosztowość. Omawianie specyfiki jak na

Rys 7-1, czy też w podrozdziałach 7.1 i 7.2 nie wnosi nic do rozważań w temacie rozprawy, ale skoro są przedstawione to powstaje pytanie – Co wynika z różnic między fotodiodami p-n oraz p-i-n wskazanymi na Rys 7-1 w kontekście osiągnięcia celu naukowego rozprawy? Czy nie lepiej było w tym miejscu skomentować koszt i parametry, np. dostępny zakres spektralny, czułość, wartość prądu ciemnego, częstotliwość graniczną dla przykładowych elementów z grup: p-n, p-i-n, MSM, w odniesieniu do detektora innego niż półprzewodnikowy?

Zagadnienia prezentowane w **rozdziale 8. Źródła i rodzaje szumów w układach elektronicznych** (od str.73) są istotne w kontekście tematu rozprawy. Wybrany zakres tego rozległego zagadnienia jest właściwy, aczkolwiek niestosownie wsparty internetowymi pozycjami literaturowymi [113, 117]. W podrozdziale 8.4.1 podparcie omawianych treści publikacją [128] uważam za nietakt, podobnie jak sposób wskazania pozycji literatury [127]. Można by w tym kontekście poprosić Autora o rozwinięcie myśli dotyczącej „urządzenia jakim może być analizator wielokanałowy ..., gdzie poszczególne amplitudy impulsów są zliczane”.

Początkowe akapity (1/2 strony) **rozdziału 9. Filtracja sygnałów** (od str.82) to definicja układu filtracyjnego, wskazanie jego zadań oraz podstawowych parametrów. Pierwszy akapit sugeruje, że filtr może eliminować zniekształcenia zawarte w sygnale wejściowym. Autor omawia następnie filtry stosowane w dalszej części rozprawy; czyni to w obrębie jednej strony nr 83, a w sprawach istotnych odsyła czytelnika do literatury. Ironycznym jest w tym kontekście fakt, że następną stroną rozprawy (str.84) pozostała w 80% pusta.

Niefortunny jest tytuł **rozdziału 10. Przetworniki A/C w detekcji sygnałów optycznych** (od str.85), a pierwsze zdanie tego rozdziału pogłębia to odczucie. Autor prezentuje w tym rozdziale dwa rodzaje przetworników A/C. Zasadę działania przetwornika z sukcesywną aproksymacją objaśnia kolokwialnie na przykładzie odważników i wagi. W odniesieniu do przetwornika typu flash Autor podkreśla jego szybkość działania i możliwą do uzyskania częstotliwość próbkowania (zakres MHz), choć nie ma to odniesienia do dalszej części rozprawy, gdyż zostanie zastosowane ograniczenie pasma sygnału pomiarowego do 16 kHz. Szkoda, że brak jest takich informacji (szybkość obsługi przetwornika A/C jako układu peryferyjnego wewnątrz mikrokontrolera, możliwej do osiągnięcia częstotliwość próbkowania) o przetworniku, który będzie stosowany w projektowanym urządzeniu. Rysunek 10-2 uważam za zbędny.

„**Rozdział 11. Wpływ poszczególnych czynników na parametry sensora** (od str.89) to apogeum wystawiania czytelnika na niezrozumienie zamysłu Autora. Ten rozdział obejmuje jedną stronę z jednym rysunkiem i jednym zdaniem. Zarówno zdanie, jak i rysunek odnoszą się do „parametrów czujnika zapylenia”, podczas gdy w tytule rozdziału widzimy sensor. Zawarte w tym rozdziale zdanie ma pełnić rolę swoistego podsumowania dotychczas prezentowanych zagadnień teoretycznych. Niemniej w opisach tych zagadnień Autor dokonuje tylko ich prezentacji; nie prowadzi czytelnika wskazując co będzie istotne i w jakim kontekście rozprawy.

Rozdział 11 zamyka część rozprawy poświęconą prezentacji zagadnień teoretycznych (około osiemdziesiąt stron), które wiążą się (istotnie, mniej istotnie lub wcale) z tematem rozprawy. Rozdział 12 otwiera prezentację prac własnych doktoranta, która obejmuje 63 strony.

Zasadnym jest, że **rozdział 12. Badania własne** (od str. 90) rozpoczyna się diagnostyką proszku stali MS1 (podrozdział 12.1). Autor scharakteryzował kształt cząstek oraz rozkład wielkości cząstek. Niezrozumiałym jest jednak o jakiej analizie procesu SLS/SLM jest mowa na str.92, gdyż takowej trudno w tym rozdziale odszukać. Następnie Autor mówi, że po tej analizie przechodzi do charakteryzacji zawartości filtru powietrza urządzenia AM250; niespodziewanie jest tam proszek Ti-6AL-4V. Finalnie oszacowana zostaje prędkość opadania (w powietrzu) cząstek o różnej średnicy, dla różnych proszków (materiałów). Autor nie wskazuje w jakim celu te obliczenia zostały przeprowadzone; z punktu widzenia przedmiotu rozprawy.

