

dr hab. Inż. Rafał Kasztelanic
Uniwersytet Warszawski
Wydział Fizyki
Pasteura 5, 02-093 Warszawa
Tel. 608 234 335
e-mail: kasztel@igf.fuw.edu.pl

Ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Zielińskiej pt.: „Metoda pobudzania oka ludzkiego w eksperymentach psychofizycznych z widzeniem dwufotonowym”

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Zielińskiej pt.: „Metoda pobudzania oka ludzkiego w eksperymentach psychofizycznych z widzeniem dwufotonowym” została wykonana pod kierunkiem dr hab. Macieja Szkulmowskiego, prof. UMK oraz dr inż. Katarzyny Komar w Katedrze Biofotoniki i Inżynierii Optycznej na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu (UMK). Badania przeprowadzone w ramach rozprawy były częściowo finansowane w ramach projektu NCN OPUS 12 „Widzenie dwufotonowe – mechanizm, charakterystyka i zastosowania,” gdzie Pani Agnieszka Zielińska była stypendystką.

Recenzowana rozprawa doktorska z zakresu optyki widzenia dotyczy zagadnienia widzenia dwufotonowego. Głównym celem sformułowanym przez Autorkę rozprawy było doświadczalne zweryfikowanie szeregu problemów badawczych związanych z porównaniem widzenia dwufotonowego z widzeniem jednofotonowym. Tematyka rozprawy doktorskiej Agnieszki Zielińskiej jest nowatorska, jako że dotyczy zagadnień, które badane są dopiero w kilku ostatnich latach a zdobyta do tej pory wiedza jest w dużym stopniu niepełna. Tematyka rozprawy wpisuje się też w kompleksowe badania prowadzone w Katedrze Biofotoniki i Inżynierii Optycznej na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK.

Rozprawa doktorska składa się ze spisu treści, wstępu w języku polskim, listy stosowanych oznaczeń i symboli, 5 rozdziałów, 4 dodatków, spisu publikacji i wystąpień konferencyjnych Autorki, listy prac w zespołach badawczych oraz listy konferencji, w których doktorantka brała udział. Ostatnią częścią jest spis literatury liczący 173 pozycje bibliograficzne. Praca liczy aż 186 stron, z czego 153 strony stanowią jej główną część.

We wstępie pani mgr inż. Agnieszka Zielińska przedstawia zakres zagadnień, które stały się przedmiotem pracy. Formułuje też 4 pytania badawcze, na które stara się odpowiedzieć w rozdziałach 3 i 4. Pytania:

1. Czy źrenica reaguje na wiązkę podczerwoną postrzeganą dwufotonowo? Jeśli tak to jak silna jest to reakcja oraz czy, i w jaki sposób, różni się od reakcji na wiązkę widzialną o takiej samej jasności i podobnym kolorze.

2. Czy ze względu na nieliniową naturę, widzenie dwufotonowe w porównaniu do jednofotonowego cechuje się silniejszą zależnością progu widzenia od średnicy wiązki wchodzącej do oka jak również silniejszą zależnością progów widzenia od zbieżności wiązki pobudzającej?
3. Czy względne odpowiedzi czopków i pręcików wywołane widzeniem dwufotonowym różnią się od wywołanych widzeniem jednofotonowym?
4. Jaka jest spektralna krzywa czułości dla widzenia dwufotonowego? Dla jakiego zakresu długości fal zachodzi ten rodzaj percepcji?

Są prawidłowo sformułowane a odpowiedzi na nie wnoszą nową wiedzę do zagadnień związanych z fizjologią oka i widzeniem. W części tej brakuje opisu, jakie działania były wykonane przez doktorantkę. W jakim zakresie brała udział w budowie, modyfikacji i oprogramowaniu układu eksperymentalnego. Udział w projektowaniu i przeprowadzaniu eksperymentów oraz udział w analizie danych.

Rozdziały 1 i 2 poświęcone są przeglądowi wiedzy na temat widzenia jedno- i dwu- fotonowego. W Rozdziale 1 opisana jest budowa oka, oraz oko, jako układ optyczny. Omówiono też zagadnienia związane z biochemią i psychofizyką widzenia. Rozdział ten liczy aż 51 stron. W rozdziale 2 na 15 stronach opisane zostały zagadnienia związane z widzeniem dwufotonowym. Oba rozdziały są wprowadzeniem do dalszej części rozprawy. Z jednej strony, uzyskano w ten sposób kompendium wiedzy w jednym dokumencie. Jednak z drugiej strony, objętość tej części rozprawy (66 strony) jest bardzo duża i w pracy doktorskiej, gdzie ważne są autorskie osiągnięcia mogłaby być skrócona.

Zasadniczą częścią rozprawy o objętości 80 stron są rozdział 3 i 4.

Rozdział 3 – Metodologia – liczy 36 stron i poświęcony został opisowi układu eksperymentalnego oraz procedurom pomiarowym. Brakuje w rozdziale wyraźnego opisu, jaki był wkład autorki w budowę/modyfikację układu pomiarowego oraz, w opracowaniu, których metod pomiarowych brała udział doktorantka. Mowa jest też o symulacjach w programie OSLO. Czy doktorantka robiła opisane modelowanie? W rozdziale znalazł się opis kolejnych metod pomiarowych, ale zabrakło wstępu z informacją, do czego dążymy i jak to można osiągnąć.

