

Załącznik 3A

Dr inż. Paulina Golińska-Dawson
Wydział Inżynierii Zarządzania, Politechnika Poznańska

**AUTOREFERAT
PRZEDSTAWIAJĄCY OPIS DOROBKU
I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH**

*Załącznik do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego
w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie transport*

Poznań, 12.04.2019

4

1. Imię i Nazwisko

Paulina Joanna Golińska-Dawson

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- 2008 doktor nauk technicznych, dyscyplina budowa i eksploatacja maszyn, dyplom nr. 1945
Wydział Inżynierii Zarządzania, Politechnika Poznańska
Tytuł "Model sterowania przepływem produkcji w warunkach wysokiej stabilizacji produkcji w przedsiębiorstwie budowy maszyn" (praca obroniona z wyróżnieniem), promotor: prof. dr hab. inż. M. Fertsch
- 2016 Certyfikat ukończenia studiów podyplomowych z zakresu zrównoważonego rozwoju oraz innowacji społecznych (Certificate in Sustainable Development and Social Innovation)
Uniwersytet w Luksemburgu
- 2003 Master of Business Administration (MBA) praca dyplomowa nagrodzona nagrodą ABB "Strategia nad strategiami 2003"
Międzynarodowe Centrum Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego & The College of Commerce and Business Administration of the University of Illinois
- 2003 Dyplom ukończenia studiów podyplomowych „Wiedzy o Europie i Integracji Europejskie”
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Społecznych
- 2001 Magister inżynier, kierunek: Zarządzanie i marketing, specjalność: Ergonomia i Inżynieria Jakości Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania, Politechnika Poznańska
- 2001 Magister, kierunek: Zarządzanie i marketing, specjalność: Transport i Logistyka Wydział Zarządzania, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu (studia zaoczne)
- 1999 Licencjat, Kierunek: Zarządzanie i marketing
Wydział Zarządzania, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- od 10.2008: Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania (wcześniej Wydział Informatyki i Zarządzania, Instytut Inżynierii Zarządzania), Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki stanowisko: adiunkt
- od 09.2011: Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu: stanowisko: adiunkt (w roku akademickim 2017/2018 i 2018/2019 na urlopie bezpłatnym)
- 11.2005–09.2008: Politechnika Poznańska, Wydział Informatyki i Zarządzania, Instytut Inżynierii Zarządzania, stanowisko: asystent

- Od 09.2017: Uniwersytet w Luksemburgu. Luxembourg Centre for Logistics and Supply Chain Management (LCL), które jest częścią Global Supply Chain & Logistics Excellence (SCALE) Network, koordynowanej przez Massachusetts Institute of Technology (MIT); stanowisko: profesor wizytujący
- 04.2016-10.2016: Komisja Europejska. Dyrekcja Generalna ds. badań naukowych i rozwoju (DG RTD) stanowisko: ekspert. w programie STRIA (Strategic Transport Research and Innovation Agenda) w obszarze: „Projektowanie i produkcja pojazdów” (Vehicle Design and Manufacturing).

Informacja o profilach w wybranych bazach danych

ORCID: 0000-0002-5821-3805

Web of Science: M-6639-2014

SCOPUS Author ID: 23034141000

Google Scholar: Paulina Golinska

Publons: <https://publons.com/a/1286257>



4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz. U. Nr 65, poz. 595 ze zm.)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) wskazuję jednotematyczny cykl publikacji zatytułowany:

Fabryczna regeneracja części samochodowych – ocena w zakresie realizacji postulatów zrównoważonego rozwoju

4.2. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

Na cykl powiązanych tematycznie publikacji składa się 11 publikacji naukowych [oznaczonych jako P1-P11] opublikowanych w latach 2011-2018, w tym **5 artykułów w czasopismach** (w tym 1 w czasopiśmie z listy JRC IF 4,959), **2 rozdziały z monografii indeksowanej w WoS** oraz **4 publikacje konferencyjne indeksowane w WoS**.

Poniżej przedstawiono informacje szczegółowe o publikacjach stanowiących osiągnięcie naukowe wraz ze wskazaniem liczby punktów według MNiSW oraz udziału procentowego autora w publikacji. Liczba cytowań została podana na podstawie danych z Web of Science (WoS), Scopus oraz Google Scholar (GS) na dzień 12.04.2019 r.

Liczba punktów przyporządkowanych według rozporządzenia MNiSW do wskazanego cyklu 11 publikacji wynosi sumarycznie **138** pkt. The contribution of the author in particular publications has been described in detail in Annex 4. Publikacje stanowiące osiągnięcie naukowe:

[P1] Golinska, P., Kosacka, M., Mierzwia, R., & Werner-Lewandowska, K. (2015). Grey decision making as a tool for the classification of the sustainability level of remanufacturing companies. *Journal of Cleaner Production*, 105, s. 28-40.
Czasopismo z list A (IF: 4,959; MNiSW: 40 pkt.)
Liczba cytowań: WoS – 35, Scopus – 28, GS – 51
Udział własny wynosi **70%**.

[P2] Golinska, P., & Kawa, A. (2011). Remanufacturing in automotive industry: Challenges and limitations. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(3), s.453-466.
Czasopismo recenzowane, indeksowane w WoS i Scopus (MNiSW: 4 pkt.)
Liczba cytowań: WoS – 14, Scopus – 17, GS – 27.
Udział własny wynosi **50%**.

[P3] Golinska-Dawson, P., Kosacka, M., & Nowak, A. Automotive Parts Remanufacturing– Experience of Polish Small Companies. Chiang Mai Univ. Journal of Natural Science, 14(4), s. 321-338.
Czasopismo recenzowane, indeksowane w Scopus (MNiSW: 5 pkt.)
Liczba cytowań: WoS – n/d, Scopus – 1, GS – 0.



