



KATEDRA OPTOELEKTRONIKI

POLITECHNIKA ŚLĄSKA

44-100 Gliwice, ul. Krzywoustego 2,

tel (032) 237-29-02,

Gliwice, 2026.05.10

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Pustelny
Katedra Optoelektroniki
Politechnika Śląska
e-mail: Tadeusz.Pustelny@polsl.pl

Recenzja pracy doktorskiej

mgr inż. Patryka SOKOŁOWSKIEGO pt.:

"Opracowanie optycznych metod badania wybranych parametrów tkanek biologicznych oraz ich fantomów"

Praca doktorska została wykonana na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej w Dyscyplinie naukowej: Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

Promotorem w niniejszym przewodzie doktorskim jest
Pani Profesor dr hab. inż. Małgorzata Szczerska.

1. Informacje wstępne

Rozprawa doktorska pana mgr. inż. Patryka Sokołowskiego została opracowana w formie manuskryptu doktorskiego, który zawiera opis wykonanych badań oraz kopie artykułów naukowych z współudziałem Doktoranta, w których zostały zawarte główne wyniki badań wykorzystane w rozprawie doktorskiej. W rozprawie doktorskiej mgr inż. Patryk Sokołowski wykorzystał materiał badawczy zawarty w 7 współautorskich artykułach naukowych. W tej grupie, 5 prac zostało opublikowanych w artykułach wydanych w czasopismach o międzynarodowej cyrkulacji, jedna praca jest w recenzji wydawniczej (informacja, na dzień pisania recenzji doktorskiej) w *Sensors and Actuators B*, czasopiśmie o zasięgu ogólnosiwiatowym a jedna praca w „punktowanych” materiałach pokonferencyjnych. Od razu w tym miejscu swojej oceny rozprawy doktorskiej chciałbym wyrazić uznanie dla dorobku naukowego Doktoranta. Mgr Patryk Sokołowski wykonane w

ramach doktoratu opracowanie (w zwyczajowo przyjętej formie), na bazie wyników zawartych w artykułach z Jego istotnym współudziałem, zawarł na 70-ciu stronach maszynopisu. W tej części zamieścił: *Spis rysunków*, *Spis tabel*, oraz *Bibliografię*. (W opracowaniu zamieszczono 25 rysunków i wykresów oraz 9 tabel.) *Bibliografia* zawiera 129 pozycji. Wśród prac, do których się Doktorant w swoim opracowaniu odwołuje są prace najnowsze (z 2025 i 2024 roku) ale są również prace wcześniejsze, lecz wszystkie opublikowane już w bieżącym wieku. Praca zawiera także *Wykaz skrótów i oznaczeń*.

Można uznać, że opracowanie (tj. doktorat), wykonane w ramach doktoratu jest przygotowane starannie i wystarczająco dokładnie na tyle, że pozwala na traktowanie zaprezentowanego opracowania jako doktoratu opatrzonego wspólnym tytułem "*Opracowanie optycznych metod badania wybranych parametrów tkanek biologicznych oraz ich fantomów*".

Muszę zresztą zaznaczyć, że po staranniejszej analizie zawartych w doktoracie-opracowaniu treści stwierdziłem, że przyjęta przez Doktoranta forma jest pożyteczna dla oceny Jego dorobku. Pozwala łatwo na omawiane problemy spojrzeć szerzej, ale także pozwala lepiej wyrobić sobie opinię co do poziomu naukowego publikacji i osobistego wkładu autorów publikacji na opublikowane w artykule treści naukowe. Ponieważ w dalszej części swojej recenzji odwołuję się do artykułów Doktoranta, z których treści i wyników korzystał w dysertacji, to na końcu mojej recenzji w *Dodatku* tytuły tych 7 prac zamieściłem.

