

**Prof. dr hab. inż. Krzysztof Rokosz**

Politechnika Koszalińska

ul. Raławicka 15-17, PL 75-620 Koszalin

tel. 94 3478 354, e-mail: rokosz@tu.koszalin.pl

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**mgr Jacka Nogackiego**

**pt. "Zastosowanie metod redukcji emisji**

**środowiskowych w produkcji opakowań"**

Podstawę opracowania recenzji stanowi pismo Zastępcy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna prof. dr hab. inż. Roberta Sitnika z dnia 19 listopada 2026. Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pod tytułem "*Zastosowanie metod redukcji emisji środowiskowych w produkcji opakowań*". Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Zuzanna Żołek-Tryznowska, prof. Uczelni oraz dr inż. Krzysztof Krystosiak. Moim zdaniem praca doktorska mieści się w zakresie dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Zagadnienia emisji środowiskowych oraz gospodarki odpadami branży opakowaniowej są ściśle powiązane z podstawowymi pojęciami ekologii i toksykologii. Ekologia pozwala na analizę wzajemnych oddziaływań pomiędzy organizmami żywymi a środowiskiem, natomiast toksykologia umożliwia ocenę wpływu substancji toksycznych emitowanych do środowiska w wyniku działalności człowieka. W kontekście branży opakowaniowej szczególne znaczenie mają zarówno emisje naturalne, jak i antropogeniczne, które mogą prowadzić do obecności toksykantów w powietrzu, wodzie oraz glebie. Substancje te, w zależności od dawki, mogą wywierać negatywny wpływ na ekosystemy. Procesy produkcji opakowań, ich użytkowania oraz niewłaściwego zagospodarowania odpadów opakowaniowych

sprzyjają emisji metali ciężkich, pyłów, par czy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, które występują również jako toksyny pochodzenia naturalnego. Właściwie prowadzona gospodarka odpadami opakowaniowymi, w tym realizacja wymaganych kwot recyklingu, stanowi istotny element ograniczania emisji substancji toksycznych do środowiska oraz minimalizowania ich wpływu na organizmy żywe i równowagę ekosystemów.

Przygotowana rozprawa doktorska o objętości 226 stron, zawierająca 70 rysunków i 14 tabel została podzielona na dziesięć rozdziałów poprzedzonych spisem treści, wykazem pojęć, wprowadzeniem, celem pracy i stanem wiedzy. Pracę zakończono 319 pozycjami literaturowymi, które zostały poprawnie zacytowane w dysertacji oraz załącznikiem.

W rozdziale pierwszym opisano emisje środowiskowe oraz gospodarkę odpadami branży opakowaniowej, w tym emisje naturalne, emisje antropogeniczne oraz gospodarkę odpadami opakowaniowymi wraz z kwotami recyklingu. Rozdział drugi przedstawia rodzaje i typy współczesnych systemów wydruków próbnych, w tym charakterystykę wydruku próbnego, cyfrowy wydruk próbny, wydruk próbny oraz wydruk próbny na podłożu docelowym, a także pomiar kontrolny i certyfikację. Rozdział trzeci dotyczy śladu węglowego w ocenie cyklu życia produktu, w tym charakterystyki śladu węglowego oraz kategorii emisji w tej ocenie. Rozdział czwarty jest o ekoprojektowaniu opakowań, obejmując definicję opakowania ekologicznego, gospodarkę odpadami w obiegu zamkniętym, podstawowe funkcje opakowań, kierunki ekoprojektowania, przykładową drogę do opakowania przyjaznego środowisku oraz rozporządzenie UE dotyczące opakowań i odpadów opakowaniowych. Część eksperymentalna rozpoczyna się rozdziałem piątym, który przedstawia zakres i plan pracy. Rozdział szósty zawiera analizę preferencji klientów dotyczących systemu wydruków próbnych na podłożu docelowym oraz wyniki przeprowadzonej ankiety. Rozdział siódmy obejmuje analizę środowiskową systemów wydruków próbnych na podłożach papierowych, wraz z metodyką obliczeń, modelowaniem, wynikami badań, badaniem czułości, omówieniem

wyników oraz wnioskami. Rozdział ósmy dotyczy analizy środowiskowej systemu wydruków próbnych w kontekście testów przedprodukcyjnych, zawierając streszczenie, metodykę obliczeń, modelowanie, wyniki, badanie czułości, omówienie wyników oraz wnioski. Rozdział dziewiąty opisuje opakowania przyjazne środowisku, w tym przykłady opakowań przygotowanych w ramach działalności firmy Chespa oraz ich konkretne realizacje zaprezentowane na wydarzeniach branżowych w 2024 roku. Rozdział dziesiąty stanowi podsumowanie i wnioski. Na końcu pracy znajdują się bibliografia, spis rysunków oraz spis tabel.

