

Łódź dnia 26 września 2023r.

Dr hab. inż. Maciej Boguń

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny

Centrum Włókiennictwa

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**Mgr inż. Karoliny Wilgockiej**

*nt. „Opracowanie technologii wytwarzania innowacyjnego ubranka o założonych parametrach zapewniających optymalny komfort fizjologiczny do zastosowań u noworodków sklasyfikowanych jako wcześniaki”*

Promotor pracy: **dr hab. inż. Ewa Skrzetuska, prof. Uczelni**

Promotor pomocniczy: **dr hab. inż. Witold Sujka**

*Recenzja rozprawy doktorskiej została wykonana na podstawie uchwały nr 63/7/IJK/2023 z dnia 10 lipca 2023 Rady ds. Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej w dyscyplinach inżynieria mechaniczna, inżynieria materiałowa oraz pisma Przewodniczącej Rady Pani Prof. Barbary Błażejczyk-Okolewskiej z dnia 11 lipca 2023 roku.*

*Zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018 poz. 1668 z późn. zm.) rozprawa doktorska została oceniona w aspekcie: oryginalności rozwiązania problemu naukowego, posiadania ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie inżynierii materiałowej i umiejętności prowadzenia samodzielnej pracy naukowej przez Doktorantkę.*

*Rozprawa doktorska realizowana była w ramach Programu „Doktorat Wdrożeniowy” Ministerstwa Edukacji i Nauki*

### **1. Problematyka badawcza będąca przedmiotem rozprawy doktorskiej i jej znaczenie dla rozwoju nauki oraz gospodarki.**

Przedstawiona do recenzji dysertacja Pani mgr inż. Karoliny Wilgockiej dotyczy opracowania technologii wytwarzania ubranka dla noworodków sklasyfikowanych jako wcześniaki. Biorąc pod uwagę rodzaj założonej do opracowania odzieży, to musi ona uwzględniać wiele czynników, a tym samym wymaga od osoby zaangażowanej w jej opracowanie posiadania wiedzy z zakresu nie tylko inżynierii materiałowej, ale także innych dziedzin nauki. Zagadnienie naukowe będące przedmiotem niniejszej pracy wychodzi naprzeciw problemom, z jakimi spotykają się lekarze na oddziałach neonatologii, jak również rodzice dzieci przedwcześnie narodzonych. Doktorantka w wyniku przeprowadzenia analizy literatury przedmiotu wykazała konieczność opracowania nowych rozwiązań zarówno materiałowych, jak i konstrukcyjnych przeznaczonych na odzież dla wcześniaków. Przedstawione w części

teoretycznej, a obecne na rynku wyroby nie dają kompleksowych rozwiązań, lecz stanowią możliwość ograniczenia tylko części niekorzystnych zjawisk podczas opieki nad pacjentami w/w oddziałów szpitalnych. W części teoretycznej Pani mgr inż. Karolina Wilgocka przedstawiła złożoność tematyki, która dotyczy m.in.: doboru struktury materiałowej, procesów wymiany ciepła pomiędzy organizmem a otoczeniem, kryteriów oceny wyrobów medycznych, certyfikacji odzieży, czy zagadnień związanych z tekstroniką. Istotne w tym przypadku jest wypracowanie rozwiązania, które będzie przede wszystkim umożliwiało ochronę noworodka przed czynnikami zewnętrznymi oraz ułatwiało kontrolę parametrów życiowych i opiekę nad pacjentem przez personel medyczny. W chwili obecnej niniejszą tematyką zajmuje się kilkanaście zespołów naukowych, które w różny sposób próbują implementować rozwiązania z zakresu inżynierii materiałowej i tekstroniki do odzieży stosowanej dla noworodków, w tym także tych sklasyfikowanych jako wcześniaki. Obecne na rynku i stosowane w praktyce ubranka nie w pełni spełniają wszystkie oczekiwania lekarzy i rodziców. Dlatego zaproponowana tematyka rozprawy doktorskiej jest jak najbardziej aktualna, a wyniki uzyskane podczas jej realizacji stanowią poszerzenie wiedzy w niniejszej tematyce. Jednocześnie biorąc pod uwagę fakt, realizacji pracy w ramach dwustronnej współpracy między Tricomed S.A. oraz Instytutem Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych Politechniki Łódzkiej w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy” umożliwiła wykorzystanie właściwych z punktu widzenia problematyki badawczej pracy zasobów infrastrukturalnych. Pani mgr inż. Karolina Wilgocka podejmując się realizacji rozprawy doktorskiej założyła weryfikację wielu struktur materiałowych i poprzez analizę ich właściwości doprowadziła do wytypowania najbardziej korzystnych materiałów z punktu widzenia wykorzystania ich w odzieży dla noworodków. Materiały te posłużyły do uzyskania demonstratorów technologii i implementacji rozwiązań tekstronicznych. Stanowić to może niewątpliwie kolejny etap w uzyskaniu rozwiązania o dużym potencjale wdrożeniowym i wprowadzeniu nowego wyrobu na rynek, a z punktu widzenia naukowego doprowadziło do poszerzenia wiedzy w zakresie włókienniczej inżynierii materiałowej i tekstroniki. Tak więc reasumując, moim zdaniem przyjęta przez Doktorantkę tematyka badawcza jest oryginalna i wywiera wpływ na rozwój nauki oraz gospodarki.