2. Cel rozprawy

Praca doktorska Pana mgr inż. Patryka Sokołowskiego pt. "*Opracowanie optycznych metod badania wybranych parametrów tkanek biologicznych oraz ich fantomów*" dotyczy zagadnień związanych z metodami optycznymi stosowanymi w pomiarach i w monitorowaniu wybranych parametrów tkanek biologicznych oraz fantomów imitujących tkanki biologiczne i wybrane płyny biologiczne. Doktorant omówił takie metody jak: spektroskopia absorpcyjna, interferometria i refraktometria. Opracował, w oparciu o istniejące rozwiązania komercyjne, wersje światłowodowe tych metod, przystosowane do zaproponowanych zastosowań. Celem pracy była m.in. analiza możliwości adaptacji istniejących od lat technik i metod optycznych do nowych, biologicznych i medycznych zastosowań. Doktorant przeanalizował możliwości wykorzystania technik spektroskopowych w pomiarach widm absorpcyjnych złożonych struktur biologicznych (np. ścieków).

Celem pracy było także opracowanie a również modernizacja istniejących sensorów światłowodowych, aby mogły one znaleźć w przyszłości zastosowanie w diagnostyce

medycznej i monitorowaniu środowiska naturalnego. Opracowane sensory światłowodowe zastosowano m.in. do detekcji biomarkerów charakterystycznych dla infekcji wirusowych.

W ramach rozprawy doktorskiej została przeprowadzona analiza możliwości zastosowania popularnych produktów spożywczych (np. jaj kurzych) dla odwzorowań niektórych właściwości optycznych tkanki ludzkiej.

W ocenianej rozprawie doktorskiej pan mgr inż. Patryk Sokołowski nie formuje tezy rozprawy, którą będzie starał się w rezultacie realizacji rozprawy wykazać. Tym niemniej można bez wątpienia uznać, że prezentowane cele rozprawy sformułowane są wyraźnie i jednoznacznie. Analizowany materiał ma jednoznacznie charakter naukowy i w aspektach biomedycznych ma często charakter nowatorski i interdyscyplinarny.

Można uznać, że tematyka podjęta w rozprawie doktorskiej przez mgra Patryka Sokołowskiego jest także aplikacyjnie atrakcyjna. Ponieważ rozprawa realizowana jest w Dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych ważnym również jest jej użytkarny charakter.

3. Zawartość rozprawy doktorskiej

Swoją rozprawę doktorską pan mgra Patryk Sokołowski podzielił na 7 rozdziałów.

W rozdziale 1 *Wprowadzenie* Doktorant w przekonującej formie przedstawił zasadność prowadzenia badań nad zastosowaniem technik optycznych w badaniach tkanek biologicznych. Z uwagi na ograniczenia bioetyczne uzasadnił celowość opracowania fantomów ludzkich tkanek i płynów fizjologicznych.

Rozdział 2 pt. *Wykorzystanie metod optycznych do detekcji biomarkerów* zawiera informacje o opracowanych czujnikach światłowodowych do detekcji wybranych biomarkerów. W badaniach zastosował oryginalny czujnik światłowodowy zakończony mikrostrukturą w formie mikrosfery. Opracował i badał sensory wykonane na bazie jednomodowych światłowodów kwarcowych oraz wielomodowych włókien polimerowych. Głowice czujnikowe światłowodów zostały pokryte najpierw warstwą złota (o grubości ok. 100nm) a następnie różnymi warstwami selektywnymi, w celu absorpcji cząstek kwasów dezoksyrybonukleinowych DNA oraz rybonukleinowych RNA. W rozdziale zostało zawartych wiele analiz i wyników badań, również tych, które zostały już opublikowane w dołączonych do dysertacji artykułach oznaczonych jako: A, B, C (patrz *Dodatek*).

W rozdziale 3 *Wykorzystanie spektroskopii absorpcyjnej w analizie złożonych płynnych matryc biologicznych* Doktorant przedstawił wyniki badań płynów fizjologicznych (moczu). Na bazie spektroskopu absorpcyjnego została opracowana z udziałem Doktoranta metoda analizy zmian w płynie fizjologicznym w rezultacie wystąpienia w nim stanów uroseptycznych. Badania i uzyskane wyniki zostały wcześniej i opublikowane w artykule D

w czasopiśmie *Journal Biophotonics* w roku 2023. Wydaje się, że uzyskane wcześniej wyniki mają ważną wartość medyczną, gdyż jednym z ważnych problemów klinicznych, zagrożonych wysoką śmiertelnością jest sepsa – gwałtowna reakcja organizmu na infekcję, prowadząca do niewydolności narządowej. Skuteczność leczenia sepsy w ogromnym stopniu zależy od czasu jej zdiagnozowania i szybkości podjęcia terapii. Wskaźnik przeżywalności określany jest w godzinach między momentem zajścia zakażenia a czasem podjęcia stosownej antybioteraapii. Zawarty materiał badawczy, jak wspomniano już wcześniej opublikowany, ma wartość w aspekcie jego potencjalnych przyszłych zastosowań w praktyce klinicznej.