Moim zdaniem treść rozprawy stanowi zamkniętą całość, a postawione cele zostały w pełni zrealizowane. Rozprawa jest napisana poprawnym technicznie językiem i posiada starannie opracowaną szatę graficzną. Według mnie przedstawiona rozprawa doktorska jest wartościowa i na pewno stanowi podstawę do dalszych badań naukowych zarówno dla Doktoranta jak i innych badaczy.

Reasumując należy zaznaczyć, że do istotnych osiągnięć Doktoranta należą:

- Wyniki badań potwierdzają, że strategia rozwoju technologicznego i środowiskowego firmy Chespa, oparta na wdrożeniu systemu wydruku próbnego na podłożu docelowym, przynosi wymierne korzyści środowiskowe.
- System wydruku próbnego na podłożu docelowym znacząco ogranicza zużycie zasobów naturalnych, w tym papieru, energii elektrycznej, wody oraz materiałów eksploatacyjnych, takich jak farby, lakiery i środki chemiczne.
- Wdrożenie systemu przyczynia się do istotnego zmniejszenia ilości odpadów produkcyjnych, co przekłada się na redukcję emisji związanych z ich unieszkodliwianiem oraz transportem surowców wtórnych.
- System optymalizuje zużycie energii w procesie przygotowania do druku, co wpływa na obniżenie śladu węglowego.
- Eliminacja konieczności fizycznej obecności właściciela marki w zakładzie drukarskim skraca czas realizacji projektów, zwiększa efektywność pracy oraz redukuje emisje związane z transportem i logistyką.

- Zintegrowane podejście technologiczne, zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju, pozwala łączyć cele ekonomiczne z ochroną środowiska i podnosi pozycję firmy jako lidera innowacji w branży poligraficznej.
- Wdrożenie systemu jest zgodne z założeniami społecznej odpowiedzialności biznesu (CSR), w tym aktywną ochroną zasobów naturalnych.
- Metodyka oceny obciążenia środowiskowego zastosowana w analizach może stanowić podstawę do dalszych badań oraz narzędzi wspierających decyzje w zakresie zrównoważonego rozwoju, również poza branżą poligraficzną.
- Implementacja systemu wydruku próbnego na podłożu docelowym stanowi przykład dobrych praktyk i może być wzorem dla innych przedsiębiorstw dążących do ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko.
- Wdrożenie systemu wydruku próbnego na podłożu docelowym przynosi istotne korzyści środowiskowe, szczególnie przy testowaniu skomplikowanych elementów graficznych oraz przy wymianie wzorów przez właściciela marki.
- Zaproponowany system znacząco minimalizuje ilość odpadów z tworzyw sztucznych oraz redukuje zużycie energii elektrycznej i wody.
- Wprowadzenie systemu skraca czas realizacji projektu graficznego, od przygotowania pliku reprograficznego do rozpoczęcia procesu drukowania u wykonawcy, oraz ogranicza potrzebę przeprowadzania testów przedprodukcyjnych.
- Zintegrowane zarządzanie procesem przygotowania do druku przynosi korzyści zarówno środowiskowe, jak i ekonomiczne.
- Metoda bilansowania środowiskowego zastosowana w analizach może być wykorzystana jako narzędzie metodologiczne w przyszłych badaniach nad projektami zrównoważonego rozwoju w branży poligraficznej.
- System przyczynia się do redukcji zanieczyszczeń poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych oraz generowanych odpadów.

- Znaczne ograniczenie nakładów energetycznych, zasobów pierwotnych oraz pracy ludzkiej czyni tę metodę innowacyjną i pionierską w procesach poligraficznych.
- Dzięki użyciu podłoża produkcyjnego i parametrów charakterystycznych dla procesu komercyjnego, właściciel marki może ocenić efekt drukowania już na etapie wydruku próbnego.

