

SILESIAAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Investigation of non-toxic  
dye-sensitized solar cell materials for  
circular design approaches**

Fabian Schoden

PhD dissertation written under guidance of  
Prof. Dr. hab. Tomasz Błachowicz and  
Prof. Dr.-Ing. Eva Schwenzfeier-Hellkamp

June 7, 2023

## Abstract (Polish)

Kryzys klimatyczny i kryzys zasobów to wielkie wyzwania naszych czasów. Aby zwalczyć skutki tych kryzysów, konieczne jest zwiększenie wykorzystania energii odnawialnych i bardziej efektywne wykorzystanie zasobów. Ogniwa słoneczne uwrażliwione na barwnik (DSSC) są nową technologią, która może pomóc w przejściu do bardziej wydajnych pod względem zasobów źródeł zielonej energii.

W tej rozprawie badane są kołowe podejścia projektowe dla nietoksycznych DSSC. Dlatego też przedstawiono przegląd badań w dziedzinie recyklingu DSSCs. Istnieje tylko kilka naukowych podejść, w których materiały z recyklingu, np. z ekranów telefonów komórkowych lub płaskich telewizorów, są wykorzystywane jako przewodzące podłoże do produkcji DSSC. Jednak termin "sustainability" pojawia się tylko w 49 z 27 014 publikacji w opracowaniu bibliograficznym przeprowadzonym na potrzeby niniejszej dysertacji. Nie prowadzi się eksperymentów z recyklingiem materiałów DSSC, chociaż wpływ DSSC na środowisko mógłby być znacznie zmniejszony, gdyby ich szklane elementy, których wytwarzanie jest najbardziej energochłonnym etapem produkcji DSSC, były poddawane recyklingowi.

Dlatego, aby wypełnić lukę badawczą, przeprowadzono eksperyment topienia materiałów DSSC. Szklane podłoże zastosowanych DSSC zbadano za pomocą optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą sprzężoną indukcyjnie (ICP-OES), a powierzchnię szkła za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej z dyspersją energii promieniowania X (SEM-EDX). DSSC zostały rozdrobnione, a następnie stopione w piecu i porównane ze standardowym procesem recyklingu szkła. Eksperyment topienia wykazał, że materiał ten jest potencjalnie odpowiedni dla procesu recyklingu szkła. Konieczne są jednak dalsze badania dotyczące np. odporności chemicznej, przezroczystości i lepkości szkła z recyklingu.

Kolejnym krokiem zgodnie z ramami gospodarki cyrkularnej jest remanufacturing. W serii eksperymentów stare DSSC zostały zdemontowane, a ich szklane podłoża przewodzące zostały ponownie wykorzystane do budowy nowych DSSC. Proces ten jest obiecujący, ponieważ regenerowane DSSC mają porównywalną wydajność do nowo wyprodukowanych DSSC i mogą być regenerowane wielokrotnie.

W końcowym badaniu, potencjalny kołowy DSSC został zilustrowany przy użyciu metody Circo. Metoda ta stanowi ramy do przekształcenia produktu liniowego w kołowy, w połączeniu z odpowiednim modelem biznesowym. Opisany model biznesowy to model oparty na wydajności, integrujący DSSC w budynku klienta i oferujący zieloną energię jako usługę. Okrągły projekt produktu jest kluczowy dla umożliwienia efektywnego procesu recyklingu lub regeneracji.