Drugą częścią badań własnych jest **podrozdział 12.2. Stanowisko testowe**, w którym omówiono podstawowe kwestie komory pomiarowej przygotowanej do przeprowadzenia pomiarów. Co będzie mierzone – tego Autor nie mówi. Podobnie jak nie wskazuje możliwej przyczyny wytwarzania nadciśnienia w komorze. W podrozdziale **12.3. Zestawienie uzyskanych wyników** obecna jest szersza informacja (ale nie w języku polskim) o głowicy dozującej zastosowanej do dozowania proszku – pytanie w jakim celu, skoro to element komercyjnie dostępny. Na str.97 Autor informuje czytelnika, że System dozowania proszku został poddany ochronie patentowej P.439724 [147], choć właściwą jest pozycja literaturowa [165], która jednakże nie dotyczy systemu dozowania proszku, a *Stanowiska do testowania i kalibracji czujników zapylenia oraz sposobu testowania i kalibracji czujników zapylenia*. Jeśli przywoływany system dozowania proszku jest częścią tego stanowiska to należało tak to napisać.

Na str.98 Autor tłumaczy ideę pomiarów, których wyniki prezentowane są na rysunkach 12-13, 12-14 oraz 12-15. Niestety to objaśnienie jest jednym, czterowersowym zdaniem, bez żadnych znaków przestankowych. Finalnie trudno zrozumieć co podlegało uśrednieniu. Brak jest jakiegokolwiek komentarza do tych rysunków. Przedstawione na tych rysunkach charakterystyki to zależności stężenia masowego w funkcji czasu, zarejestrowane przez urządzenia SDS198 umieszczone na różnej wysokości w komorze pomiarowej – mimo tego Autor nazywa te charakterystyki prędkościami opadania proszku; jest to duża niekonsekwencja względem rysunku 12-9.

W podrozdziale **12.4. Podsumowanie badań wstępnych** odnajduję stwierdzenie (wynikające najprawdopodobniej z charakterystyk z rysunków od 12-13 do 12-15), że „na podstawie badań wstępnych wykazano, iż należy opracować dedykowane rozwiązanie do pomiaru zapylenia przy procesach SLS/SLM, ponieważ zastosowany wentylator w modułach SDS198 nie posiada odpowiedniej prędkości zasysania dla proszków o dużej gęstości stosowanych w aplikacjach związanych z technologiami łoża proszkowego”. To stwierdzenie nie jest poprzedzone żadną analizą ani wywodem, a o parametrach wentylatora jest to pierwsza wzmianka.

Rozdział 13. Opracowanie własnego rozwiązania (od str.101) zaskakuje czytelnika (wysoko negatywnie) swoją treścią podobnie jak wcześniejszy rozdział 11 – znajduje się tu tylko jedno zdanie i jeden rysunek (plan eksperymentu). Zastanawiające jest, że Autor planuje „porównanie otrzymanych wyników z detektora z analizą sitową”. Jest to o tyle zastanawiające, że ani o detektorze, ani o metodzie sitowej nie ma mowy w tezie pracy (str.12, sensor zapylenia, metoda wagowa).

Umieszczenie **rozdziału 14. Model szumowy układu pomiarowego** (od str.102) w części rozprawy dotyczącej prac własnych sugeruje, że zapisy tego rozdziału stanowią autorski wkład doktoranta do ogólnego stanu wiedzy na temat analiz szumowych układów elektronicznych – czy tak jest w istocie w odniesieniu do podrozdziałów od 14.1 do 14.9? Zdanie wprowadzające czytelnika w rozdział 14 (str.102) wskazuje, że układ pomiarowy to połączenie wzmacniacza transimpedancyjnego i dwóch stopni wzmacniających w konfiguracji nieodwracającej. Rodzi się pytanie, czym to rozwiązanie różni się od idei zacytowanej z [20] na rysunku 3-8?

Po części o charakterze dość teoretycznym, w dalszej części rozdziału 14 następuje analiza szumowa układu transimpedancyjnego (podrozdział 14.10). Brak jest analizy szumowej stopni nieodwracających z układu pomiarowego – stąd zachodzi pytanie po co prezentowano teorię do takiej analizy – podrozdziały 14.8 i 14.9? Można również zapytać jak podrozdział 14.10 wpisuje się do opracowania własnego rozwiązania wyrażonego planem eksperymentu z rysunku 13-1? Szczegóły przytaczane w odniesieniu do układów poddanych analizie w oprogramowaniu LTspice ukazują czytelnikowi część ustaleń inżynierskich dokonanych przez Autora. Modele zastosowanych wzmacniaczy operacyjnych, ograniczanie pasma do 16 kHz to ustalenia podane arbitralnie bez żadnego uzasadnienia, a najważniejsze, że bez żadnego nawiązania do zagadnień szumowych omawianych w pierwszej części rozdziału 14, czy też nawiązania do cech wzmacniacza z przetwarzaniem omawianych w podrozdziale 8.3. Finalne spostrzeżenie Autora, że „zastosowanie wzmacniacza z przetwarzaniem spowodowało spadek całkowitego napięcia szumu odniesionego do wejścia” jest tak naprawdę potwierdzeniem kształtu charakterystyk z rysunku 8-6; cytowanych z literatury [125, 126].