Udział własny wynosi **75%**.

- [P4] Golinska, P., & Kuebler, F. (2014). The method for assessment of the sustainability maturity in remanufacturing companies. *Procedia Cirp*. 15. 201-206.

Materiały konferencyjne indeksowane w WoS. (MNiSW: 15 pkt)

Liczba cytowań: WoS – 16, Scopus – 15, GS – 28.

Udział własny wynosi **60%**.

- [P5] Golińska P. (2014). The lean approach for improvement of the sustainability of a remanufacturing process. *LogForum*, vol. 10, no. 3. s. 285-293

Lista czasopism B. indeksowane w WoS (MNiSW: 13 pkt)

Liczba cytowań: WoS – 3, Scopus – n/d, GS – 8.

- [P6] Kosacka, M., & Golinska-Dawson, P. (2018). Methodology for Determining Sustainable Improvements' Potential in Remanufacturing Companies Using RMC. [W:] P. Golinska Dawson, F. Kuebler (red.), *Sustainability in Remanufacturing Operations* (s. 47-66). Springer, Cham.

Pozycja indeksowana w WoS (MNiSW: 5 pkt)

Liczba cytowań: WoS – 0, Scopus – n/d, GS – 0.

Udział własny wynosi **80%**.

- [P7] Golinska-Dawson, P. (2018). Sustainability in Remanufacturing Process—The Challenges for Its Assessment. [W:] P. Golinska Dawson, F. Kuebler (red.), *Sustainability in Remanufacturing Operations* (s.1-12). Springer, Cham.

Pozycja indeksowana w WoS, (MNiSW: 5 pkt)

Liczba cytowań: WoS – 0, Scopus – n/d, GS – 1.

- [P8] Kosacka, M., Werner-Lewandowska, K., & Golińska-Dawson, P (2016). Developing Framework for Sustainability Indicators System (SIS) for The Remanufacturing Companies from Automotive Industry-Research Results. *Modern Management Review*, vol. 21, no. 23 (4/2016), s. 105-120.

Lista czasopism B, (MNiSW: 11 pkt)

Liczba cytowań: WoS – n/d, Scopus – n/d, GS – 2.

dział własny wynosi **80%**.

- [P9] Golinska-Dawson, P., & Pawlewski, P. (2015). Simulation Modeling Approach to Environmental Issues in Supply Chain with Remanufacturing. In *New Trends in Intelligent Information and Database Systems* (pp. 363-372). Springer, Cham.

Materiały konferencyjne indeksowane w WoS, (MNiSW: 15 pkt)

Liczba cytowań: WoS – 0, Scopus – 0, GS – 1.

Udział własny wynosi **90%**.

- [P10] Golinska-Dawson, P., & Pawlewski, P. (2015). Multimodal approach for modelling of the materials flow in remanufacturing process. *IFAC-PapersOnLine*. 48(3). 2133-2138.

Materiały konferencyjne indeksowane w WoS, (MNiSW: 15 pkt)



Liczba cytowań: WoS – 0. Scopus – 1. GS – 2
Udział własny wynosi 90%.

[P11] Golinska-Dawson, P.. & Pawlewski, P. (2015). Modelling of the remanufacturing process from a sustainable perspective. In Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA). 2015 IEEE 20th Conference on (s. 1-8). IEEE.

Materiały konferencyjne indeksowane w WoS. (MNiSW: 15 pkt)

Liczba cytowań: WoS – 0. Scopus – n/d. GS – 1.

Udział własny wynosi 90%.

Prezentowany cykl publikacji stanowiący osiągnięcie naukowe powstał podczas przygotowania wniosku grantowego oraz realizacji projektu badawczego SIRO (Sustainability In Remanufacturing Operations). Zrealizowany został on w ramach programu polsko-niemieckiej współpracy na rzecz zrównoważonego rozwoju (grant NCBR, nr WPN 2/2012), którego byłam pomysłodawcą, wnioskodawcą oraz koordynatorem prac zespołu badawczego po stronie Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej. Byłam również odpowiedzialna, za koordynację prac badawczych z partnerem niemieckim.

4.3. Prezentacja celu naukowego ww. prac, osiągniętych wyników i sposobu ich wykorzystania

4.3.1. Wprowadzenie - przesłanki podjęcia badań

Zjawiska globalizacji oraz skrócenie cyklu życia produktu powodują, że przedsiębiorstwa w branży motoryzacyjnej muszą poszukiwać nowych źródeł budowania przewagi konkurencyjnej, na przykład przez bardziej efektywne zarządzanie posiadanymi zasobami¹. Równocześnie zaobserwować można tendencję do wydłużania okresu gwarancyjnego w przypadku pojazdów samochodowych. W rezultacie konieczne jest zapewnienie większego wolumenu części zamiennych przy zachowaniu efektywności kosztowej oraz spełnianiu wymogów wynikających z przepisów dotyczących pojazdów wycofanych z eksploatacji (PWE). W literaturze polskiej tematyka fabrycznej regeneracji części samochodowych jest omawiana w kontekście recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, jako przykład recyklingu produktowego². Recykling produktowy, polega na powtórnym zagospodarowaniu części, których dobry stan techniczny pozwala na ich wykorzystanie jako części zamienne. Mogą one zostać wykorzystane bezpośrednio po oczyszczeniu lub po przeprowadzeniu regeneracji, dzięki której przywraca się właściwości użytkowe przez odpowiednie procesy technologiczne i montażowe. Regeneracja posiada najwyższy priorytet w zagospodarowaniu pojazdów wycofanych z eksploatacji³. Poddawane są niej tzw.⁴ „odpady przemysłowe neutralne”.

