

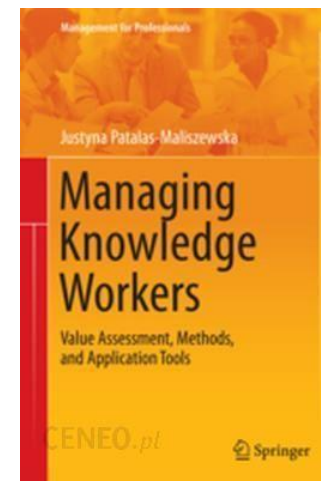
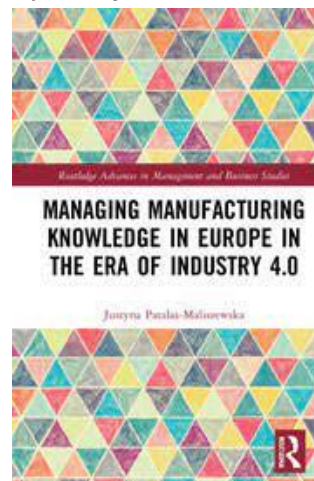
Zrównoważona produkcja: perspektywy i wyzwania

Prof. dr hab. inż. Justyna Patalas-Maliszewska

Instytut Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Zielonogórski



- W swojej pracy naukowej koncentruje się na badaniach nad inteligencją obliczeniową w produkcji, modelowaniu i projektowaniu metod w inżynierii wiedzy, a także na narzędziach i rozwiązaniach wspierających podejmowanie decyzji w przedsiębiorstwach produkcyjnych.
- Była laureatką wielu stypendiów międzynarodowych, w tym w ramach Programu Ramowego UE, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, DAAD.
- Jest autorką ponad 250 publikacji naukowych, w tym monografii naukowych i artykułów w niezwykle znaczących i wpływowych czasopismach; jest również autorką wielu ekspertyz i rekomendacji dla przedsiębiorstw, zarówno na szczeblu regionalnym, jak i krajowym.



- Realizowała międzynarodowe projekty badawcze z zakresu systemów informatycznych, w tym kilka w ramach programu Interreg UE, NCBiR, MNiSW.
- Wygłosiła liczne wykłady, zarówno w Polsce, jak i za granicą, m.in. na Uniwersytetach Zachodnioczeskich w Pilźnie (Czechy), BTU Cottbus-Senftenberg (Niemcy), Politechnice w Chemnitz (Niemcy) oraz Politechnice w Wiedniu (Austria).
- Jest członkiem Prezydium Komitetu Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk, Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją oraz Polskiego Towarzystwa Zarządzania Innowacjami, IFAC TC 5.1/5.2, Akademii Inżynierskiej w Polsce.

<https://orcid.org/0000-0003-2439-2865>

https://www.researchgate.net/profile/Justyna_Patalas-Maliszewska

<https://publons.com/researcher/1699361/justyna-patalas-maliszewska>

1. Cele Zrównoważonego Rozwoju (ZR) i realizacja ZR w przedsiębiorstwach produkcyjnych.
2. Koncepcja Zrównoważonej Produkcji (ZP).
3. Modele oceny poziomu ZP.
4. Przykłady zastosowania proponowanych modeli w praktyce gospodarczej.
5. Wyzwania w aspekcie realizacji ZP.

1. Cele ZR i realizacja ZR w przedsiębiorstwach produkcyjnych

- ZR: wymiar środowiskowy, społeczny i ekonomiczny.
- ZR: Koncepcja zakładająca równowagę między rozwojem gospodarczym, społecznym i ochroną środowiska (United Nations, 2015).
- ZR: Zaspokojenie potrzeb obecnych pokoleń bez ograniczania możliwości przyszłych pokoleń (Sachs J. et al. 2025).
- Cele Zrównoważonego Rozwoju (ang. Sustainable Development Goals, SDGs): plan działania mający na celu eliminację ubóstwa, walkę ze zmianami klimatycznymi oraz zapewnienie dobrobytu ludzi i planety do 2030 roku (United Nations, 2015; United Nations, 2023; United Nations, 2025).