Nie jest wiadomym jak rozważania z rozdziału 14 przeniosły się do finalnej postaci układu pomiarowego.

Rozdział 15. Rozwiązanie wykorzystujące wzmacniacz bez przetwarzania (od str.115) prezentuje budowę sensora/czujnika AS-ONE będącego opracowaniem doktoranta. Szkoda, że na rysunku 15-1 szczegóły oświetlacza zakryte są przez wentylator. Autorskie rozwiązanie jest ciekawym zestawieniem geometrycznym poszczególnych elementów składowych w kompaktowy moduł pomiarowy. Niestety ponownie odbiór treści utrudniony jest przez pomieszenie określeń: komora pomiarowa, punkt pomiaru, cela pomiarowa; w odniesieniu do zagadnień związanych z rysunkami 15-1, 15-2, 15-4. Jako inżynier-konstruktor odczuwam niedosyt informacyjny na temat wyboru poszczególnych elementów składowych. Jak ustalano parametry wiązki oświetlacza, model fotodiody, model wentylatora – to nie jest podane.

W odniesieniu do przegrody (rysunek 15-2) i jej funkcji opisanej na str.116 zachodzi pytanie czemu Autor nie sięgnął do rozwiązań geometrycznych stosowanych np. w odrzutnikach par oleju dla pomp dyfuzyjnych?

Na rysunkach 15-3 oraz 15-4 przedstawione są wyniki symulacji komputerowych, których cel Autor omawia w jednym zdaniu na str.117. W odniesieniu do wentylatora, który wymusza przepływ powietrza do wnętrza modułu pomiarowego Autor wspomina o wydajności, a finalnie mówi, że przepływ wentylatora wynosi około 10 m³/h. Czy realnym jest, że wlot powietrza (rysunek 15-2, niestety brak wymiarów) da możliwość przetoczenia takiej objętości gazu przez moduł pomiarowy? W odniesieniu do specyfiki budowy modułu pomiarowego (zawierającego długi i wąski wlot stanowiący małą przewodność dla przepływającego gazu) wydaje się, że najbardziej istotnym parametrem wentylatora będzie iloraz ciśnienia między wylotem (ciśnienie atmosferyczne), a wlotem; czyli tak naprawdę podciśnienie, które będzie w stanie wytworzyć w obszarze za przegrodą. Rysunki 15-1 oraz 17-2 wskazują, że zastosowano wentylator odśrodkowy, a więc typ o specyficznych cechach. Komentarz w kwestii wydajności, przepływu, rodzaju wentylatora jest konieczny do uzupełnienia. Brak jest również jakiegokolwiek komentarza do wyników symulacji z Rys. 15-4, a sam rysunek jest nieczytelny w ustalonej przez Autora skali.

Swoje zaprojektowane rozwiązanie AS-ONE Autor nazywa innowacyjnym (str.118) nie wskazując żadnych wyróżników swojego podejścia; chociażby względem SDS198.

W **podrozdziale 15.3. Układ elektroniczny oraz rejestracja impulsów** przedstawiony został schemat wzmacniacza sygnału z fotodiody. Schemat blokowy z rysunku 15-8 nie wnosi żadnych nowych elementów względem układu cytowanego z [20] na rysunku 3-8. Autor nie wskazuje, które zagadnienia z prezentowanej wcześniej analizy szumowej, posłużyły do optymalizacji szumowej tego schematu. Mowa jest o ustaleniu pasma 16 kHz, ale przecież Rys. 14-5 wskazuje, że charakterystyka szumowa wzmacniacza transimpedancyjnego z układem OPA350 nie ulega pogorszeniu powyżej 16 kHz. Niezrozumiałym jest twierdzenie, że rezystor R_f ustala górną częstotliwość graniczną układu (str.120). Czy nie jest tak, że ta rezystancja określa wzmocnienie transimpedancyjne; natomiast częstotliwość graniczna (14-6) wynika z GBW zastosowanego wzmacniacza oraz wartości C_f koniecznej dla zachowania stabilności wzmacniacza operacyjnego (14-7) pracującego z fotodiody o określonej pojemności złączeniowej? W dalszej części podrozdziału 15.3 zaprezentowany jest oscylogram jednego impulsu pomiarowego oraz jego transformata FFT (Rys. 15-9). Na oscylogramie widoczne są wyraźnie sygnały o częstotliwościach wyższych niż graniczne 16 kHz bloku transimpedancyjnego, odpowiednio: 63, 126, 190 kHz; a na rysunku 15-12 dodatkowo 36 kHz. Autor słusznie przypisał ich źródło wentylatorowi (na co wskażą również wyniki z podrozdziału 16.2), a zastosowanie ekranowania przewodów zasilających wentylatora zmniejszyło natężenie tych składowych. W tym kontekście ciekawość inżynierska budzi pytanie, czy Autor testował efektywność ekranowania rzeczywistego źródła tych zakłóceń jakim są uzwojenia bezszczotkowego silnika wentylatora? Biorąc pod uwagę specyfikę sterowania takim silnikiem oraz odległość wentylatora względem układu pomiarowego to skuteczne ekranowanie powinny zapewnić zabiegi stosowane w mikroskopii elektronowej.