¹ Merkisz-Guranowska, A., & Merkisz, J. (2007). Wybrane aspekty globalizacji w przemyśle motoryzacyjnym. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Budowa Maszyn i Zarządzanie Produkcją, (6), 99-110.

² Merkisz – Guranowska A. (2007). Recykling samochodów w Polsce. Poznań – Radom: Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu – Państwowy Instytut Badawczy.

³ Opcit., s 19.

Regeneracja polega na zagospodarowaniu zużytych produktów w sposób zapewniający pełną odbudowę ich pierwotnej wartości użytkowej (ang. „like a new”) a często również jej podniesienie (ang. upgrade), przez wymianę zużytych elementów na części i podzespoły o podwyższonych parametrach technicznych. Wyroby pochodzące z regeneracji powinny mieć walory użytkowe, wygląd i niezawodność równoważną nowemu produktowi.

Fabryczna regeneracja części samochodowych jest powszechną praktyką gospodarczą w branży motoryzacyjnej. Spowodowane jest to uwarunkowaniami ekonomicznymi, jak również wymaganiami ekologicznymi wynikającymi z wdrażania polityki zrównoważonego rozwoju na poziomie Unii Europejskiej (np. Dyrektywa ELV 2000/53/WE End-of-Life Vehicles oraz Dyrektywa 2005/64/EC dotycząca homologacji typu pojazdów mechanicznych pod względem ich przydatności do ponownego użycia, zdolności do recyklingu i odzysku) oraz na poziomie krajowym (np. Ustawa z dnia 20 stycznia 2005r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji⁵).

Według szacunków APRA (Automotive Parts Remanufacturers Association) ponad 50 rodzajów części zamiennych stosowanych w pojazdach samochodowych jest poddawanych regeneracji (przede wszystkim rozruszniki, alternatory, silniki spalinowe, klocki hamulcowe), w celu zapewnienia ciągłego i efektywnego kosztowo źródła części zamiennych na potrzeby eksploatacji pojazdów samochodowych. W 2015 roku szacowana wartość branży regeneracji części samochodowych w Unii Europejskiej (ang. „automotive remanufacturing”) wynosiła 7,4 miliarda euro⁶. Ta powszechnie stosowana już praktyka gospodarcza nie znajduje jednak stosownego odzwierciedlenia w badaniach naukowych prowadzonych w tym obszarze. Badania z zakresu regeneracji części samochodowych są stosunkowo nieliczne, mają one charakter interdyscyplinarny i lokowane są przede wszystkim na styku dyscyplin „budowa i eksploatacja maszyn”, „inżynieria produkcji” oraz „transport”.

Tematyka poruszana w cyklu publikacji stanowiącym osiągnięcie naukowe, wpisuje się w nurt badań nad implementacją polityki zrównoważonego rozwoju w obszarze transportu. Realizacja postulatów polityki zrównoważonego rozwoju w obszarze transportu oznacza konieczność zaspokajania potrzeb przewozowych przy minimalizacji negatywnego wpływu transportu na środowisko naturalne. Zapewnienie konkurencyjnego, zasobooszczędnego⁷ i proekologicznego systemu transportowego, wymaga wprowadzania innowacyjnych rozwiązań wśród firm świadczących usługi transportowe oraz tworzenia warunków dla stymulowania proekologicznych zachowań pośród indywidualnych użytkowników pojazdów samochodowych. Regeneracja części samochodowych umożliwia zapewnienie części zamiennych niezbędnych w eksploatacji pojazdów samochodowych zarówno dla firm świadczących usługi transportowe, jak i indywidualnych użytkowników pojazdów samochodowych w sposób efektywny kosztowo i przyjazny dla środowiska naturalnego. Regeneracja części samochodowych stanowi najbardziej efektywny sposób ponownego

⁴ Merkiśz-Guranowska, A. (2010). Logistyka odzysku samochodów wycofanych z eksploatacji. Logistyka, (2).

⁵ Dz. U. z 2005 r. Nr 25 poz. 202 z późn. zm.

⁶ Parker, D, Riley, K, Robinson, S, Symington, H, Tewson, J, Jansson, K, Ramkumar, S & Peck, D (2015). Remanufacturing market study. European Remanufacturing Network Report.

⁷ Określenie „zasobooszczędność” jest stosowane w oficjalnych dokumentach KE w zakresie zrównoważonego transportu jako synonim określenia „efektywne wykorzystanie zasobów”

zagospodarowania zasobów, które zostały zużyte podczas pierwotnej produkcji części samochodowych. W przypadku odpadów neutralnych pochodzących z PWE pozwala ona zredukować zużycie materiałów o 40%-65%⁸. Oszczędność energii w porównaniu z recyklingiem wynosi 60-90%⁹. W efekcie możliwe jest przywrócenie używanym częściom samochodowym ich pierwotnej funkcjonalności i walorów użytkowych w sposób efektywny kosztowo i przy redukcji negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Korzyści ekonomiczne osiągane są przez wielokrotne wykorzystanie tej samej części samochodowej w kolejnych cyklach użytkowych pojazdu. Korzyści ekologiczne wynikają z wyższej efektywności wykorzystania zasobów, która pozwala na redukcję zużycia materiałów i energii, zmniejszenie ilości generowanych odpadów oraz redukcję emisji gazów.