## **2. Poprawność zdefiniowania celów i hipotez badawczych**

Głównym celem rozprawy doktorskiej jaki postawiła sobie Pani mgr inż. Karolina Wilgocka było „zaprojektowanie i wykonanie odzieży ochronnej zabezpieczającej komfort fizjologiczny i bezpieczeństwo dziecka przedwcześnie urodzonego w oparciu o układy warstwowe chroniące przed utratą ciepła i wilgoci wraz z układami elektronicznymi monitorującymi parametry czynnościowe dzieci przedwcześnie urodzonych”. W tym kontekście bardziej właściwe byłoby użycie zamiast słowa „wilgoci” słowa „wody”. Niemniej jednak cel badawczy, a przede wszystkim cele szczegółowe zawarte na każdym etapie pracy miały doprowadzić do uzyskania materiału włókienniczego/kompozytowego o założonych właściwościach z zakresu termoregulacji. Istotne w tym przypadku było komplementarne podejście do projektowania i wykonania odzieży stanowiącej wyrób medyczny klasy I, łącznie z analizą procesu sterylizacji oraz pakowania wyrobu. Pani mgr inż. Karolina Wilgocka sformułowała dwie tezy badawcze, pierwsza dotycząca możliwości opracowania odzieży ochronnej zapewniającej utrzymanie bilansu cieplnego i masy płynów w organizmie noworodka oraz druga związana z wpływem obecności haftu elektroprzewodzącego na właściwości funkcjonalne oraz komfort użytkowy odzieży. Obie tezy badawcze zostały zweryfikowane w wyniku realizacji szerokiego zakresu badań. Autorka rozprawy doktorskiej na wstępie założyła wiele układów materiałowych, które „eliminowała” w wyniku prowadzonych badań. Przedstawione serie badawcze i dobrana metodyka badań skutkowały wytypowaniem ostatecznych form układu warstwowego, dla którego zostały wytworzone prototypy odzieży. Korelujący z tematem pracy, postawiony cel

główny i cele szczegółowe na poszczególnych etapach rozprawy doktorskiej świadczą o umiejętności Doktorantki do właściwego programowania i prowadzenia badań. Tak więc, od strony postawionego celu, hipotez badawczych, przedstawioną do recenzji dysertację oceniam również pozytywnie.

### **3. Struktura i zakres rozprawy doktorskiej oraz prezentacja wyników badań**

Przygotowana dysertacja Pani mgr inż. Karoliny Wilgockiej liczy 196 stron i została podzielona na osiem głównych rozdziałów, które stanowią zasadniczo: wstęp, część teoretyczną i eksperymentalną zakończoną podsumowaniem oraz wnioskami.