W **podrozdziale 15.6. Pomiar szumów w układzie detektora bez przetwarzania** Autor dokonuje jasnej diagnozy, że sygnały zakłócające generuje wentylator (tabela 15-3). W kontekście zauważalnego

pozytywnego wpływu ekranowania przewodów zasilających wentylatora niezrozumiałym jest próba odfiltrowania tych składowych (podrozdział 15.5), zamiast wytężenia wysiłków na minimalizację zakłóceń. Dlaczego na str.124 napisano, że nieznane jest źródło zakłóceń, skoro w Tab. 15-3 dla przypadku III odnotowano istotny wzrost wartości PSD, a pod tą tabelą napisano „... co wykazuje wpływ działania wentylatora na układ.”? Czy podejmowano próby oszacowania wpływu drgań spowodowanych pracą wirnika wentylatora, np. przez zastąpienia wentylatora przyłączem podciśnieniowym?

Podrozdział 15.7. Analiza otrzymanych wyników to w gruncie rzeczy zarys istoty recenzowanej rozprawy, pomijając część związaną z zagadnieniami filtrowania sygnału pomiarowego. Niestety opis tej istoty jest fatalny. Na str.128 w wypunktowaniu oraz na rysunku 15-17 Autor definiuje parametry, które będą mu potrzebne do tego, aby dany wykryty impuls pomiarowy przypisać do jednej z kolumn histogramu jaki otrzymał uprzednio z analizy sitowej (Rys. 12-4). Definiowane parametry: szerokość impulsu kwadratowego, powierzchnia impulsu prostokątnego, powierzchnia impulsu roboczego; zostały zilustrowane na Rys. 15-17 w taki sposób, że nie sposób zrozumieć zamysłu Autora. Na str.129 Autor informuje czytelnika, że „zebrane dane zestawiono na histogramie zawierającym 6 kolumn, aby porównać otrzymane wyniki...do danych otrzymanych z analizy sitowej (Rys. 12-4)”. Tego histogramu jest brak. Nie wiadomo zatem w jaki sposób Autor przelicza parametry, o których mowa na str.128, aby przypisać dany impuls pomiarowy do konkretnej kolumny histogramu (konkretnego przedziału wielkości cząstek proszku). Ten aspekt analizy jest również nieuwzględniony na schemacie działania algorytmu przetwarzania impulsów, który przedstawiono na rysunku 15-18. Owszem zamieszczona jest tabela 15-4 podsumowująca histogramy dla poszczególnych warunków filtrowania sygnału, ale jak wskazywałem wcześniej rozsądniej było eliminować zakłócenia.

W rozdziale 16. Rozwiązanie wykorzystujące wzmacniacz z przetwarzaniem Autor przedstawia modyfikacje układu pomiarowego zmierzające do eliminacji wpływu sygnałów zakłócających na wynik pomiaru. Te zabiegi są zasadne inżyniersko, co finalnie ilustrują oscylogramy i widma FFT z rysunków 16-3 i 16-4.

W podrozdziale 16.4. Analiza otrzymanych wyników, podobnie jak w podrozdziale 15.7 nie podane zostały zasady działania analizatora klasyfikującego dany impuls pomiarowy jako świadectwo wykrycia cząsteczki pyłu o średnicy z danego przedziału histogramu z analizy sitowej. Autor nieustannie pisze „ilość impulsów”, choć dokonuje zliczania liczby impulsów.

Trudnym w ocenie jest podrozdział 16.5. Porównanie otrzymanych wyników, a konkretnie jego kwintesencja przedstawiona na Rys. 16-9. Jest to zestawienie błędów między liczbą analizowanych impulsów, a wynikami z analizy sitowej (choć teza rozprawy mówi o metodzie wagowej). Niezależnie od zastosowanego rozwiązania (wzmacniacz bez przetwarzania, wzmacniacz z przetwarzaniem) oraz ustalonego rodzaju filtrowania widocznym jest jednolita tendencja rozkładu błędów. Dość oczywistym wydaje się stwierdzenie, że problem tkwi w ustalonych przez Autora zasadach działania analizatora klasyfikującego dany impuls pomiarowy jako świadectwo wykrycia cząsteczki pyłu o średnicy z danego przedziału histogramu. Jak wskazywałem wcześniej Autor nie podał tych zasad – proszę o takie uzupełnienie. Istotnym jest również, czy sporządzenie histogramu uwzględni zmiany przewodności kanału „wlot powietrza” dla cząstek pyłu o różnej masie?