Dorobek naukowy doktoranta, który należy uznać za dobry na tym etapie kariery, obejmuje:

- Nogacki, J.; Buschmann, U.; Krystosiak, K.; Żołek-Tryznowska, Z. (2025). Life Cycle Assessment of Proofing Test Production on Printing Surfaces with Use of Carbon Footprint Methodology. Applied Sciences, 15, 1136. <https://doi.org/10.3390/app15031136>
- Nogacki, J. (2013). Znaczenie ekologiczne lasów: problematyka oraz stan zdrowotny lasów ze szczególnym uwzględnieniem gospodarstwa szkółkarskiego w Kalinowie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasów Państwowych, Nadleśnictwa Strzelce Opolskie. W: Dokonania Naukowe Doktorantów, I edycja. Kraków, 20.04.2013. ISSN: 978-83-63058-38-8.
- Nogacki, J. (2014). Biologiczna ochrona roślin jako alternatywa pestycydów – problematyka i szanse. Dokonania Młodych Naukowców, 2(3). Kraków. ISSN: 2300-4436.
- Borecka, K.; Gołabek, E.; Sławiński, J.; Nogacki, J. (2026). Ocena stanu oraz charakterystyka zagrożeń drzewostanu kompleksu leśnego „Odrawąż” w gminie Krapkowice (woj. opolskie). Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego. Monografia, 98 s. ISBN: 978-83-7395-708-4.
- Moliszewska, E. B.; Nogacki, J. (2013). Zasiedlanie *Microsphaera alphitoides* przez *Phoma glomerata* na przykładzie szkółki leśnej w Kalinowie w woj. opolskim. W: Wpływ młodych naukowców na osiągnięcia Polskiej Nauki, III edycja. Kraków, 16.12.2013.

- Moliszewska, E. B.; Nogacki, J. (2014). Problematyka chorób zgorzelowych w gospodarstwach szkółkarskich Opolszczyzny na przykładzie Gospodarstwa Szkółkarskiego Państwowego Gospodarstwa Leśnego – Nadleśnictwa Strzelce Opolskie, szkółki w Kalinowie. W: Wpływ młodych naukowców na osiągnięcia Polskiej Nauki, V edycja. Kraków, 01.02.2014.

Do zawodowego dorobku doktoranta związanego bezpośrednio i pośrednio z rozprawą doktorską należy dodać zaliczenie kursów i szkoleń Doktorant brał również udział następujących konferencjach:

- GMG: SuperUser Training (SLA), Niemcy.
- X-Rite: ColorCert Advanced Training, Czechy.
- CMC: Color management dla operatorów maszyn offsetowych, zgodnie z normą międzynarodową ISO 12647-2:2013 oraz standardami przemysłowymi – część teoretyczna, Polska.
- CMC: Color management dla operatorów maszyn offsetowych, zgodnie z normą międzynarodową ISO 12647-2:2013 oraz standardami przemysłowymi – część praktyczna, Polska.
- X-Rite: Theory: PMA ColorCloud Implementation, X-Rite Hardware Solution: eXact XP, X-Rite Software Solution: Visualizer, Pantone LIVE Illustrator Plug In, eXact Manager, Polska.
- GMG: Proofing with Epson SC-S80600, Niemcy.
- Pre-Media Solution: Color Management – Wybrane zagadnienia, Polska.
- XSYS nyloflex® basic and Thermoflexx training, Niemcy.
- Polski Drukarz: Akademia Zarządzania Barwą, Polska.
- DuPont Cyrel: Repro + Print Basics, Handling Raw Plates, Plate Processing Steps, Basic Tests, Cyrel® Sustainability Trouble Shooting, Niemcy.
- Polski Drukarz: Akademia Zarządzania Barwą, Polska.
- Fogra Institut: Fogra-Symposium, Colour Management, Niemcy.
- X-Rite: Channel Partner Training, Czechy.