Część teoretyczną Doktorantka rozpoczyna od rozdziałów związanych z charakterystyką skóry noworodków sklasyfikowanych, jako wcześniaki (*rozdział 1.1*). Przedstawiona w tym rozdziale została klasyfikacja wcześniaków oraz ukazane różnice w budowie i właściwościach skóry dla wybranych grup wiekowych. Zastosowano w tym przypadku podział na cechy skóry przedwczesnej, noworodkowej oraz dorosłej. Wykazane w tym rozdziale różnice w budowie skóry jednoznacznie wskazują na konieczność stosowania specjalnie dobranych materiałów, które z jednej strony stanowią barierę ochronną przed czynnikami zewnętrznymi, a z drugiej strony będą zabezpieczały organizm przed utratą ciepła i wody. Kolejny *rozdział 1.2* dotyczy termoregulacji i procesów związanych z tym zjawiskiem. Opisane zostało zagadnienie hipotermii i hipertermii. Wystąpienie obu tych zjawisk jest bardzo niekorzystne dla organizmu, które w skrajnych przypadkach mogą prowadzić do zgonu noworodka. Dlatego też istotne jest zapobieganie możliwości ich wystąpienia. Doktorantka w tym rozdziale opisuje zagadnienia związane z utratą ciepła i wody przez wcześniaka. Przedstawione zostały sposoby wymiany ciepła przez organizm noworodka, czyli promieniowanie, konwekcje, parowanie, czy przewodzenie. Podano także równania matematyczne ukazujące określone współzależności. Istotnym pojęciem w tym kontekście jest bilans ciepła między organizmem człowieka a otoczeniem. Znaczenie w tym przypadku ma zarówno ciepło endogenne i egzogenne, a uzyskanie odpowiedniej termoregulacji umożliwia właściwe procesy rozwojowe. W tym rozdziale opisany został także komfort użytkowy odzieży, który opisuje stan harmonii pomiędzy człowiekiem a otoczeniem. Uwzględnia on wiele aspektów związanych z noszeniem odzieży m.in. komfort termofizjologiczny, sensoryczny, ergonomiczny i psychiczny. *Rozdział 1.3* charakteryzuje odzież dla dzieci przedwcześnie urodzonych, a w kolejnych podrozdziałach opisane są kryteria dotyczące tego typu odzieży oraz możliwości dobrowolnej certyfikacji i różnych rozwiązań na rynku. Wśród kryteriów dla tego typu odzieży Pani mgr inż. Karolina Wilgocka wymienia kryteria biologicznej oceny wyrobów medycznych oraz ograniczenia związane z rozporządzeniem REACH. W tej części Doktorantka dość niefortunnie precyzuje stwierdzenie: „W przypadku odzieży dla wcześniaków zawierającej w swojej strukturze czujniki musi ona spełniać wymagania REACH i RoHS, jak również posiadać certyfikat Oeko-Tex”. Certyfikacja Oeko-Tex, a przede wszystkim znak STANDARD 100 by OEKO-TEX® jest znakiem dobrowolnym i w głównej mierze stanowi „narzędzie” do weryfikacji bezpieczeństwa wyrobów włókienniczych. Pani mgr inż. Karolina Wilgocka w części teoretycznej przedstawiła także inne dobrowolne znaki towarowe możliwe do oznakowania wyrobów przeznaczonych dla dzieci, które w ramach certyfikatów wydaje Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny. Pomimo, iż certyfikaty te są dobrowolne to zdobyły szerokie uznanie wśród producentów odzieży i są obecne na rynku krajowym, jak i zagranicznym. Ostatni w tej części pracy *rozdział 1.4* dotyczy rozwiązań tektonicznych. Zawarte zostały w nim informacje na temat różnych rodzajów

czujników i parametrów monitorowania u dzieci wczesnie urodzonych. Cała część teoretyczna została zakończona podsumowaniem, które przedstawia istotę podjętego tematu badawczego oraz kluczowe zagadnienia niezbędne do rozwiązania podczas realizacji części badawczej pracy.

Część eksperymentalna poprzedzona została *rozdziałem 3*, w którym Doktorantka przedstawiła cel główny, zakres badań oraz tezy badawcze, które udowadnia w wyniku przeprowadzonych prac badawczych. Zakres pracy opisany w tym rozdziale został szczegółowo przedstawiony i pokazuje ilość badań niezbędnych do realizacji na potrzeby osiągnięcia celu głównego oraz udowodnienia postawionych tez.