Pierwszy akapit podrozdziału 16.6. Wyznaczenie stężenia masowego zapylenia wskazuje, że zasady działania analizatora klasyfikującego dany impuls pomiarowy jako świadectwo wykrycia cząsteczki pyłu o średnicy z danego przedziału histogramu sprowadzają się do analizowania amplitudy impulsu pomiarowego. W tym miejscu powstaje pytanie w jakim celu wprowadzono pozostałe parametry wymienione na str.128? Charakterystyka wiążąca amplitudę impulsu ze średnicą cząstki (Rys. 16-11) ogranicza dynamikę analizowanego sygnału od dołu progiem detekcji (1 V), a od góry nasycaniem stopni wyjściowych wzmacniaczy operacyjnych (2,2 V). Finalnie analizowany zakres zmienności amplitudy to 1,2 V. Zakładając (czytelnik nie zna odpowiedzi), że przetwornik ADC miał ustalone napięcie pełnej skali równe 2,54 V to użytecznie było wykorzystane nie więcej niż 6bitów tego przetwornika. Czy wpływ tego ograniczenia dynamiki rzutował na wyniki otrzymywanego stężenia masowego zapylenia? Zadaję to pytanie również w kontekście tezy rozprawy – ponieważ Autor nie

zawarł w rozprawie żadnego wyniku pomiaru takiego stężenia (zakończył opis tego aspektu równaniem (16-1) oraz informacją, że zostało ono zaimplementowane oprogramowaniu systemu wbudowanego). Proszę zatem o uzupełnienie w jaki sposób Autor wykazuje przed czytelnikiem, że dowiódł tezy rozprawy.

W **podrozdziale 16.7. Detekcja i eliminacja błędów pomiarowych** Autor ilustruje przykłady problemów wynikających o obecności szumu. Wskazywanym rozwiązaniem jest zwiększanie szerokości pętli histerezy komparatora. Czy w tym zakresie Autor rozpatrywał zastosowanie mechanizmu stosowanego w oscyloskopach jako funkcja Hold-Off wyzwalania podstawy czasu? W opisie dotyczącym detekcji serii impulsów (Rys. 16-14) czytelnik dowiaduje się „między wierszami” w jakim celu Autor wprowadził (str.128) parametr szerokość impulsu.

Rozprawę kończy **rozdział 17. Końcowa implementacja rozwiązania** o mocno inżynierskim zabarwieniu. Znajdują się tutaj szczątkowe informacje potwierdzające wcześniejsze spostrzeżenia, że dynamika sygnału pomiarowego nie współgrała z napięciem pełnej skali przetwornika ADC (str.146). Autor ponownie wprowadza czytelnika w zakłopotanie dotyczące działania układu stwierdzeniem „Sygnał zbocza ... określa moment rozpoczęcia oraz zakończenia pomiaru największej wartości amplitudy impulsu wejściowego” (str.148). Impuls wejściowy ma kilka amplitud? Jak to należy rozumieć w kontekście parametrów impulsu ze str.128? Trudno ocenić wartość tego rozdziału, szczególnie w kontekście wartości naukowej rozprawy.

Rozprawę zamyka **rozdział 18. Wnioski końcowe**. Autor wymienia tu 16 wniosków w postaci pojedynczych zdań. Niektóre z tych wniosków wymagają szerszego komentarza:

1. Cemu jest mowa o granicy 80 μm , skoro przykładowy materiał MS1 charakteryzowano do 90 μm ?
2. Dlaczego zawarto odniesienie do metody wagowej, podczas gdy w rozdziałach 15 i 16 jest mowa o metodzie sitowej?
6. Gdzie w rozprawie wskazano, że istotna jest praca stałoprądowa stopnia wejściowego?
7. Według definicji z Tab. 3-2 średnica projekcyjna to średnica kuli o takiej samej powierzchni przekroju ja powierzchnia przekroju rzutu ziarna na płaszczyznę stabilnego spoczynku. Dla proszku MS1 o cząstkach sferycznych skąd wynika wskazana nieliniowość?
15. Gdzie w rozprawie jest mowa o aspekcie barwy cząstek?

W sprawach merytorycznych, poza pytaniami zawartymi powyżej, recenzent kieruje do Autora poniżej zestawione pytania szczegółowe:

1. Proszę o komentarz wskazujący specyfikę (różnice) stosowania określeń: czujnik, sensor, moduł, detektor; w kontekście tematu rozprawy i opracowywanego urządzenia.
2. Proszę wskazać lokalizację obrazka z Rys. 3-1 w publikacji [10].
3. Proszę wskazać lokalizację obrazka z Rys. 3-6 w publikacji [8].
4. Jaka jest różnica między pozycjami literatury: [3] i [23]; [110] i [124];
5. Proszę wskazać w jaki sposób uzyskać dostęp do treści z pozycji literaturowych: [108], [116], [120], [127]
6. Dla źródeł literaturowych cytowanych z internetu proszę wskazać zamienniki w postaci książek lub publikacji w uznanych czasopismach: [24], [113], [117], [128], [133].
7. W katalogu cytowanym w pozycji [34] proszę wskazać ulokowanie przytaczanych informacji.