W cyklu publikacji [P1-P11] zaprezentowano metody badawcze, adekwatne dla realizacji badań w obszarze transportu, w zakresie regeneracji części samochodowych zgodnie z postulatami polityki zrównoważonego rozwoju. **Poruszana w ramach prezentowanego osiągnięcia naukowego tematyka, wnosi autorski wkład w obszarze specjalności „ekonomika transportu” w dyscyplinie transport, poprzez zaproponowanie nowych metod i narzędzi do oceny wielowymiarowej efektywności (ekonomicznej, społecznej i ekologicznej) realizacji procesu regeneracji części samochodowych. Wielowymiarowa efektywność regeneracji, rozumiana jest jako osiągnięcie stanu referencyjnego zwanego „zrównoważonym procesem regeneracji” (ang. sustainable remanufacturing). Stan „zrównoważonego procesu regeneracji” jest osiągnięty, jeśli spełnione są następujące postulaty zrównoważonego rozwoju:**

- **ZRP1: efektywne ekonomicznie wykorzystanie zasobów w procesie;**
- **ZRP2: przyjazne dla środowiska wykorzystanie zasobów poprzez redukcję marnotrawstwa w procesie regeneracji, a co za tym idzie minimalizację odpadów i emisji oraz maksymalizację wtórnego wykorzystania dostępnych rdzeni;**
- **ZRP3: zapewnienie bezpiecznych i wspierających rozwój pracowników warunków realizacji procesu regeneracji oraz generowanie minimalnych obciążeń dla otaczającej społeczności.**

W branży motoryzacyjnej występują cztery rodzaje podmiotów realizujących procesy regeneracji części samochodowych:

- producenci i dostawcy oryginalnych części samochodowych, którzy przetwarzają tylko własne wyroby (tzw. OEM/ OES);
- niezależne firmy zajmujące się regeneracją pod własną marką (tzw. IR- Independent Remanufacturers);
- kontraktowi podwykonawcy (tzw. CR - Contracted Remanufacturers) – którzy wykonują procesy powtórnego wytwarzania w imieniu OEM/OES;
- dostawcy usług regeneracji dla indywidualnych użytkowników pojazdów samochodowych (tzw. RSP- Remanufacturing Service Providers).

⁸ Saavedra, Y. M., Barquet, A. P., Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., & Ometto, A. R. (2013). Remanufacturing in Brazil: case studies on the automotive sector. *Journal of Cleaner Production*, 53, 267-276.

⁹ Cooper, D. R., & Gutowski, T. G. (2017). The environmental impacts of reuse: a review. *Journal of Industrial Ecology*, 21(1), 38-56.

Przeprowadzone badania koncentrują się na małych i średnich przedsiębiorstwach (MŚP) realizujących regenerację części samochodowych, które stanowią dominującą grupę w tej branży [P1]. W przypadku małych i średnich przedsiębiorstw najczęściej zidentyfikować można podwykonawców, dostawców usług regeneracyjnych oraz w znacznie mniejszym stopniu niezależne firmy zajmujące się regeneracją.

Podejmowanie decyzji menadżerskich w MŚP dotyczących organizacji i realizacji procesu regeneracji części samochodowych zgodnie z postulatami polityki zrównoważonego rozwoju wymaga uwzględnienia następujących ograniczeń:¹⁰

UW1: występowania rozproszonych i heterogenicznych źródeł danych (wykorzystywana jest głównie wiedza ekspercka, dane ilościowe gromadzone są w niewielkim stopniu);

UW2: ograniczonego dostępu do specjalistycznych danych ilościowych (np. baz danych LCA);

UW3: stosunkowo niskiego poziomu formalizacji procesów i stosowania procedur w zakresie zarządzania procesami, który utrudnia gromadzenie danych ilościowych;

UW4: limitowanych zasobów ludzkich, technicznych i finansowych;

UW5: ograniczonego dostępu do specjalistycznego programowania pozwalającego na ocenę stopnia spełnienia postulatów zrównoważonego rozwoju.

Podsumowując, w MŚP zajmujących się regeneracją części samochodowych występuje niedobór informacji, co utrudnia trafne podejmowanie decyzji menadżerskich dotyczących integracji aspektów ekonomicznych, ekologicznych i społecznych w realizacji procesów biznesowych. Ponadto niski poziom formalizacji procesów powoduje, że brakuje procedur pozwalających na realizację procesu regeneracji w bardziej efektywny sposób. Przeprowadzenie oceny stopnia wdrożenia postulatów polityki zrównoważonego rozwoju na poziomie mikro (przedsiębiorstwa) wymaga zapewnienia metod i narzędzi, które wspierają menadżerów w analizie stanu obecnego (ang. „as-is”), identyfikacji obszarów wymagających wprowadzenia działań usprawniających, a także umożliwiają nadanie priorytetów koniecznym działaniom. Istniejące metody i narzędzia pozwalają przeprowadzenie oceny w zakresie realizacji postulatów zrównoważonego rozwoju (ang. SA- sustainability assessment) w tzw. „perspektywie procesu” lub „perspektywie produktu”. W literaturze z zakresu regeneracji ocena aspektów zrównoważonego rozwoju prezentowana jest głównie w perspektywie produktu. Dominuje podejście wykorzystujące metodę oceny cyklu życia produktu LCA (ang. Life-Cycle Analysis) oraz oceny kosztów w cyklu życia LCC (ang. Life-Cycle Costing). Zastosowanie LCA pozwala na ocenę wpływu na środowisko naturalne wyrobów pochodzących z regeneracji w porównaniu z nowymi produktami. Analiza LCC umożliwia ocenę ekonomicznych aspektów regeneracji i wybór najkorzystniejszego dla środowiska sposobu zagospodarowania wyrobów pochodzących z pojazdów wycofanych z eksploatacji. W praktyce, analizy z wykorzystaniem metody LCA i LCC wymagają zgromadzenia dużego zakresu danych, które zazwyczaj nie są dostępne w małych i średnich przedsiębiorstwach. Dodatkowo analizy te są czasochłonne i kosztowne oraz wymagają zastosowania specjalistycznego oprogramowania.

¹⁰ Zidentyfikowane w ramach zrealizowanych studiów literaturowych oraz analizy studiów przypadków w projekcie SIRO.