Pani mgr inż. Karolina Wilgocka właściwą część eksperymentalną rozpoczyna od *rozdziału 4* związanego z zastosowanymi materiałami oraz stosowanymi metodami badawczymi. Materiałami wyjściowymi do opracowania układu warstwowego było pięć różnych laminatów dwuwarstwowych, dwa rodzaje folii paroprzepuszczalnej oraz cztery rodzaje dzianin (bawełnianych oraz poliestrowych). Wszystkie materiały zostały scharakteryzowane przy użyciu skaningowej mikroskopii elektronowej SEM oraz podana została dla nich masa powierzchniowa. Na ich bazie Doktorantka zaproponowała układ warstwowy, który w końcowym etapie posłużyć ma do wytwarzania odzieży ochronnej. Z założonego schematu materiału trójwarstwowego przedstawionego na *rysunku 31* wynika, iż warstwą bezpośrednio przylegającą do powierzchni skóry jest materiał hydrofobowy, natomiast warstwę zewnętrzną stanowić ma materiał hydrofilowy umożliwiający gromadzenie nadmiaru wilgoci. Niemniej jednak w opisie na *stronie 63 i 67* występuje niespójność, wynikająca z różnie definiowanej budowy warstwy przylegającej do skóry noworodka. Oprócz materiałów stosowanych bezpośrednio do wytwarzania odzieży wytypowano różne rodzaje przędz elektroprzewodzących, scharakteryzowano ich właściwości fizyczne. Jednocześnie zostały z nich zaprojektowane różne rodzaje czujników (temperatury i wilgotności) przy wykorzystaniu hafciarki. Kolejne podrozdziały tej części pracy prezentują opisy zastosowanych metod badawczych. Niestety można w tym przypadku znaleźć błędy związane z niewłaściwym podawaniem jednostki (np. jednostka powierzchni „ $\text{cm}^{-2}$ ”), czy niezbyt precyzyjnym opisem metody badań budowy chemicznej przy użyciu spektroskopii w podczerwieni (FTIR). *Rozdział 5* pracy dotyczy analizy uzyskanych wyników badań. W pierwszej kolejności dla wszystkich materiałów przeprowadzone zostały badania związane z: masą powierzchniową i grubością, oporem ciepła i pary wodnej, przepuszczalnością powietrza, czy oceną komfortu sensorycznego. Zrealizowano także badania przy użyciu mikrotomografii komputerowej. Doktorantka wyniki uzyskanych badań przedstawiła w formie tabelarycznej oraz wykresów. Pomimo, iż jest to swojego rodzaju powtórka daje ona jednak możliwość łatwej oceny poszczególnych współzależności. W podsumowaniu tej części badań Pani mgr inż. Karolina Wilgocka typuje optymalne materiały, które zostaną użyte do wytworzenia układu trójwarstwowego. *Rozdział 5.2* stanowi analizę właściwości 12 układów trójwarstwowych, dla których oprócz przeprowadzonych podstawowych badań jak dla materiałów wyjściowych dokonano oceny: siły delaminacji materiałów warstwowych, pH, absorpcji promieniowania w nadfiolecie, zawartości środków piorących, kontroli wymiarów po procesie prania. Wyniki badań zostały zestawione w tabelach i na wykresach. Na podkreślenie zasługuje fakt przeprowadzonych przez Doktorantkę tak licznych analiz. Niemniej jednak uwidacznia się w tym przypadku brak spójności wyników zaprezentowanych w *tabeli 14 i na rysunku 48*, gdzie zostały pomyłone wartości parametru oporu pary wodnej w zależności od ilości prań i temperatury tego procesu. Przy prezentacji wyników Pani mgr inż. Karolina Wilgocka powinna zwrócić uwagę na tą samą dokładność podawania wyników. *Rozdział ten* Doktorantka kończy podsumowaniem, w którym typuje dwa układy trójwarstwowe do dalszych badań. W *rozdziale 5.3* zostały zaprezentowane właściwości materiałów wyznaczone we wcześniejszych badaniach i zestawione z uzyskanymi parametrami