8. W zaprojektowanym urządzeniu kanał wlotowy przechodzi w komorę pomiarową. Kanał jest wąski i długi, więc posiada przewodność zdecydowanie mniejszą niż szeroka i krótka komora pomiarowa. Przez to szeregowo połączenie dwóch przewodności wentylator wymusza określone natężenie przepływającego gazu (i cząsteczek pyłu). Z tego wynika, że w obszarze przejścia kanał-komora będzie występować zmiana ciśnienia gazu (zmniejszenie ciśnienia). Proszę o komentarz w jaki sposób zostało ustalone, że tę zmianę ciśnienia można zaniedbać jak to wskazano w podrozdziale 3.3.2 w pierwszym akapicie po wypunktowaniu rodzajów fluktuacji (str.26).
9. Czym jest monitorowanie stężenia zanieczyszczeń, o którym mowa w opisie na str.30?
10. Na str.31 w ostatnim akapicie wyraźnie brakuje dwóch wersów tekstu – proszę to wyjaśnić.
11. Proszę omówić czym jest „prędkość opadania badania cząstki” cytowana dwukrotnie na str.39.
12. Proszę podać techniczne rozwinięcie stwierdzenia „umożliwia bardzo precyzyjny pomiar zapylenia”, którym podsumowano tabelę Tab. 3-3 na str.41.
13. Proszę obronić zasadność objętości opisu tła do rozprawy – rozdziały 4+5 na 17 stron, względem opisu zjawisk rozpraszania (istotnych dla rozprawy) – rozdział 6 na 4 stronach; w kontekście jakości naukowej wymaganej od rozprawy.
14. Proszę skomentować (w odniesieniu do Rys. 6-1) zależność geometryczną, o której mowa w wypunktowaniu b) w pierwszym akapicie na str.64.
15. Na str.66, w drugim akapicie wskazano (w jednym zdaniu) co jest istotne przy określaniu dokładności rozmiaru cząstek za pomocą dyfrakcji laserowej. Mowa jest w tym zdaniu, że „obecność ostrej krawędzi powoduje dyfrakcję energii w dużej odległości od środka wzoru”. Proszę o rozwinięcie tej myśli.
16. Rys 7-1 ma usterki/braki w opisie – proszę o uzupełnienie.
17. W rozdziale 7 Autor określa fotodiodeę mianem detektora. Proszę o komentarz do stwierdzenia „Wymogiem poprawnego działania takiego układu jest niska rezystancja wejściowa detektora”, które jest zawarte w podrozdziale 7.3.2.
18. Proszę omówić czynnik 106 występujący w równaniu (8-1).
19. W kontekście pierwszego akapitu podrozdziału 9.1.1 proszę rozwinąć myśl zniekształceń wprowadzanych przez filtr, a wynikających z tłumienia niepożądanych częstotliwości, o których mowa w podrozdziale 9.1.
20. Proszę o szerszy komentarz na temat detekcji sygnałów optycznych za pomocą przetworników A/C – jest o tym mowa w tytule rozdziału 10.
21. Proszę o rozwinięcie myśli zachowywania odpowiedniej precyzji pomiaru wartości skutecznej napięcia za pomocą przetworników A/C, która to myśl jest nakreślona w pierwszym zdaniu rozdziału 10.
22. Proszę o wyjaśnienie myśli skompresowanej w drugim akapicie rozdziału 10 (łącznie dwa zdania) – o jakim algorytmie detekcji oraz o jakich metodach pomiaru jest tu mowa?
23. Proszę wskazać gdzie jest przedstawiona analiza procesu SLS/SLM, o której mowa na str.92.
24. Opis Rys. 12-6 mówi, że prezentowany jest filtr powietrza, natomiast opis na str.93 mówi, że prezentowana jest zawartość filtra – zatem proszę o informację co przedstawia Rys. 12-6.
25. Dla rysunków 12-2, 12-3, 12-7 wskazywane jest powiększenie w trybie SEI – dlaczego to jest tak istotne do oceny kształtu i rozmiaru cząstek proszku?
26. W kontekście opisu ze str.98 proszę o wyjaśnienie dotyczące warunków pomiaru w komorze – ten opis wskazuje, że przez komorę wymuszono przepływ powietrza, natomiast z Rys 12-10 wnioskować można, że wentylatory zapewniały obieg powietrza wewnątrz komory.