Rozdział 4 pt. *Optyczna analiza środowiska z wykorzystaniem spektroskopii absorpcyjnej* stanowi kontynuację badań właściwości płynnych materiałów biologicznych z wykorzystaniem analiz optycznych. Jako materiał biologiczny zastosowano ścieki. Opracowana metoda umożliwia analizę w czasie rzeczywistym wybranych biomarkerów w środowisku płynów fizjologicznych. Skupiono się na monitorowaniu zmian stężenia białka C-reaktywnego w ściekach. Większość zawartych w niniejszym rozdziale badań została wcześniej opublikowana w publikacji E w czasopiśmie *Journal Biophotonics* w roku 2024.

W rozdziale 5 pt. *Światłowodowa interferometria niskokoherencyjna w badaniu optycznych właściwości produktów spożywczych imitujących właściwości optyczne tkanek* zostały przedstawione wyniki badań wybranych materiałów „spożywczych”, które mogłyby pełnić rolę fantomów niektórych tkanek biologicznych. Badania oparto na niskokoherentnej interferometrii światłowodowej oraz na światłowodowej refraktometrii. W monografii doktorskiej przedstawiono wyniki badań powyższymi technikami fantomu tkanki, który został opracowany na bazie jaja kurzego. W rozdziale przedstawiono także wyniki badań wybranych parametrów optycznych napojów roślinnych oraz mleka. Badania prowadzono w zakresie światła widzialnego, jak również bliskiej podczerwieni. W badaniach zastosowano światłowodowy niskokoherencyjny⁶ interferometr Fabry-Perot. Uzyskane wyniki sugerują, że niektóre z badanych płynów mogą zostać wykorzystane jako fantomy tkanek biologicznych. Część wyników badań zawartych w tym rozdziale została już wcześniej zaprezentowana w publikacji F₇ wydanej w indeksowanym czasopiśmie internetowym o zasięgu międzynarodowym *Photonics Letters of Poland* w roku 2022.

W rozdziale 6 *Opracowanie i charakterystyka fantomu do walidacji optycznych metod pomiarowych* zostały przedstawione wyniki badań nad opracowaniem fantomu płynu fizjologicznego (moczu) w widmowym zakresie widzialnym. Rezultaty badań są wynikiem współpracy Doktoranta z panią mgr Marią Babińską. Wyniki zostały opublikowane w materiałach zaprezentowanych w publikacji pokonferencyjnej G w roku 2025. Wkład obojga współautorów Doktorant ocenia jako równy (50-cio procentowy). Doktorant uważa na

podstawie swoich wcześniejszych badań, że opracowanie sztucznego moczu, który wiarygodnie odzwierciedlałby właściwości chemiczne i fizyczne prawdziwego moczu stanowi duże wyzwanie badawcze. Zastosowanie fantomu zamiast próbek fizjologicznych pozwoliłoby na wyeliminowanie trudnego procesu starania się ^o zgody Komisji Bioetycznej. Fantomy moczu są już zresztą stosowane w urologii i metrologii ale także w toksykologii i farmakologii. Doktorant jest zdania, że opracowany z Jego istotnym udziałem fantom moczu jest możliwy do zastosowań w wielu procesach badawczych.

Rozdział 7 *Podsumowanie rozprawy i dalsze perspektywy* zgodnie ze swoim tytułem jest zebraniem dokonań Doktoranta i podsumowaniem nie tylko Jego dysertacji ale również innych dokonań naukowych oraz dokonań w zakresie organizacji nauki i jej promocji.

Należy uznać, że dorobek naukowy Doktoranta jest wartościowy i zasługuje na uznanie i szacunek.

4. Ocena rozprawy doktorskiej oraz dorobku naukowego Doktoranta

Pragnę podkreślić, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Patryka Sokołowskiego jest ukierunkowana zarówno na rozwiązanie problemów naukowo-technicznych jak również, że ma ona istotny charakter utylitarny.