UNIwersytet
ZIELONOGÓRSKI

1. Cele ZR i realizacja ZR w przedsiębiorstwach produkcyjnych



9
Goal 9
Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation.

8 Targets	129 Events
18 Publications	1154 Actions

12
Goal 12
Ensure sustainable consumption and production patterns.

11 Targets	64 Events
19 Publications	1831 Actions

<https://sdgs.un.org/goals>

18.01.2026

7
Goal 7
Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all.

5 Targets	91 Events
46 Publications	1102 Actions

8
Goal 8
Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all.

12 Targets	134 Events
51 Publications	2114 Actions

11
Goal 11
Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable.

10 Targets	141 Events
24 Publications	1330 Actions

16
Goal 16
Promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, provide access to justice for all and build effective, accountable and inclusive institutions at all levels.

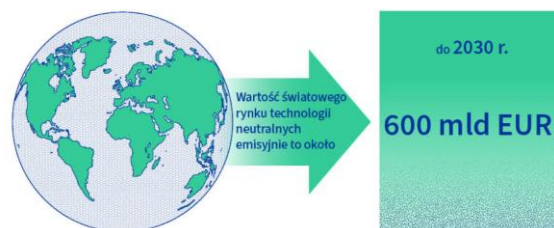
12 Targets	81 Events
15 Publications	1124 Actions

1. Cele ZR i realizacja ZR w przedsiębiorstwach produkcyjnych

- Europejski Zielony Ład (ang. European Green Deal): cel to osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 roku, przy jednoczesnym zapewnieniu trwałego wzrostu gospodarczego, konkurencyjności przemysłu oraz sprawiedliwej transformacji społecznej (European Commission, 2019).
- „Fit for 55”: kompleksowy pakiet legislacyjny, którego celem jest redukcja emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 55% do roku 2030 w stosunku do poziomu z 1990 r (European Commission, 2021).
- Akt o przemyśle neutralnym emisyjnie: 05.2024

(<https://www.consilium.europa.eu/pl/infographics/net-zero-industry-act/>)

ŚWIATOWY RYNEK:



1. Cele ZR i realizacja ZR w przedsiębiorstwach produkcyjnych

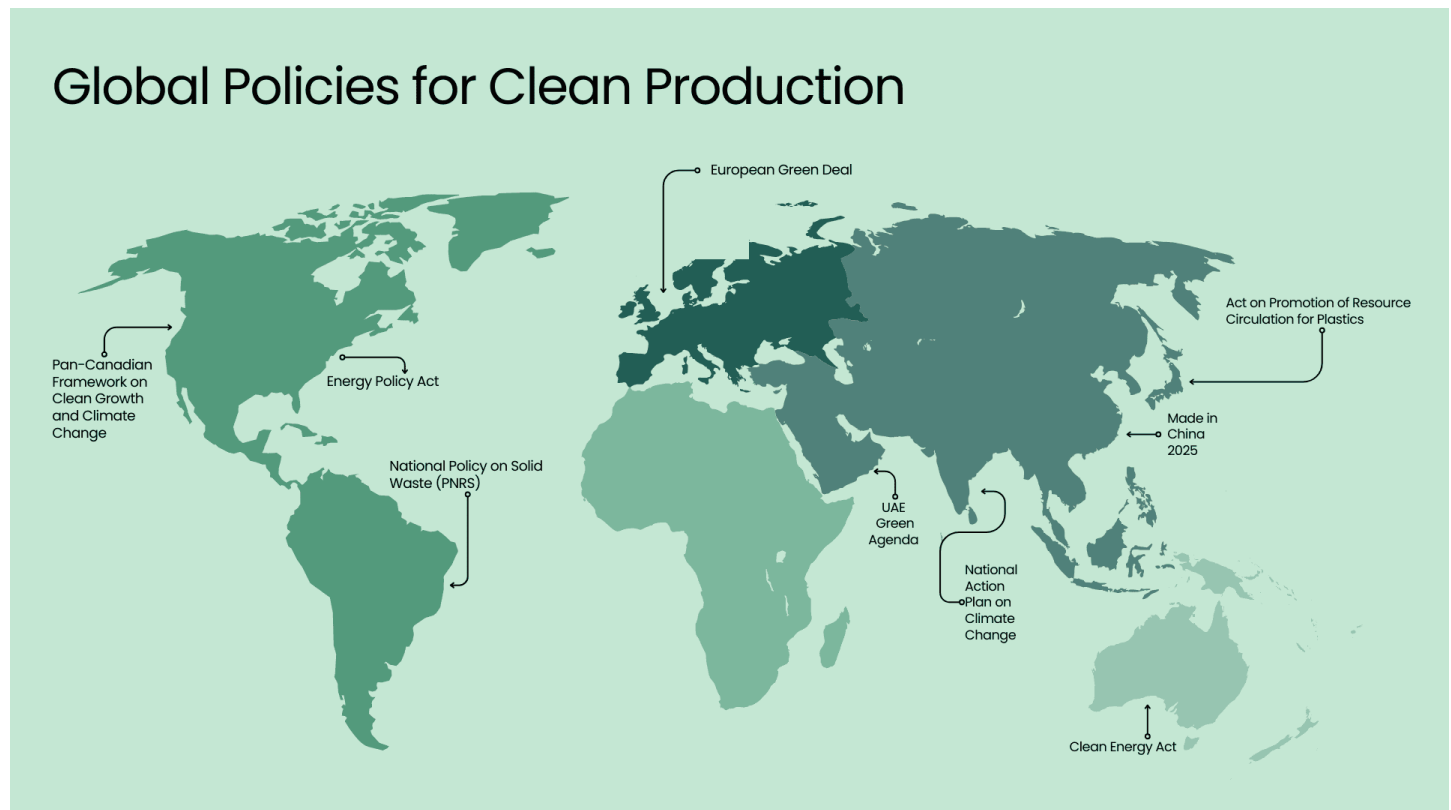
- Europejski System Handlu Emisjami (EU ETS) i Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych (IED), nakładają obowiązek raportowania i redukcji emisji gazów cieplarnianych (European Parliament and Council, 2023a; European Parliament and Council, 2010).
- Ciężki przemysł, taki jak hutnictwo i przemysł chemiczny, jest głównym źródłem emisji.
- Przemysł metalowy: emisje: 25,5% emisji przemysłowych UE (~145 mln t CO₂) (European Commission, 2024d).
- Hutnictwo i przemysł chemiczny: emisje: 5% całkowitych emisji netto UE (przemysł chemiczny), CO₂, SO_x, NO_x (hutnictwo).

2. Koncepcja Zrównoważonej Produkcji (ZP)

- „tworzenie wyrobów poprzez racjonalne ekonomicznie procesy, które minimalizują negatywny wpływ na środowisko przy jednoczesnym zachowaniu energii i zasobów naturalnych; jednocześnie wzmacniają bezpieczeństwo pracowników, społeczności i użytkowników (US EPA, 2024 - Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska)”.
- „creating positive impacts” (<https://intretech.com/news/what-is-sustainable-production-exploring-fundamentals-and-future-impact/>)

2. Koncepcja Zrównoważonej Produkcji (ZP)

- „creating positive impacts” (<https://intretech.com/news/what-is-sustainable-production-exploring-fundamentals-and-future-impact/>)



3. Modele oceny poziomu ZP – przykład 1



Assessment of energy consumption in the context of implementing additive manufacturing technologies: Evidence from Polish small and medium sized production companies

Justyna Patalas-Maliszewska^{a,b,*}, Marcin Topczak^{a,c}

^a Institute of Mechanical Engineering, University of Zielona Góra, Poland

^b Institute for Machine Tools and Production Processes, Chemnitz University of Technology, Chemnitz, Germany

^c The Doctoral School of Exact and Technical Sciences, University of Zielona Góra, Poland