Metody oceny w „perspektywie procesu” koncentrują się na wdrażaniu systemów pomiaru wybranych wskaźników¹¹ na potrzeby zarządzania strategicznego lub taktycznego (np. koncepcji CSR, ang. Corporate Social Responsibility). Wymagają one osiągnięcia odpowiedniego poziomu dojrzałości procesowej, która umożliwi systematyczne gromadzenie danych niezbędnych do obliczenia wartości zdefiniowanych wskaźników. Często nie dostarczają one menadżerom informacji koniecznych do podejmowania decyzji dotyczących realizacji procesu regeneracji na poziomie operacyjnym.

MŚP nie posiadają dostatecznego know-how i infrastruktury technicznej, która pozwoliłaby na zaadaptowanie rozbudowanych modeli matematycznych (np. optymalizacja liniowa i nieliniowa). Oznacza to konieczność opracowania dedykowanych dla MŚP metod i narzędzi, które pozwalają (bez gromadzenia dodatkowych danych) na zidentyfikowanie obszarów wymagających usprawnień oraz wspierają decyzje menadżerskie w zakresie nadania priorytetów w implementacji działań usprawniających.

Biorąc pod uwagę, wcześniej wskazane uwarunkowania podejmowania decyzji w MŚP zajmujących się regeneracją części samochodowych (UW1-UW5) zaproponowano podejście bazujące na koncepcji „modelu dojrzałości” (ang. maturity model). Correia i pozostali¹² wskazali, że podejście wykorzystujące model dojrzałości pozwala na ocenę jakościowych i ilościowych zmian procesu oraz definicję poziomu sformalizowania oraz zakorzenienia praktyk w zakresie zrównoważonego rozwoju. Model dojrzałości opisuje charakterystykę efektywnego procesu w różnych stadiach rozwoju. Dojrzałość procesowa jest rozumiana jako stopień osiągnięcia stanu referencyjnego, w którym proces regeneracji części samochodowych jest zoptymalizowany oraz możliwy jest ciągły pomiar i monitoring zdefiniowanych parametrów procesu. Na etapie projektowania proponowanego autorskiego rozwiązania postawiono następujące pytania badawcze:

PB1: Jakie są typowe warunki realizacji procesu regeneracji części samochodowych w MŚP?

PB2: Jaka forma modelu dojrzałości procesowej pozwala na jego zastosowanie przy ocenie stopnia implementacji postulatów zrównoważonego rozwoju w MŚP realizującym regenerację części samochodowych?

PB3: Jakimi metodami umożliwiają identyfikację usprawnień koniecznych do realizacji regeneracji części samochodowych zgodnie z postulatami zrównoważonego rozwoju ZRP1-ZRP3?

PB4: W jaki sposób można wspierać podejmowanie decyzji menadżerskich, w zakresie priorytetyzacji działań koniecznych do osiągnięcia wyższego poziomu dojrzałości procesowej w regeneracji części samochodowych, w warunkach występowania rozproszonych i heterogenicznych źródeł danych?

Obecnie, w literaturze światowej istnieją bardzo nieliczne publikacje naukowe prezentujące badania nad implementacją postulatów zrównoważonego rozwoju w obszarze regeneracji. Potwierdza to ilość publikacji w prestiżowych bazach naukowych, co prezentuje zestawienie w Tab.1.

¹¹ Warsen, J., Laumer, M., & Momberg, W. (2011). Comparative life cycle assessment of remanufacturing and new manufacturing of a manual transmission. In J. Hesselbach, & C. Herrmann (Eds.), *Glocalized Solutions for Sustainability in Manufacturing* (67-72). Berlin, Heidelberg: Springer.

¹² Correia, E., Carvalho, H., Azevedo, S., & Govindan, K. (2017). Maturity models in supply chain sustainability: A systematic literature review. *Sustainability*, 9(1), 64.

Tab.1. Wyniki wyszukiwania w bazach danych na dzień 22.03.2019

Słowa kluczowe	WoS	SCOPUS	Science direct
"sustainab* remanufacturing"	6	8	5
"sustainab* assessment" AND remanufactur*	10	17	4
"maturity model" AND remanufacturing	2	2	2
sustainab* AND modelling AND "remanufacturing process"	17	8	11

Tak mała ilość rekordów w prestiżowych bazach publikacji naukowych wskazuje na wczesne stadium rozwoju badań w tym obszarze oraz wynikającą z tego konieczność dokonania pewnej systematyki i kategoryzacji stosowanych pojęć. Świadczy to również o ograniczonym dostępie do adekwatnych metod i narzędzi oceny stopnia realizacji postulatów zrównoważonego rozwoju w regeneracji. Jest to luka badawcza, którą chcę wypełnić w swoich badaniach.



4.3.2 Cel i zakres badań

Celem badań było opracowanie autorskiego podejścia pozwalającego na wielowymiarową (wymiar ekonomiczny, społeczny i ekologiczny) analizę procesu fabrycznej regeneracji części samochodowych i ocenę aktualnego stopnia dojrzałości procesowej w zakresie realizacji regeneracji zgodnie z postulatami zrównoważonego rozwoju (ZRP1-ZRP3), a także priorytetyzację działań koniecznych do osiągnięcia wyższego poziomu dojrzałości procesowej.