po procesie sterylizacji. Takie zestawienie w tym przypadku jest pozytywne, gdyż nie wymaga od czytelnika powrotu do tabel i wykresów przedstawionych we wcześniejszych rozdziałach. Dla układów warstwowych w tej części pracy Pani mgr inż. Karolina Wilgocka przeprowadziła badania budowy chemicznej FTIR po różnych etapach obróbki materiału, które jednak poza przedstawionymi spektrogramami nie zawierają dokonanej analizy, a ich jakość uniemożliwia interpretację wyników. Natomiast przy analizie SEM+EDS (*rysunek 56 i 57*) Doktorantka pisze, iż „... nie stwierdzono obecności pierwiastków, które nie występowały w badanych materiałach, w tym wykryto obecność metali ciężkich, ...” co stanowi błąd w analizie. Istotna uwaga z punktu widzenia prezentacji wyników dotyczy również przedstawionych „wyników badań mikrobiologicznych i biologicznych” (*rozdział 5.3.10*), gdzie zaprezentowano jedynie wnioski bez podania wyników badań. Kolejne *rozdziały 5.4 i 5.5* dotyczą analizy właściwości demonstratora wykonanego na bazie wytypowanych układów warstwowych. Zaprezentowany został zestaw odzieży dla noworodka, sklasyfikowanego jako wcześniak i dokonana została analiza jego właściwości uwzględniająca zarówno procesy prania, sterylizacji oraz przyspieszonego starzenia. Wyniki badań zostały w sposób prawidłowy zaprezentowane w sposób tabelaryczny. Biorąc pod uwagę postawioną w pracy tezę badawczą Doktorantka dokonała także analizy wpływu haftu z przędzy elektroprowadzącej na właściwości zarówno struktury trójwarstwowej, jak również odszytego demonstratora. Analizy te zostały zawarte w *rozdziale 5.6*. Na *rysunkach 60 i 61* została przedstawiona analiza SEM+EDS z której wynika, iż w strukturze/na powierzchni przędzy są obecne pierwiastki niewynikające z budowy chemicznej tworzywa (np. M, K, Si), w tym przypadku warto było skomentować uzyskany wynik. W przypadku badań przędz przy użyciu spektroskopii w podczerwieni można było zastosować inne techniki pomiarowe, które jednoznacznie wykluczyłyby, bądź potwierdziły tworzywo włókien bez względu na zastosowaną powłokę. Istotnym podrozdziałem tej części pracy jest przeprowadzona analiza czujników w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Zaprezentowane wyniki badań świadczą o ich działaniu i słuszności przyjętego modelu. Biorąc pod uwagę fakt, iż niniejsza praca realizowana była w ramach Programu „Doktorat wdrożeniowy” to ostatni rozdział części eksperymentalnej uwidacznia właściwie zrealizowany zakres prac. Pokazana jest bowiem odpowiednia ścieżka związana zarówno z procesem zwiększenia skali (*z ang. scaling up*) jak także z walidacją procesu. Uwaga dotycząca tej części związana jest przede wszystkim z zaprezentowanymi szablonami/wykrojami prototypowej odzieży, gdyż są one bardzo słabej jakości.

*Rozdziały 7 i 8* stanowią Podsumowanie oraz Wnioski z przeprowadzonych badań. Doktorantka dokonała właściwego podsumowania szerokiego zakresu przeprowadzonych prac oraz wysunęła właściwe wnioski, które dotyczą realizacji całej pracy.

W pracy Pani mgr inż. Karolina Wilgocka powołała się na 102 źródła literaturowe. Cytowana literatura, bądź inne materiały nie budzą zastrzeżeń, jednakże podając źródło w formie strony internetowej należy uwzględnić także datę dostępu.