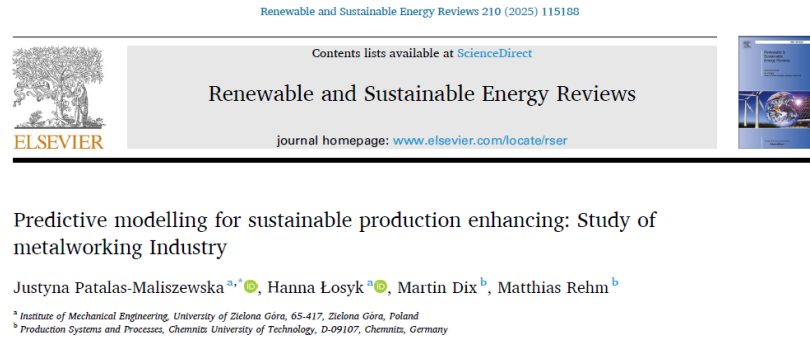
- Analiza: Zużycie energii w przedsiębiorstwach produkcyjnych w kontekście wdrażania technologii wytwarzania przyrostowego.
- Metody: badanie ankietowe, które przeprowadzono w 125 przedsiębiorstwach branży motoryzacyjnej w zachodniej Polsce. Do dalszej analizy wybrano dane z małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) w celu określenia wpływu zastosowania technologii wytwarzania przyrostowego na zużycie energii. Następnie przeprowadzono analizę statystyczną z wykorzystaniem współczynników korelacji.

3. Modele oceny poziomu ZP – przykład 1

- Wyniki: Przedsiębiorstwa ponoszące wysokie koszty energii elektrycznej na oświetlenie hal produkcyjnych, dostrzegły korzyści z wdrożenia technologii wytwarzania przyrostowego, co pozwoliło im obniżyć koszty produkcji na etapie montażu, efektywniej wykorzystać materiały oraz uzyskać większą swobodę w projektowaniu i dostosowywaniu swoich produktów do specyficznych wymagań klienta.
- Stwierdzono również, że menedżerowie przedsiębiorstw produkcyjnych zainteresowani wdrożeniem technologii wytwarzania przyrostowego chcieliby również wdrożyć systemy odzysku wody lub ciepła.

(Patalas-Maliszewska and Topczak, Energy for Sustainable Development 73 (2023) 355–364, [IF: 4.9](#))

3. Modele oceny poziomu ZP – przykład 2



- Analiza: Zrozumienie powiązania między ZP a wyzwaniami związanymi z energią.
- Głównym celem niniejszego badania jest opracowanie nowego modelu wspomagającego podejmowanie decyzji w celu podniesienia poziomu ZP.
- Metody: analiza literatury naukowej i zastosowanie wyników badań empirycznych z osiemdziesięciu czterech małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych (sektor MŚP) z branży obróbki metali oraz studium przypadku, przedsiębiorstwa z sektora MŚP z branży technologii obróbki skrawaniem.

(Patalas-Maliszewska, Łosyk, Dix and Rehm, Renewable and Sustainable Energy Reviews 210 (2025), **IF: 16.3**)

3. Modele oceny poziomu ZP – przykład 2

- Pytania badawcze:
 - ❑ Pytanie 1: Jak można ocenić poziom ZP w przemyśle i jaki jest związek między poziomem ZP a wyzwaniem energetycznym w przemyśle?
 - ❑ Pytanie 2: Jak można przewidzieć zmiany ZP i jakie metody i narzędzia mają największe znaczenie w przewidywaniu poprawy poziomu ZP?
 - ❑ Pytanie 3: Jakie są przyszłe wyzwania i kierunki poprawy poziomu ZP zgodnie z koncepcją Przemysłu 5.0?

(Patalas-Maliszewska, Łosyk, Dix and Rehm, Renewable and Sustainable Energy Reviews 210 (2025), **IF: 16.3**)

4. Przykłady zastosowania proponowanych modeli w praktyce gospodarczej – przykład 1

- Analiza: przejście na zrównoważony proces obróbki z platformą IoT i technologią uczenia maszynowego (Patalas-Maliszewska, Kłos, Łosyk, Kadhbane, 2026)

Towards sustainable machining process - research methodology:

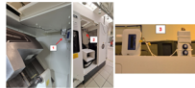
- Literature analysis of Artificial Intelligence (AI) application in Sustainable Production (SP).
- Experimental research on sustainable Computer Numerical Control (CNC) machining process.
 - Correlation analysis, Artificial Neural Network (ANN).

Machining process and an IoT platform:

Research unit – an IoT platform:



- 1: Set sensors are installed inside unit.
- 2: Set sensors are installed inside unit, near engine.
- 3: Set sensors are installed outside unit, on the top side.