27. Na podstawie danych z rysunku 12-14 proszę narysować „prędkość opadania proszku stali MS1”, o której to prędkości jest mowa w opisie tego rysunku.
28. Proszę o omówienie parametru „prędkość zasysania”, o którym jest mowa na str.100.
29. Proszę o omówienie w jaki sposób zostało wykazane stwierdzenie zawarte w drugim zdaniu podrozdziału 12.4 oraz odniesienie tego stwierdzenia do celu badawczego rozprawy.
30. Proszę o wskazanie miejsca w rozprawie, w którym dokonano „porównania otrzymanych wyników z obliczonymi wartościami”; o którym to porównaniu jest mowa w ostatniej kolumnie, w ostatnim wierszu planu wstępnych badań przedstawionym na rysunku 12-1.
31. Proszę o komentarz w jaki sposób prąd ciemny fotodetektora, przy zerowej polaryzacji, oddziałuje na szумы w układzie wzmacniacza transimpedancyjnego z rysunku 14-1. O takim oddziaływaniu jest mowa na str.102.
32. W pierwszym zdaniu na str.103 nie wspomniano o impedancji wejściowej wzmacniacza transimpedancyjnego – czy ta impedancja nie ma wpływu na wartość napięcia, o której mowa w tym zdaniu?
33. W warunku określonym równaniem (14-4) rezystancja R_f występuje po obydwu stronach – proszę o komentarz jak z tego warunku określić wartość rezystancji R_f .
34. Czy równanie (14-5) ma zastosowanie do sytuacji zerowej polaryzacji fotodiody?
35. Czy równania (14-2), (14-3), (14-5), (14-6) są autorskim wkładem doktoranta do ogólnego stanu wiedzy na temat analiz szumowych układów elektronicznych? Jeśli tak, to proszę o podanie drogi ich wyprowadzenia.
36. Czym jest „współczynnik sprzężenia zwrotnego”, o którym mowa na str.106, w odniesieniu do równania (14-7)?
37. Czym jest „pasma dennego układu”, o którym mowa na str.106.
38. Proszę wskazać, według danych z rysunku 15-3, jak $v_{st}=75$ cm/s (odczytane z Rys 12-9 dla proszku MS1 o średnicy $50 \mu\text{m}$) na wlocie powietrza (Rys 15-2) przekłada się na ustaloną wydajność wentylatora i ile ta wydajność wynosi; a przede wszystkim czym jest parametr „wydajność wentylatora”.
39. Proszę wykazać, na podstawie danych z rysunku 15-4, że w punkcie pomiaru występuje laminarny przepływ powietrza.
40. Proszę wskazać jakie nowe informacje dotyczące fotodiody, czy też wzmacniacza transimpedancyjnego wnosi rysunek 15-5 względem rysunku 14-1.
41. Proszę dokładnie zdefiniować parametry, o których mowa w wypunktowaniu oraz na rysunku ze str.128.
42. Proszę podać zasady analizy parametrów ze str.128, które umożliwiają uzyskanie histogramu, o którym mowa w pierwszym akapicie na str.129.
43. Dlaczego na Rys. 16-1 wskazano +5 V zasilania dla OPA2350, podczas gdy na Rys. 16-2 wskazano +3,3 V. Jak taka zmiana zasilania przekłada się na dopasowanie zakresu napięcia wyjściowego do zakresu pomiarowego przetwornika ADC, o którym to dopasowaniu jest mowa na st.123?
44. Proszę wskazać w jaki sposób, na podstawie oscylogramów z Rys. 16-5, czytelnik może oszacować redukcję szumów uzyskiwaną filtrem Bessela 8 rzędu?
45. W kontekście opisów z podrozdziału 16.6 proszę o uzupełnienie w jaki sposób Autor wykazuje przed czytelnikiem, że dowiódł tezy rozprawy.

Jak wspomniano na wstępie niniejszej recenzji rozprawę czyta się trudno, a liczne usterki językowe tekstu dodatkowo utrudniają odbiór narracji Autora. Liczba usterek literowych (nie wspominając o interpunkcyjnych) jest ponadprzeciętna, co miejscami prowadzi do wytrącenia czytelnika z prowadzonej przez Autora narracji, przykłady:

ilość publikacji (str.14), na wskutek (str.14), producenci półprzewodników (str.16), startami materiału (str.22), ilość cząsteczek (str.24), natężenie promieniowania...zmienia się eksponentalnie (str.27), natężenie rozpraszania (str.27), urządzenie wykorzystujące metodę (str.29), ilość pojedynczych cząsteczek (str.29), różnych kształtu cząstek (str.65), w sakli logarytmicznej (str.67), podstawowe warunki spełniają (str.69), technologia ich wykonana jest zależna od wymagań (str.69), szybszy czas odpowiedzi (str.70), spolaryzowanym zaporowa napięciem (str.71), jest napyla na podłoże (str.76), dla połączenia miedź/nichrom (str.76), umożliwia osiągnięcie (str.79), przykładem urządzenia wykorzystującego (str.79), poziomu promienia tła (str.82), najczęściej zdaniem filtra (str.82) w decybelach na oktawę (dB/dek) (str.82), w decybelach na dekadę (dB/okt) (str.82), filtr Chybyshewa (str.82), trans-formaty (str.84), zwiększanie wartości napięcia referencyjnego jest równomierne zwiększana (str.85), prędkość zasysania (str.100), znając pojemność złączowa diody (str.105), charakterystyce szumowa wzmacniacza (str.106), pasma dennego układu (str.106), przedstawia równinie (str.107), określić skuteczną wartość napięcia (str.109), jako dwa końcowe kolejne stopnie detektora (str.109), w konfiguracji nie odwracającej (str.109), obliczyć stosując równinie (str.110, dwa razy), szum napięciowego źródła szumów (str.111), poznać całkowitej wartości szumu (str.112), zapewnia laminarny przepływ cząstek proszku zasysania powietrza z zewnątrz układu (str.116), znajomość źródła (str.124), okreslenia zniekształceń (str.124), oblicza spektralna gęstość mocy (str.126), ilość impulsów (str.130, cztery razy), ilość miejsca w urządzeniu (str.136), zależność między średnicą (str.139), wartość histerezy (str.140),

