

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

# Rozprawa

---

# doktorska

Inżynieria mechaniczna  
Nauki inżynieryjno-techniczne

mgr

**Jacek Nogacki**

Zastosowanie metod redukcji emisji środowiskowych  
w produkcji opakowań

Promotor

dr hab. inż. Zuzanna Żołek-Tryznowska, prof. uczelni

Promotor Pomocniczy

dr inż. Krzysztof Krystosiak

Warszawa 2025

## Streszczenie

W ramach rozprawy doktorskiej pt. „Zastosowanie metod redukcji emisji środowiskowych w produkcji opakowań” badano wpływ innowacyjnego systemu wydruku próbnego na podłożu docelowym jako metody redukcji emisji środowiskowych w cyklu życia produktu na podstawie doświadczeń empirycznych, wieloletniej współpracy z właścicielami marek, oraz drukarniami w zakresie procesu przygotowania produkcji poligraficznej w branży opakowaniowej.

Badania poszerzono o aspekty wpływu systemu wydruku próbnego na podłożu docelowym na toksyczność środowiska naturalnego, a także o aspekty świadomego podejmowania decyzji podczas akceptacji plików reprograficznych na etapie oceny wydruku próbnego. W przebiegu badań przedmiotowej pracy uwzględniono porównanie metody wydruku próbnego na podłożu docelowym i procesu drukowania w produkcji poligraficznej przy zastosowaniu konwencjonalnego systemu wydruku próbnego. Ponadto przedstawiono metodę wydruku próbnego na podłożu docelowym jako rozwiązanie mające na celu pominięcie testów maszynowych w ramach wprowadzania nowego produktu na rynek oraz redukcję emisji środowiskowych.

W badaniach ujęto również obszary ekoprojektowania opakowań w kontekście redukcji ilości odpadów, śladu węglowego oraz ekotoksyczności, jako dopełnienie efektywności działania systemu wydruku próbnego na podłożu docelowym w ramach wypełnienia wymagań zawartych w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2025/40 z dnia 19 grudnia 2024 r. w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych.

Przestanką do realizacji pracy doktorskiej była luka naukowa w przedmiotowym zakresie badawczym i, na próżno było szukać literatury oraz opracowań badawczych związanych z rozwojem systemów wydruków próbnych, które nie tylko będą wspierały procesy decyzyjne wśród właścicieli marek oraz precyzyjnie przedstawiały specyfikę procesu środowiska druku produkcji poligraficznej, ale również będą miały wpływ na ograniczenie emisji środowiskowych przez ograniczenie lub eliminację kosztownych, długotrwałych i energochłonnych testów maszynowych. Emisje przemysłowe odpowiadają za znaczącą część wprowadzania gazów cieplarnianych oraz dioksyn do środowiska przyrodniczego, dlatego niezbędnym jest skupienie się na ograniczeniu negatywnego wpływu przemysłu na środowisko przyrodnicze. Pod uwagę wzięto również sam proces przygotowania

opakowania, począwszy od procesu projektowania do druku z wykorzystaniem systemu wydruku próbnego na podłożu docelowym.

System wydruku próbnego na podłożu docelowym pozwala na ocenę wzoru graficznego w sposób przewidujący wszelkie aspekty techniczne związane z komercyjnym procesem drukowania projektu opakowania. W szczególności, gdy proces drukowania odbywać się będzie z udziałem podłoży mających znaczący wpływ na odbiór percepcyjny wzoru graficznego / opakowania, takich jak: folie z metaliczną warstwą barierową, folie aluminiowe, folie transparentne, tektury z metaliczną warstwą uszlachetniającą, papiery brązowe. Kluczowym elementem tematu badawczego jest aspekt ograniczenia emisji środowiskowych dzięki zastosowaniu w ocenie przygotowania produkcji poligraficznej innowacyjnego systemu wydruku próbnego na podłożu docelowym. Natomiast połączenie systemu wydruku próbnego z ekoprojektowaniem opakowań wyznacza trend, w kierunku którego przemysł poligraficzny powinien podążać w najbliższych latach, aby spełnić założenia Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2025/40 z dnia 19 grudnia 2024 r. w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych.

Prace nad opracowaniem, testowaniem w warunkach laboratoryjnych, a następnie wdrożeniem przemysłowym systemu wydruków próbnych na podłożu docelowym rozpoczęły się w dziale Chespa Repro Studio<sup>1</sup> firmy Chespa sp. z .o.o. w roku 2019. Efektem kilkuletnich prac nad rozwojem technologii systemu wydruku próbnego na podłożu docelowym, oraz powzięciem współpracy z firmą Climate3<sup>2</sup> z Niemiec, w zakresie badania oraz obliczania śladu węglowego metodą cyklu życia produktu, stało się wdrożenie innowacyjnego systemu wydruku próbnego, który nie tylko przyczynia się do szybszej i wiernej oceny pracy reprograficznej przed jej procesem drukowania w drukarni, ale przede wszystkim do znaczącej redukcji emisji środowiskowych w procesie produkcji opakowań.

Firma Chespa była pierwszą firmą w Europie, która dostarczyła swoim klientom możliwość wiernej i rzetelnej oceny wzoru opakowania na etapie wydruku próbnego z wykorzystaniem podłoży produkcyjnych, które następnie będą służyły do procesu drukowania przemysłowego projektu.

---

<sup>1</sup> <https://www.chespa.eu/crs/>

<sup>2</sup> <https://www.climate3.org/en-gb>

System wydruku próbnego na podłożu docelowym jest systemem umożliwiającym jego kalibrację i certyfikację, dzięki czemu znalazł uznanie wśród licznych właścicieli marek oraz drukarni.

Słowa kluczowe: wydruk próbny, funkcje opakowań, ekoprojektowanie opakowań, emisje środowiskowe, ocena cyklu życia.