Rozprawa, jak już to sygnalizowałem została przygotowana na podstawie siedmiu (7) współautorskich publikacji naukowych, z czego 6 publikacji zostało opublikowanych w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu. Jedna publikacja, opublikowana w *Photonics Letters of Poland* jest pracą samodzielną Doktoranta. W opinii Recenzenta niniejszej rozprawy, badania naukowe w zakresie nauk inżynieryjno-technicznych a także w zakresie nauk przyrodniczych niemożliwym jest realizować samodzielnie przy aktualnym poziomie wiedzy i zawansowania metrologicznego. Jeśli pracę ma charakteryzować nowość i oryginalność naukowa i ma ona prezentować wysoki poziom naukowy, to musi być efektem współpracy zespołu badawczego. W mojej opinii współpraca naukowa zawsze jest wartością i jest we współczesnych badaniach konieczna. Zdarzają się w piśmiennictwie naukowym również prace samodzielne lecz są to z reguły prace o charakterze teoretycznym lub o charakterze przeglądowym. Piszę te słowa po to, aby docenić współautorstwo ^W artykułów, ^{ech} które są podstawą niniejszego doktoratu. Oczywiście zawsze jest problem zakresu udziału danego współautora w publikacji. Często jest to ocena subiektywna, inaczej postrzegana przez każdego ze współautorów. Lecz kolejność współautorów, umieszczana po tytule publikacji jest najczęściej uzgadniana, wynika z wkładu włożonego do powstania publikacji i trzeba mieć nadzieję, że jest przez współautorów akceptowana. (Czasem, ale już coraz rzadziej, kolejność autorów może być alfabetyczna.) Dlatego w ocenie wkładu kieruję się

zasadą kolejności autorów podaną po tytule pracy. A w tym przypadku, w siedmiu pracach, na których bazuje Doktorat, pan mgr. Sokołowski w 5 jest pierwszym autorem, a w jednej autorem drugim. Można więc uznać, że Jego wkład w tych pracach był bardzo istotny.

Pragnę jeszcze zwrócić uwagę, że pierwszą i niezwykle istotną oceną tematyki i osiągnięć naukowych jest akceptacja ich przez redakcję i kompetentnych recenzentów dla ich publikacji. W tym aspekcie, publikacja artykułu w uznanym czasopiśmie naukowym jest od razu pierwszą pozytywną akceptacją rezultatów badań autorów publikacji.

Chciałbym jako recenzent zaakcentować, że podjęta i prezentowana w doktoracie tematyka ż w aspekcie metrologicznym ma charakter interdyscyplinarny.

W pracy doktorskiej Pan mgr inż. Patryk Sokołowski:

- przedstawił, omówił i zastosował metody i techniki optyczne do badań wybranych materiałów biologicznych;
- opracował różne czujniki światłowodowe pokryte sfunkcjonalizowanymi warstwami do detekcji kwasu rybonukleinowego wirusów oraz do detekcji przeciwciał;
- wykazał, że w opracowanych czujnikach można do detekcji wybranych biomarkerów oraz do transmisji tych wyników pomiarowych wykorzystać jednomodowe kwarcowe światłowody telekomunikacyjne;
- zastosował techniki spektroskopowe do pomiarów w płynnych próbkach biologicznych;
- wyznaczył współczynnik załamania wybranych materiałów biologicznych i produktów spożywczych w funkcji wybranych długości fal promieniowania optycznego oraz w wybranych zakresach temperatur;
- opracował, wspomaganą techniką uczenia maszynowego, metodę detekcji urosepsy oraz zakażeń układu moczowego;
- adoptował metody spektroskopowe do monitorowania zmian stężenia wybranych biomarkerów w ściekach;
- opracował fantom cieczy, który odzwierciedla własności optyczne cieczy fizjologicznej.

Uzyskane przez Doktoranta wyniki badań eksperymentalnych zasługują na uznanie i szacunek. Jako Recenzent w niniejszym przewodzie doktorskim oceniam je wysoko i jednoznacznie pozytywnie.