#### Uwagi krytyczne i zastrzeżenia odnoszące się do struktury pracy i prezentacji wyników.

Pani mgr inż. Karolina Wilgocka podczas przygotowania dysertacji nie ustrzegła się błędów redaktorskich, przesunięć tekstu, zapisu odnośników, czy dość nieprecyzyjnych sformułowań (np. „miękkich materiałów bambusowych”, „delikatnej bawełny”), które przy dalszym publikowaniu wyników pracy powinny zostać wyeliminowane. Doktorantka także czasami stosuje skróty myślowe, które w konsekwencji mogą prowadzić do wystąpienia błędów w interpretacji wyników badań. Jak już wcześniej wspomniano w niektórych przypadkach występuje brak spójności wyników badań zestawionych tabelarycznie z danymi podanymi na wykresach. Przedstawione w części teoretycznej i eksperymentalnej niektóre rysunki są słabej jakości, co powinno zostać poprawione (np. rysunki 12,20,21,53,74,77,79).

**Podsumowując**, przedstawioną do oceny pracę, a przede wszystkim jej układ uważam za prawidłowy. Doktorantka w sposób właściwy podzieliła dysertację na zasadnicze części, a ich kolejność wynika bezpośrednio z zakresu prowadzonych badań. Przygotowane zestawienia danych w formie tabelarycznej i graficznej umożliwiają łatwą weryfikację uzyskanych wyników. Przedstawione podsumowania zarówno na poszczególnych etapach pracy, jak także końcowe podsumowanie całości badań i wnioski końcowe wynikają bezpośrednio ze zrealizowanego zakresu pracy. Pomimo wskazanych powyżej uwag krytycznych do układu pracy i prezentacji wyników oceniam niniejszą dysertację pozytywnie. Pani mgr inż. Karolina Wilgocka w wyniku jej przygotowania wykazała, iż posiada umiejętność zaplanowania programu badań, właściwej jego realizacji oraz analizy wyników badań.

#### **4. Ocena merytoryczna i uwagi do przygotowanej pracy doktorskiej**

Doktorantka w przedstawionej do recenzji pracy nie ustrzegła się pewnych błędów dotyczących struktury pracy, które zostały przedstawione powyżej. Należy jednak zwrócić uwagę także na pewne niedociągnięcia, które nie wpływają na całościową ocenę pracy, ale wymagają zwrócenia uwagi i odniesienia się do nich przez Doktorantkę. Poniżej przedstawiona została lista uwag i spostrzeżeń:

- ✓ na *stronie 32* i w dalszej części pracy użyto sformułowania „włókna bambusowe”, proszę w tym kontekście sprecyzować to pojęcie, gdyż zapis ten może wprowadzać czytelnika w błąd;
- ✓ na *stronie 38* i w dalszej części pracy użyto sformułowania „delikatna bawełna”, biorąc pod uwagę, iż w pracy badano komfort sensoryczny przy użyciu systemu KES, czy cytowane powyżej sformułowanie odnosi się do któregoś z parametrów wyznaczonych tą metodą?;
- ✓ na *stronie 40* Doktorantka stwierdza: „każda nić wątku jedwabnego składa się z wielu włókien, które ze względu na swoją gładkość nie powodują tarcia o skórę” – proszę o wyjaśnienie tego zdania.
- ✓ na *stronie 92* w przypadku badań komfortu sensorycznego uzyskano dość duży wpływ procesu prania na uzyskiwane wskaźnik THV, co może być przyczyną takich zmian?
- ✓ na *stronie 97* Autorka pracy wskazuje dwa rodzaje optymalnych laminatów, jednakże do dalszych badań został wykorzystany tylko jeden, co było przyczyną rezygnacji z drugiego wariantu laminatu?
- ✓ na *stronie 107* dla badań przepuszczalności po pierwszym cyklu prania uwidoczony jest spadek tego parametru. Doktorantka tłumaczy to zjawisko: „Mogło to być spowodowane pozatykaniem klejem części porów w pierwszym cyklu prania”, w związku z tym dlaczego to zjawisko nie uaktywniło się w przypadku 5 cykli prania, a wskaźnik przepuszczalności jest wyższy, aniżeli dla próbki przed praniem;
- ✓ na *stronie 117* w *tabeli 20* zostały przedstawione wyniki badań dotyczące środków pianotwórczych, proszę o wyjaśnienie obecności w niektórych przypadkach substancji pianotwórczej dla próbek przed procesem prania i ich wartości w stosunku do próbek po pięciu cyklach prania?
- ✓ na *stronie 129* w *tabeli 27* zauważalny jest wzrost siły delaminacji układów trójwarstwowych po procesie sterylizacji dla układu z dziadziną poliestrową. Proszę o wyjaśnienie tego zjawiska.
- ✓ we wnioskach na *stronie 184* Doktorantka używa stwierdzenia czystość mikrobiologiczna i biologiczna, proszę o wyjaśnienie tych dwóch pojęć.