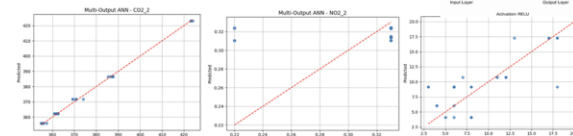


Experimental Works:

- 7 programs for the CNC machining process for 2 types of steel: 16/20HG and 18CrNiMO7.
- 2 cooling conditions: dry machining (no coolant), High-Pressure Coolant (HPC).
- A total of 84 rollers were produced.

AI-based Application:

- The measured sustainable machining process parameters: CO₂, NO₂, PM.
- A total data acquired: 25,380 real-life data.
- Correlation analysis.
- ANN model.

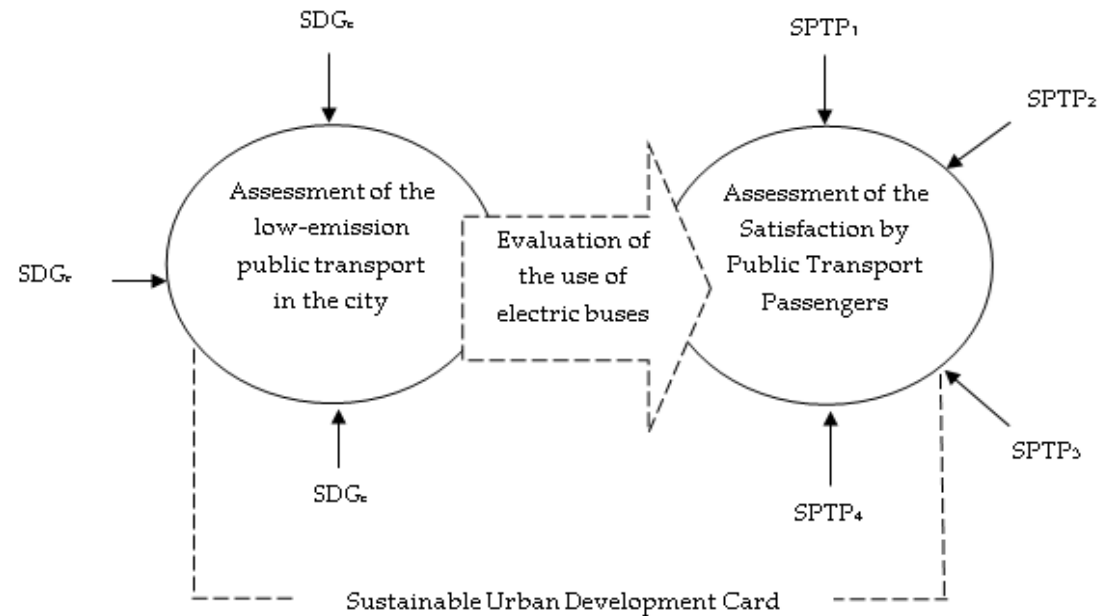


Towards sustainable machining process - predictive modelling:

- Continuous improvement of the sustainable machining process.
- Mechanism for generating process execution scenarios aimed at monitoring of emissions reduction goals.
 - Transition to SP with an IoT and AI: an information communication system.