Zgodnie z informacją z bazy bibliometrycznej SCOPUS pan mgr Sokołowski jest współautorem 9 publikacji naukowych, wydanych w czasopismach indeksowanych w tej bazie. Z tych 9 publikacji naukowych 7 zostało wykorzystanych w rozprawie doktorskiej. Doktorant jest współautorem 2 patentów.

Mgr Sokołowski brał udział w 5 projektach badawczych-grantach centralnie finansowanych, uzyskanych w drodze konkursu.

Był stypendystą *Europejskiego Programu Współpracy w Dziedzinie Badań Naukowo-Technicznych COST*.

Doktorant był stypendystą w projekcie OPUS 23, finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki.

Uczestniczył aktywnie w konferencjach krajowych i międzynarodowych z zakresu optoelektroniki, fotoniki i metrologii. Jest m.in. laureatem dwóch nagród za najlepszą prezentację posterową na konferencji w Rumunii (w roku 2024) oraz na konferencji w Portugalii (w roku 2025).

Uczestniczył aktywnie w promocji nauki w środowisku młodzieży szkolnej z rejonu Gdańska.

Działalność Pana mgr. Patryka Sokołowskiego w zakresie organizacji i popularyzacji nauk inżynieryjno-technicznych oraz inżynierii medycznej oceniam wysoko.

Należy podkreślić, że dla osiągnięcia sformułowanych w rozprawie celów rozprawy Doktorant zaproponował w kilku przypadkach oryginalne rozwiązania.

Czytając rozprawę (ale również dołączone publikacje) ma się pozytywne wrażenie, że Doktorant posiada wartościowe kompetencje i wiedzę w zakresie metrologii optoelektronicznej oraz bioinżynierii.

Można uznać, że postawione w rozprawie cele zostały, w wyniku jej realizacji przez Doktoranta osiągnięte.

Jako Recenzent pracy doktorskiej Pana mgr. inż. Patryka Sokołowskiego uważam, że niniejsza rozprawa prezentuje wartościowy poziom naukowy w *Dyscyplinie – Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne*. Jak już wcześniej podkreślałem, ważnym jest, że rozprawa, obok wartości naukowej i technicznej oraz technologicznej, posiada także istotną wartość użytkową.

5. Uwagi krytyczne

Z obowiązku Recenzenta pragnę zgłosić swoje uwagi i zastrzeżenia oraz pytania.

Praca doktorska mgra inż. Patryka Sokołowskiego napisana jest w sposób przemyślany. Układ pracy jest starannie dobrany. Usterki edycyjne a także tzw. literówki w pracy zdarzają się relatywnie rzadko. Autor na początku pracy zamieścił *Wykaz skrótów i oznaczeń*, których używał w pracy, co ułatwia lekturę pracy i analizę zawartych w niej treści.

Istotna część wykresów i schematów prezentowanych w doktoracie była wcześniej publikowana w artykułach naukowych, które są podstawową bazą pracy doktorskiej.

W doktoracie przy podpisach pod wykresami, charakterystykami i schematami często brak jest informacji w jakiej publikacji były już wcześniej publikowane.

Mam do Doktoranta pytania, do których proszę aby ustosunkował się w trakcie publicznej obrony.

- Ile czujników światłowodowych zostało wykonanych na potrzeby jego pracy doktorskiej?
- Jaka była powtarzalność właściwości metrologicznych wykonanych czujników?
- Czy dla danej techniki pomiarowej wykonywane były serie pomiarów? Jaka była powtarzalność wyników?
- Czy Doktorant obserwował „histerezę” w kolejnych seriach pomiarowych, tj. czy kolejne charakterystyki tej samej serii pomiarowej różniły się od siebie?
- W jaki sposób były na elementach czujnikowych usuwane naniesione tam w czasie poprzedniego (wcześniejszego) pomiaru „pozostałości”? Proszę, aby ten wątek usuwania z głowicy sensorowej pozostałości z poprzednich pomiarów omówić dokładniej. Proszę połączyć odpowiedź z własną opinią na temat powtarzalności wyników z kolejnych serii pomiarowych tego samego sensora. Z posiadanego własnego doświadczenia wiem, że problem „czyszczenia” głowicy pomiarowej i powtarzalności wyników jest bardzo ważny dla sensorów wielokrotnego użycia.