Wskazane powyżej uwagi nie umniejszają wartości poznawczej opracowanej dysertacji. Przeprowadzona analiza treści merytorycznych zawartych w rozprawie doktorskiej Pani mgr inż. Karoliny Wilgockiej upoważnia do stwierdzenia, iż Doktorantka w wyniku realizacji

szerokiego zakresu badań opisanych w poszczególnych rozdziałach pracy zrealizowała cel główny związany z uzyskaniem prototypowej odzieży dla noworodków zaklasyfikowanych jako wcześniaki. Równocześnie udowodniła postawione na wstępie tezy badawcze. Oceniając całościowo pracę uważam, że:

- ✓ na podstawie dokonanego przeglądu literaturowego Doktorantka w sposób prawidłowy wskazała problem badawczy, który postanowiła rozwiązać w wyniku realizacji szerokiego zakresu badań zarówno naukowych, jak i technologicznych. Efekt tych badań z jednej strony może przyczynić się do dalszych rozwiązań naukowych w obszarze inżynierii materiałowej, natomiast z drugiej strony może wpłynąć na pojawienie się na rynku nowych rozwiązań z zakresu specjalistycznej odzieży, stanowiącej wyrób medyczny klasy I.
- ✓ Doktorantka w wyniku realizacji pracy wykazała się dużą interdyscyplinarną wiedzą teoretyczną, którą potrafi w sposób prawidłowy wykorzystywać w badaniach naukowych.
- ✓ zrealizowany całościowo program badawczy w sposób wymierny ograniczył przeszkody w dalszym rozwoju produktu. Doktorantka bowiem w swojej pracy uwzględniała zarówno aspekty chemiczne, biologiczne i technologiczne związane z otrzymaniem końcowego wyrobu.
- ✓ istotnym osiągnięciem pracy jest wytworzenie modelowych/prototypowych rozwiązań z zakresu odzieży dla wcześniaków uwzględniających rozwiązania z zakresu tekstoniki. Skutkować to może dalszymi badaniami naukowymi przy współpracy z oddziałami neonatologii i wypracowywaniem najwyższych standardów opieki nad pacjentami tych oddziałów.

## 5. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Karoliny Wilgockiej stanowi oryginalną pracę naukową. Jej realizacja w ramach Programu MEiN „Doktorat wdrożeniowy” ukazuje właściwą współpracę jednostki naukowej i przedsiębiorstwa, czego efektem jest opracowanie rozwiązania materiałowego wykorzystanego do produkcji specjalistycznej odzieży ochronnej, stanowiącej wyrób medyczny klasy I. Doktorantka podczas realizacji pracy wykonała szereg badań, które umożliwiły osiągnięcie celu głównego pracy i udowodnienie postawionych tez badawczych. Przyjęta tematyka badawcza jest właściwa z punktu widzenia wykorzystania wyników badań w przedsiębiorstwie i wprowadzeniu nowego rozwiązania na rynek wyrobów medycznych. Pani mgr inż. Karolina Wilgocka w niniejszej pracy udowodniła umiejętność właściwego planowania badań i weryfikacji uzyskiwanych wyników. Przedstawione w recenzji uwagi krytyczne i spostrzeżenia nie umniejszają jej walorów naukowych i poznawczych.

***Podsumowując stwierdzam, iż przedstawiona do oceny rozprawa doktorska spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z art. 187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U.2018 poz. 1668 z późn. zm.) i w związku z czym wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Karoliny Wilgockiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.***