4. Przykłady zastosowania proponowanych modeli w praktyce gospodarczej – przykład 2

SDG 11: Make cities (...) sustainable



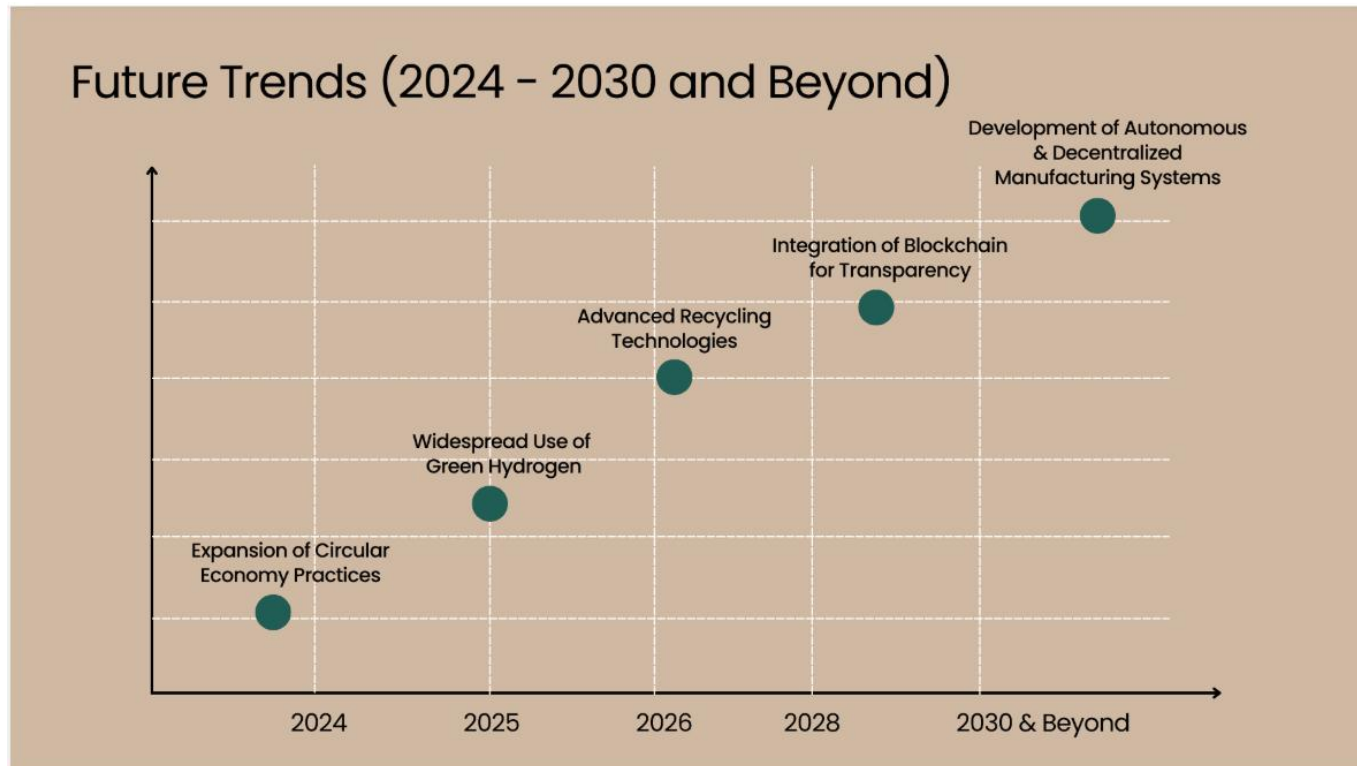
5. Wyzwania w aspekcie realizacji ZP

- Reakcje przedsiębiorstw na kryzys: (I) zwiększenie elastyczności i odporności oraz (II) przejście na produkcję cyfrową, inwestycje w technologie z zakresu Przemysłu 4.0, a nawet Przemysłu 5.0, takie jak: Sztuczna inteligencja, Druk 3D, Robotyka, Systemy cyberfizyczne, Produkcja cyfrowa, Blockchain.
- Zależności pomiędzy wdrażaniem nowoczesnych technologii Przemysłu 4.0, a nawet Przemysłu 5.0 w przedsiębiorstwach produkcyjnych a podnoszeniem poziomu ZR.

5. Wyzwania w aspekcie realizacji ZP

- Wdrażanie rozwiązań, które umożliwiają samonaprawianie i samoadaptację przedsiębiorstwa produkcyjnego w przypadku kryzysów w otoczeniu lub w bliskim otoczeniu konkurencyjnym.
- Wdrażenie nowych technologii, takich jak blockchain i big data, czystych technologii oraz zmian organizacyjnych w zarządzaniu łańcuchami dostaw.
- Analiza wpływu wdrożenia dostępnych technologii Przemysłu 4.0, a nawet Przemysłu 5.0 na wzrost poziomu ZP. w wdrażaniem nowoczesnych technologii Przemysłu 4.0, a nawet Przemysłu 5.0 w przedsiębiorstwach produkcyjnych a wzrostem poziomu SD. Planowane jest również przeprowadzenie badań empirycznych w tym obszarze, które pozwolą odkryć te zależności w praktyce gospodarczej.

5. Wyzwania w aspekcie realizacji ZP



<https://intretech.com/news/what-is-sustainable-production-exploring-fundamentals-and-future-impact/>

Dziękuję za uwagę

Justyna Patalas-Maliszewska

Email: j.patalas-maliszewska@iim.uz.zgora.pl