Podczas studium literaturowego nie zidentyfikowano modelu dojrzałości procesowej dedykowanego do oceny procesu regeneracji (MDPR) w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Wyróżniono natomiast dwa nurty badań, w ramach których poruszana jest tematyka regeneracji w aspekcie zrównoważonego rozwoju z wykorzystywaniem modeli dojrzałości procesowej. Pierwszy nurt obejmuje badania wykorzystujące model dojrzałości do oceny łańcucha dostaw w aspekcie zrównoważonego rozwoju (ang. sustainable supply chain tzw. SSC). Regeneracja postrzegana jest w tym nurcie, jako kluczowa praktyka (ang. sustainable practice) w obszarze logistyki zwrotnej (ang. reverse logistics), która umożliwia zamykanie pętli materiałowych w łańcuchu dostaw przez zapewnienie wielokrotnego wtórnego zagospodarowania wyrobów (więcej niż jeden cykl życia). Drugi nurt skupia się na ocenie poziomu zrównoważonego wykorzystania zasobów w produkcji (ang. sustainable operations management tzw. SOM). W badaniach z obszaru SOM regeneracja jest traktowana jako „specyficzna praktyka gospodarcza”, która tworzy wartość dodaną i pozwala na bardziej efektywne wykorzystanie zasobów i zarządzanie całym cyklem życia wyrobu.

Marginalizowanie tematyki regeneracji w badaniach naukowych powoduje, że brakuje metod i narzędzi pozwalających na rzetelną ocenę tego procesu, szczególnie w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Możliwość wykorzystania metod i narzędzi z obszaru zrównoważonej produkcji jest ograniczona ze względu na wyższy poziom niepewności oraz sposób organizacji procesu regeneracji, gdzie typowe fazy procesu pierwotnej produkcji części uzupełnione są dodatkowo o takie kroki jak demontaż, mycie i regeneracja komponentów.

W ramach przeprowadzonych badań opracowano rozwiązanie, które obejmuje:

- Model dojrzałości procesowej dedykowany do oceny realizacji regeneracji części samochodowych (MDPR) zgodnie z postulatami zrównoważonego rozwoju (ZRP1-ZRP3);
- Zbiór metod i narzędzi pozwalających na ustalenie zależności przyczynowo-skutkowych i wspierających decyzje menadżerskie w zakresie osiągnięcia wyższego poziomu dojrzałości procesowej w realizacji regeneracji części samochodowych zgodnie z postulatami zrównoważonego rozwoju (ZRP1-ZRP3).

Tradycyjne modele dojrzałości mają charakter deskryptywny, ponieważ definiują one poziomy dojrzałości i proponują w ograniczonym zakresie metody do oceny tej dojrzałości¹³. Jednak ich moc preskryptywna (tzn. zalecająca określone działanie) jest ograniczona,

¹³ Correia, E., Carvalho, H., Azevedo, S., & Govindan, K. (2017). Maturity models in supply chain sustainability: A systematic literature review. *Sustainability*, 9(1), 64.

ponieważ nie dostarczają one wytycznych dotyczących sposobu przejścia na wyższy poziom dojrzałości w przedsiębiorstwie¹⁴. Przedstawiają one bardzo ogólne ramy podejmowania decyzji, które nie są wystarczające do praktycznego ich zastosowania¹⁵. Z tego względu istnieje potrzeba opracowania metod i narzędzi, które pozwalają na zastosowanie modeli dojrzałości w praktyce gospodarczej.

Badania zostały zrealizowane w trzech etapach:

- EB1: Określenie uwarunkowań realizacji procesu regeneracji części samochodowych w MŚP, które są kluczowe w aspekcie zrównoważonego rozwoju.
- EB2: Budowa modelu dojrzałości procesowej dedykowanego do oceny regeneracji części samochodowych (MDPR) w MŚP, uwzględniającego ZRP1-ZRP3.
- EB3: Opracowanie szczegółowych metod wspierania decyzji menedżerskich w zakresie oceny stopnia realizacji postulatów zrównoważonego rozwoju w procesie regeneracji części samochodowych.

Na Rys. 1 przedstawiono cykl realizacji badań.

¹⁴ Tarhan, A., Turetken, O., & Reijers, H. A. (2016). Business process maturity models: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 75, 122-134.

¹⁵ Poeppelbuss, J., Niehaves, B., Simons, A., & Becker, J. (2011). Maturity models in information systems research: Literature search and analysis. *CAIS*, 29(1), 1-15.



Rys. 1. Cykl badawczy; źródło: opracowanie własne

W tabeli (Tab. 2) wskazano zakres badań realizowanych w poszczególnych etapach oraz oznaczono publikacje, w których zaprezentowano wyniki ww. badań.

Tab.2. Zakres badań

Etap	Zakres badań	Główne rezultaty /osiągnięcia	Publikacja
EB1	Identyfikacja i klasyfikacja uwarunkowań realizacji procesu regeneracji części samochodowych w MŚP, kluczowych dla ZRP1-ZRP3	- Klasyfikacja uwarunkowań realizacji procesu regeneracji części samochodowych w MŚP. - Zidentyfikowanie praktycznych implikacji tych uwarunkowań w MŚP.	[P2-P3]
EB2	Budowa modelu dojrzałości procesowej dedykowanego do oceny regeneracji części samochodowych z uwzględnieniem ZRP1-ZRP3	- Parametryzacja wymiarów zrównoważonego rozwoju w kontekście realizacji procesu regeneracji części samochodowych. - Zaprojektowanie struktury MDPR - Zdefiniowanie poziomów dojrzałości w ramach MDPR.	[P4]