Wcześniejsze uwagi i powyższe pytania nie mają wpływu, na moją jednoznacznie pozytywną opinię o recenzowanej rozprawie doktorskiej Pana mgr. inż. Patryka Sokołowskiego.

Konkluzja końcowa

Jako Recenzent, pragnę wyraźnie podkreślić, że pozytywnie oceniam poziom naukowy rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Patryka Sokołowskiego.

Jego praca doktorska zawiera oryginalne wyniki analiz i badań naukowych i technicznych, o ważnym utylitarnym znaczeniu. Cele rozprawy zostały osiągnięte.

Biorąc pod uwagę moją, jako Recenzenta, pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej mgra inż. Patryka Sokołowskiego pt.:

„Opracowanie optycznych metod badania wybranych parametrów tkanek biologicznych oraz ich fantomów”

uważam, że

w świetle obowiązującej *Ustawy - Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z 20.07.2018r*

(a także w świetle aktów wcześniejszych, w tym: „Ustawę o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki”, z dnia 14 marca 2003 roku wraz z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22 września 2011 roku. oraz Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018)

recenzowana rozprawa spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w dyscyplinie – Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, w dziedzinie – Nauki Inżynieryjno-Techniczne.

Pozytywna ocena pracy doktorskiej stanowi, w mojej opinii podstawę do ubiegania się mgra inż. Patryka Sokołowskiego o stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

Wnoszę do Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Gdańskiej o dopuszczenie mgra inż. Patryka Sokołowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Gliwice, 2026.05.10

Z wyrazami szacunku



**Wykaz prac wchodzących w skład pracy doktorskiej
mgr. inż. Patryka Sokołowskiego**

[A] Patryk Sokołowski, Paweł Wityk, Joanna Raczak-Gutknecht, Wiktoria Brzezińska, Michał Sobaszek, Paweł Kalinowski, Sebastian Garcia-Galan, Małgorzata Szczerska; Optical Method for the Detection of Viral RNA Using an Optical Fiber Sensor, *Journal of Biophotonics* 2025, <https://doi.org/10.1002/jbio.202500063>, (IF 2.3, 100pkt)

[B] Patryk Sokołowski, Maria Babińska, Paweł Wityk, Joanna Raczak-Gutknecht, Karolina Rychter, Grzegorz Orlicki, Małgorzata Szczerska, Fiber Optic Biosensor for the Detection of Influenza Viral RNA, *Sensors and Actuators B: Chemical* (w recenzji)

[C] Małgorzata Szczerska, Kacper Cierpiak, Monika Kosowska, Paweł Wityk, Sebastian Garcia-Galan, **Patryk Sokołowski**, Sylwia Fudala-Książek, Michał T. Tomczak, Bei Ye, Aneta Łuczkiwicz, Remote real-time wastewater surveillance by the optical sensor supported by machine learning, *Sensors and Actuators Reports*, Vol. 10, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.snrr.2025.100346>, (IF 7.6, 20pkt)

[D] Paweł Wityk, **Patryk Sokołowski**, Małgorzata Szczerska, Kacper Cierpiak, Beta Krawczyk, Michał J. Markuszewski; Optical method supported by machine learning for urinary tract infection detection and urosepsis risk assess, *Journal of Biophotonics*, 2023, <https://doi.org/10.1002/jbio.202300095>, (IF 2.3, 100pkt)

[E] Patryk Sokołowski, Kacper Cierpiak, Małgorzata Szczerska, Maciej Wróbel, Aneta Łuczkiwicz, Sylwia Fudala-Książek, Paweł Wityk; Optical method supported by machine learning for dynamics of C-reactive protein concentrations changes detection in biological matrix samples, *Journal of Biophotonics* 2024, <https://doi.org/10.1002/jbio.202300523>, (IF 2.3, 100pkt)

[F] Patryk Sokołowski; Effect of temperature change on the refractive index of an egg white and yolk: preliminary study, *Photonics Letters of Poland*, 2022, doi: 10.4302/plp/v14i2.ZZZ, (IF 0.8, 40pkt)

[G] Patryk Sokołowski, Maria Babińska; Development of Artificial Urine Using Commonly Available Ingredients for Ultraviolet-Visible Spectroscopy; *Eng. Proc.* 2025, <https://doi.org/10.3390/engproc2025098005> (5 pkt)