W rozdziale 4, liczącym 44 strony, przedstawiono oryginalne wyniki badań Autorki. Składa się on z 4 podrozdziałów, z których każdy stara się odpowiedzieć na jedno z postawionych pytań badawczych. Opis jest spójny i logiczny. Układ każdego podrozdziału jest podobny, co ułatwia śledzenie rozumowania. Autorka wykorzystuje różne metody analizy danych w tym testy statystyczne np. test ANOVA. W Dyskusji i Wnioskach do każdej części Autorka zawarła po kilka hipotez starających się tłumaczyć uzyskane wyniki. Świadczy to z jednej strony o szerokiej wiedzy i zrozumieniu poruszanych zagadnień. Jednak, z drugiej strony, można odnieść wrażenie, że zastosowane metody i przeprowadzone badania nie pozwoliły na postawienie bardziej jednoznacznych wniosków. A stworzyły szereg kolejnych pytań. We wnioskach podrozdziału 4.1, znajduje się między innymi stwierdzenie, że

Obserwacje mogą być wyjaśnione przez dwa czynniki Czy można tak zmodyfikować badanie, aby stwierdzić, jaki jest wkład każdego z tych czynników.

W dodatku – Publikacje naukowe – pani mgr inż. Agnieszka Zielińska wyszczególnia 6 pozycji, których wyniki stanowiły podstawę do napisania przedłożonej rozprawy. W dwóch pozycjach doktorantka jest pierwszym autorem. Według Web of Science pani mgr inż. Agnieszka Zielińska jest współautorką 11 recenzowanych artykułów naukowych gdzie w 5 przypadkach jest pierwszą autorką (9 w Investigative Ophthalmology & Visual Science, po jednej w Photonics Letters of Poland i Biomedical Optics Express). Pracy cytowane były 39 razy. Szkoda, że doktorantka nie podała listy wszystkich swoich publikacji.

Przechodząc do szczegółowego omówienia pracy stwierdzam, że praca jest napisana w sposób spójny i logiczny. Układ rozdziałów i strona techniczna są prawidłowe. Poniżej przedstawiam bardziej szczegółowe uwagi techniczne dotyczące poszczególnych rozdziałów.

Rozdział 1:

- GRIN – brak angielskiego rozwinięcia nazwy
- W przedostatnim akapicie podrozdziału 1.1.9, mowa jest o komórkach zwojowych i ich roli w procesach niewizualnych. Czy coś wiadomo na temat tych komórek w widzeniu dwufotonowym.
- We wzorze 1-2 małe d na określenie średnicy źrenicy, we wzorze 1-3 duże D
- We wzorze 1-4, w środkowej części brakuje f
- W części – Aberracje chromatyczne:
 - *różne długości fali przechodzą ...* - skrót myślowy
 - *współczynnik załamania zmniejsza się wraz ze wzrostem długości fali ...* - powinno gdzieś paść słówko dyspersja
- W części 1.4.1, co autorka miała na myśli pisząc: *obszar odzwierciedla fluktuacje kwantowe w tle ...*
- Przedstawiane są różne właściwości oka, ale brakuje jakiegoś wprowadzenia, co zostanie opisane i dlaczego te zagadnienia i w takiej kolejności. Bez tego kolejne podrozdziały nie koniecznie się ze sobą łączą.

Rozdział 2:

- Podrozdział 2.4: *Autorzy wnioskowali, że obserwowana emisja w podczerwieni odpowiada harmonicznej promieniowania* – skrót myślowy

Rozdział 3:

- Rysunek 3.1.2 – dla lepszego zrozumienia budowy i działania układu i aby wygodniej było śledzić opisy w tekście przydało by się zaznaczyć na rysunku poszczególne moduły.
- Podrozdział 3.1.1:

- *Głównymi źródłami światła ... były gaussowskie wiązki laserowe ...* - skrót myślowy, wiązka laserowa nie może być źródłem
- *Umieszczenie za diodą zielonego filtra ... tworzył zielony bodziec* – gramatyka
- Na stronie 87: Przed skanerami część wiązki ... BS1 – powinno być BS2
- Rysunek 3.1.4 - powinno być $\Delta t=13.20$ ns
- Podrozdział 3.1.8: *W związku z napięciem* – czegoś brakuje
- Podrozdział 3.1.9 – $5,26 \cdot 10^{-5}$ to nie osłabienie tylko transmisja.
- Strona 99, ostatni akapit – powinno być na Rus. 3.1.16

Rozdział 4:

- Pojęcie - istotność statystyczna – pojawia się w dalszej części tego rozdziału. Wcześniej p określane jest, jako współczynnik. Nie wiadomo współczynnik, czego.
- W polskiej nomenklaturze nie trzeba wykorzystywać symbolu \log_{10} . Logarytm o podstawie 10 to \log , logarytm naturalny \ln . Dopiero logarytmy o innych podstawach zapisujemy, jako \log_x .

Przedstawione powyżej uwagi i zastrzeżenia oraz nieliczne błędy gramatyczne i literówki nie wpływają jednak na moją wysoką merytoryczną ocenę recenzowanej rozprawy. Autorka wykazała się dużą wiedzą w zakresie optyki widzenia i fizjologii oka. Uzyskane przez nią wyniki są nowatorskie i stanowią istotny wkład w naukę o widzeniu i funkcjonowaniu oka oraz narządu wzroku, jako całości.

W związku z powyższym stwierdzam, iż zgodnie z obowiązującą ustawą „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. Ustaw z dn. 20.01.2020 r. poz. 85) recenzowana rozprawa doktorska zawiera oryginalne wyniki naukowe i może stanowić podstawę uzyskania stopnia naukowego doktora w dyscyplinie nauki fizyczne. Wnoszę, więc o dopuszczenie mgr. inż. Agnieszki Zielińskiej do dalszych etapów postępowania przewodu doktorskiego.

dr hab. inż. Rafał Kasztelaniec