Etap	Zakres badań	Główne rezultaty /osiągnięcia	Publikacja
		- Opracowanie narzędzia do pomiaru poziomu dojrzałości w ramach MDPR.	
EB3	Opracowanie szczegółowych metod wspierania decyzji menadżerskich w zakresie oceny stopnia realizacji procesu regeneracji zgodnie z postulatami ZRP1-ZRP3	- Opracowanie metody oceny jakościowej stopnia realizacji ZR1-ZR3 w procesie regeneracji z wykorzystaniem narzędzia RMC ¹⁶ - Opracowanie założeń do systemu wskaźników pozwalających na ocenę stopnia realizacji ZR1-ZR3 w procesie regeneracji części samochodowych - Opracowanie systemu wskaźników do oceny stopnia realizacji ZR1-ZR3 w procesie regeneracji części samochodowych - Opracowanie funkcji wybielania wagowego z zastosowaniem teorii systemów szarych GDM ¹⁷ (ang. Grey Decision Making) pozwalającej na normalizację oraz agregację wskaźników ilościowych i jakościowych - Opracowanie metody nadawania priorytetów działań usprawniających niezbędnych do osiągnięcia wyższego poziomu dojrzałości procesowej w MDPR - Opracowanie autorskiej koncepcji modelowania procesu regeneracji w aspekcie ZR1-ZR3	[P5-P6] [P7] [P1]. [P8] [P1] [P1]. [P6] [P9-P11]

Źródło: opracowanie własne

4.3.3. Wyniki i możliwość ich wykorzystania

4.3.3.1. EB1: Określenie uwarunkowań realizacji procesu regeneracji części samochodowych w MŚP (publikacje [P2- P3])

Na tym etapie badań poszukiwano odpowiedzi na pytanie badawcze PB1:

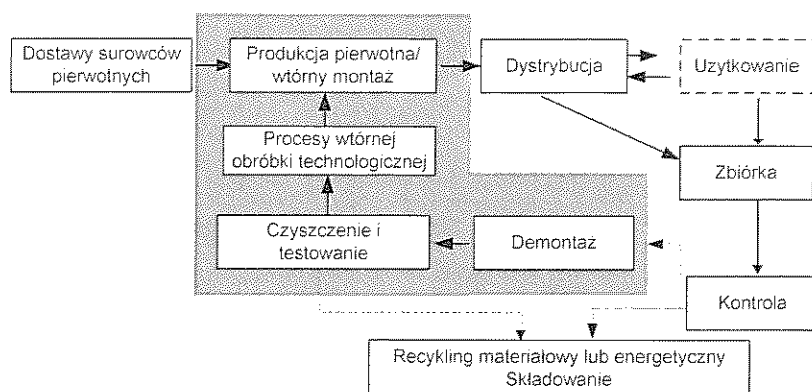
Jakie są typowe warunki realizacji procesu regeneracji części samochodowych w MŚP?

W ramach badań przeprowadzonych w ramach EB1, zidentyfikowano uwarunkowania realizacji procesu regeneracji części samochodowych w MŚP [P2-P3] oraz dokonano ich klasyfikacji w kontekście realizacji postulatów zrównoważonego rozwoju ZRP1-ZRP3.

Wdrażanie regulacji związanych z zagospodarowaniem PWE przyczynia się do realizacji koncepcji zamkniętego łańcucha dostaw w branży motoryzacyjnej (Rys. 2). Pozwala to na zarządzanie wyrobem (częścią samochodową) w pełnym cyklu życia oraz umożliwia ponowne wykorzystanie danej części samochodowej w eksploatacji pojazdu samochodowego. [P2].

¹⁶ ang. Remanufacturing Muda Checklist – lista kontrolna pozwalająca na identyfikację i ocenę marnotrawstwa w procesie regeneracji w aspekcie ZR1-ZR3

¹⁷ ang. Grey Decision Making – metoda podejmowania decyzji z wykorzystaniem teorii systemów szarych umożliwiająca agregację niepełnych źródeł danych



Rys. 2. Uproszczony schemat regeneracji w zamkniętym łańcuchu dostaw; źródło: opracowanie własne na podstawie [P2]

Przyjęto następujące kryteria umożliwiające identyfikację wyrobu zregenerowanego:

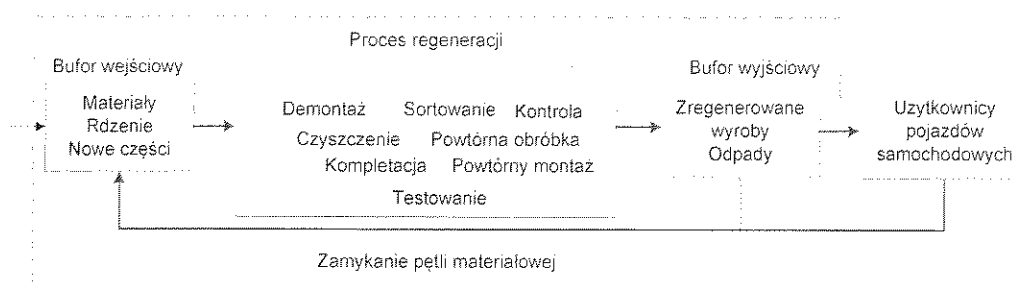
- dana część pochodzi z użytkowanego pojazdu samochodowego;
- część została rozmontowana w sposób pozwalający na ocenę stanu technicznego jej elementów składowych;
- część została dokładnie oczyszczona i jeżeli to konieczne odrdzewiona;
- wszystkie brakujące, uszkodzone lub zużyte elementy zostały zastąpione sprawnymi elementami;
- wykonano wszystkie niezbędne operacje technologiczne konieczne do przywrócenia pełnej sprawności (np. szlifowanie, pasowanie, lakierowanie);
- ponownie zmontowano kompletny wyrób i skontrolowano jego parametry techniczne, tak by były one równorzędne, jak w przypadku nowej części samochodowej.

Proces regeneracji jest bardziej złożony niż proces produkcji pierwotnej, danej części samochodowej [P2]. Zużyty lub zepsuty wyrób musi zostać najpierw sprawdzony, aby uzyskać informacje dotyczące wykonalności (ekonomicznej i technologicznej) regeneracji, potem następuje demontaż i czyszczenie. Podzespoły są ponownie przetwarzane w operacjach technologicznych. Zgodnie z wytycznymi APRA wskazane części są zastępowane nowymi lub zregenerowanymi częściami. Następnie wszystkie komponenty są ponownie montowane i testowane.