W rozprawie dla części rysunków ich opisy nie są w języku polskim: 3-1, 3-15, 4-7, 5-5, 5-6, 5-7, 8-7, 12-12. Niektóre rysunki są zwyczajnie nieczytelne: 3-2, 4-9, 16-5. Dla fotografii z Rys. 4-2 brak jest wskazania źródła.

We wzorach jako symbol mnożenia (·) notorycznie stosowana jest gwiazdka (*).

Symbole są w tekście rozprawy pisane taką samą czcionką jak tekst, co istotnie zmniejsza ich widoczność. Wprowadza to również czytelnika w niepotrzebne zakłopotanie w odniesieniu do równań, w których te symbole są używane, gdyż w równaniach stosowana jest inna czcionka i atrybut *italic*. Styl numerowania równań jest niestandardowy: zawsze poniżej równania, z dodatkową spacją, np. (14-6).

W całym tekście występuje usterka układu marginesów – strony parzyste, w odniesieniu do nieparzystych, mają szerszy margines przy krawędzi zewnętrznej oraz węższy przy oprawie.

Wiele stron jest pozostawionych pustych w istotnej części: str.45 (60%), str.54 (50%), str.55 (30%), str.63 (60%), str.68 (70%), str.72 (60%), str.84 (80%), str.102 (30%), str.112 (40%), str.142 (40%), str.151 (80%)

Dyskusyjnym jest wprowadzanie podrozdziałów obejmujących jeden akapit, często zaledwie z kilkoma wersami tekstu: 3.6.2 (5 wersów), 6.4 (4 wersy), 7.3 (4 wersy, z czego dwa po jednym słowie), 7.3.1 (3 wersy), (7.3.2 6 wersów), 9.2 (5 wersów), 9.2.2 (6 wersów), 11 (2 wersy i rysunek).

Podsumowanie oceny rozprawy doktorskiej i wniosek końcowy

Podsumowując uważam, że:

1. problem naukowy (teza) rozprawy nie został trafnie ani jasno sformułowany – w kontekście rozdziałów 15 i 16 teza rozprawy powinna wskazywać zastosowanie metody dyfrakcji laserowej do określania rozmiaru cząstek pyłu (zamiast aspektu niskokosztowego), a jako

metodę odniesienia należało wskazać metodę sitową (w rozprawie brak jest pomiaru metodą wagową według definicji z podrozdziału 3.2.1. Metoda wagowa),

2. rozwiązany został problem postawiony celem rozprawy, tj. opracowano sensor do pomiaru zapylenia – brak jest niestety wskazania jak realizowana jest kluczowa operacja działania opracowanego urządzenia, tj. zasady analizy parametrów impulsów pomiarowych, aby dokonywać ich klasyfikacji do poszczególnych przedziałów histogramu rozkładu stężenia,
3. temat rozprawy jest aktualny i dostatecznie ważny, szczególnie w kontekście obserwowanego wzrostu zastosowania technologii wytwarzania przyrostowego,
4. oryginalnym dorobkiem autora jest niewątpliwie urządzenie jako całość – zarówno wkład prac inżynierskich, ale przede wszystkim wkład intelektualny w opracowanie analizy wyników pomiarów impulsów, a następnie ich klasyfikacja,
5. rozprawa jako całość dostatecznie dokumentuje wiedzę autora w kwestiach podstawowych oraz szczegółowych związanych z pomiarami zapylenia,
6. w realizacji swoich prac badawczych Autor sięgał po najnowsze osiągnięcia z obszaru dyscypliny naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika,
7. wady i słabe rozprawy wraz z pytaniami szczegółowymi zostały wskazane Autorowi,
8. w świetle powyżej zawartej treści recenzji, przedstawiona rozprawa zadowalająco spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że przedstawiona rozprawa, mimo pewnych niedociągnięć merytorycznych i edytorskich, na podstawie art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018r. – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018r., poz. 1669, z późn. zm.) spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określonym w art. 13 ust. 1 i ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003r. (Dz. U. z 2017r., poz. 1789) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Wnoszę zatem o przyjęcie i dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Stanisława Karcza do publicznej obrony.

Artur Wiatrowski