- Barmey: Basic of anilox roll technology, construction and principles of doctor blades and doctor blades chamber, print inspection, Polska.
- GMG, All4Labels: Flexographic and Digital Printing, Niemcy.
- ESKO: Automation Engine Expert, Niemcy.
- Academy of Business: Metaverse i NFT, Polska.
- Academy of Business: Sztuczna inteligencja i ChatGPT, Polska.
- GMG: Digital Colour Communication, Niemcy.
- Climate3: KLIMATTRANSFORMATION im Mittelstand mittels Climate3! - „Aus der Industrie für die Industrie“ Ein System für die Praktiker, Niemcy.
- SOMA: Technology Training of the CI printing press OPTIMA2 1270 8 EG/WG, Czechy.
- Fogra Institut: Fogra-Symposium, Colour Management, Niemcy.
- Natureef: PPWR w praktyce. Od teorii do wymagań biznesowych, Polska.
- Smithers, Specialty Papers: Industry requirements and market developments, PPWR update, new development in specialty papers, alternative fibers and new implementations, future recycling and sustainability needs for paper and packaging, barriers – coatings, Austria.
- Natureef: Wprowadzenie do PPWR oraz projektowanie opakowań zdatnych do recyklingu, Polska.
- Natureef: PPWR z perspektywy materiałowej, Polska.
- Gallus: The Flexo Master class hands-on training in platemaking and press room, Szwajcaria.
- Łukasiewicz Łódzki Instytut Technologiczny: Przyszłość i wyzwania rynku opakowań 2025, Polska.
- 3M: Flexo jakie jest każdy widzi: Bądź bezpieczny, Polska.

Należy również dodać, że swoją działalność Doktorant był nagradzany i wyróżniany:

- Nagroda firmy Chespa za najlepszy projekt wdrożeniowy oraz za najlepszy projekt innowacyjny.
- BASF – III miejsce w konkursie 'Razem dla Planety' („Promotor Net Zero”) oraz II miejsce („Innowator Roku”).
- Polska Izba Przemysłu Chemicznego – wyróżnienie za inspirowanie praktyk zrównoważonego rozwoju.
- AsahiKasei (Japonia) – wyróżnienie za wykład nt. fleksografii.
- Chespa – wyróżnienie za działalność na rzecz zrównoważonego rozwoju w kraju i za granicą.

Jednoznacznie chciałbym zaznaczyć, że przygotowana praca doktorska jest na dobrym poziomie, jednakże prosiłbym Doktoranta o odniesienie się do następujących zagadnień w formie dyskusji:

1. W pracy wskazano jako kluczowy aspekt akceptacji projektów poligraficznych możliwość dokonania oceny poprzez porównanie wydruków próbnych na podłożu docelowym oraz papierze proofingowym. Wskazano jednocześnie, iż decyzję dotyczącą akceptacji projektu podejmowana jest na podstawie oceny między innymi odwzorowania barwy, stopienia zmatowienia, przezroczystości, metaliczności, efektów tłoczenia. Proszę o przedstawienie metod, wg. których możliwa jest obiektywna ocena wymienionych parametrów charakteryzujących wydruki.
2. Jako jeden z głównych wad stosowania wydruku próbnego na podłożu standardowym opisano trudność w odwzorowaniu białej separacji ze względu na brak możliwości nadrukowania białej farby na biały papier proofingowy. Obecna technologia druku np. LED-UV umożliwia drukowanie CMYK oraz białą farbą i lakierem na różnych podłożach. Jaka jest przewaga opracowanego

rozwiązania druku na podłożu docelowym w stosunku do wymienionego powyżej.

3. Jednym z wskazanych w pracy kluczowych zalet stosowania opracowanej metody wydruku próbnego na podłożu docelowym jest zmniejszenie negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne w wyniku ponad sześciokrotnego zmniejszenia zapotrzebowania na surowce. Proszę o omówienie metodyki wykonach obliczeń oraz wskazanie, których surowców używanych w procesie produkcyjnych dotyczą obliczenia. Jaki jest procentowy udział zmniejszonego zapotrzebowania poszczególnych surowców w badanym procesie.

Podsumowując stwierdzam, że przedłożona do recenzji praca doktorska przygotowana w dyscyplinie inżynieria mechaniczna pod tytułem "*Zastosowanie metod redukcji emisji środowiskowych w produkcji opakowań*" przygotowana przez mgr Jacka Nogackiego spełnia w mojej opinii wymogi ustawy „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki”, w związku z czym wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Komisją Doktorską w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.



Koszalin, 21.01.2026

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Rokosz