Na podstawie dokonanych studiów literaturowych oraz danych empirycznych, uwarunkowania procesu regeneracji w branży motoryzacyjnej [P2, P3] zostały zidentyfikowane i sklasyfikowane w dwie kategorie:

1. uwarunkowania zewnętrzne, związane z zasileniem procesu (dostawy zużytych wyrobów, tzw. rdzeni) [P2, P3];
2. uwarunkowania wewnętrzne związane z organizacją i realizacją procesu regeneracji [P3].

Przedmiot badań w EBI przedstawiono na Rys.3. (linia przerywana określa granice przedmiotu badań).



Rys. 3. Przedmiot badań; źródło: opracowanie własne na podstawie [P3]

Uwarunkowania realizacji procesu regeneracji części samochodowych zidentyfikowano na podstawie przeglądu literatury. Badania literaturowe nie pozwoliły jednak na jednoznaczną odpowiedź czy dane uwarunkowania są typowe dla realizacji procesu w MŚP. Z tego względu ich występowanie zostało przetestowane podczas badań pilotażowych pośród MŚP realizujących regenerację części samochodowych. Uzyskano odpowiedzi z grupy 40 MŚP [P3]. Podsumowanie wyników uzyskanych podczas etapu EBI przedstawiono w tabeli (Tab. 3).

Tab. 3. Uwarunkowania realizacji procesu regeneracji

	Czynniki zidentyfikowane na podstawie przeglądu literatury	Implikacje występowania czynnika w MŚP (na podstawie badania empirycznego)
Uwarunkowania zewnętrzne (dostawy rdzeni)	CZ1: Niepewność strumienia zasileń materiałowych (czas, ilość, jakość)	Niepewność strumienia dostaw jest ograniczana poprzez przetwarzanie rdzeni będących własnością klienta lub dywersyfikację źródeł dostaw.
	CZ2: Proliferacja rdzeni i mała wielkość dostaw	Większość zleceń na regenerację części samochodowych obejmuje 1 szt. (87,5% zleceń).
	CZ3: Zmienny poziom odzysku rdzeni (MRR)	Większość MŚP uzyskuje wymagany przez standardy branżowe APRA poziom odzysku rdzeni (82,5% respondentów).
Uwarunkowania wewnętrzne (organizacji i realizacji procesu regeneracji)	CW1: Niepewność długotrwałości cyklu regeneracji	Długotrwałość cyklu regeneracji waha się od godzin do tygodni w zależności od stanu technicznego rdzenia oraz dostępności niezbędnych komponentów.
	CW2: Małe wielkości zleceń obejmujące różnorodne modele i generacje części	Wysoka proliferacja modeli i generacji części samochodowych powoduje trudności w automatyzacji operacji technologicznych oraz ogranicza możliwość uzyskania efektywności kosztowej (efekt skali).
	CW3: Różnorodne wymagania materiałowe	MŚP wytwarzają brakujące komponenty we własnym zakresie.
	CW4: Czasochłonne operacje typowe dla regeneracji	MŚP postrzegały jako czasochłonne operacje typowe dla regeneracji.

	CW5: Różnorodne wymagania jakościowe klientów	Większość MŚP nie postrzega jako istotnych problemów wynikających z konieczności realizacji różnorodnych wymagań klientów.
--	---	--

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P2-P3]

Uwarunkowania zewnętrzne realizacji procesu (CZ1-CZ3) dotyczą dostaw rdzeni (używanych części samochodowych). Liczne publikacje (przeanalizowane w [P3]) wskazują na trudności w prognozowaniu ilości i jakości zwracanych wyrobów oraz czasu przekazania ich do regeneracji. W przypadku analizowanych MŚP prawie 90% realizowało regenerację rdzeni będących własnością klientów. Przedsiębiorstwa w takiej sytuacji nie muszą prognozować popytu i dokonują regeneracji po dostarczeniu rdzenia przez klienta w tzw. systemie RTO (ang. remanufacturing to order), co istotnie ogranicza niepewność związaną z ilością i czasem dokonania zwrotu. Ponadto przedsiębiorstwa stosują zdywersyfikowaną politykę dostaw, w celu pozyskania rdzeni o wymaganej jakości.

MŚP zajmujące się regeneracją części samochodowych często mają w swojej ofercie ponad 1000 tzw. numerów referencyjnych (modeli części samochodowych). Proliferacja modeli rdzeni (CZ2) wpływa na trudności w prawidłowym oszacowaniu tzw. poziomu odzysku komponentów i materiałów MRR (ang. material recovery rate). MRR definiuje prawdopodobieństwo, że komponent wymontowany ze zużytego wyrobu będzie nadawał się do ponownego wykorzystania. Respondenci w przeważającej większości (82,5%) deklarowali, że mimo proliferacji modeli nie mają trudności z uzyskaniem rekomendowanego przez APRA poziomu odzysku wynoszącego 85%.

Wysoka proliferacja modeli rdzeni obniża możliwość standaryzacji operacji technologicznych. Marszruty technologiczne są wielowariantowe, co powoduje, że długotrwałość cyklu regeneracji dla tego samego modelu i generacji części samochodowej (np. alternatora) może się znacznie różnić w zależności od warunków ich eksploatacji (CW1). Niektóre operacje np. demontaż i czyszczenie są wspólne dla wszystkich wyrobów, jednak bardziej specjalistyczne operacje technologiczne mogą być konieczne do wykonania tylko dla pewnej grupy rdzeni (charakter probabilistyczny). Nawet ten sam model wyrobu w zależności od warunków eksploatacji, może wymagać innego sposobu realizacji operacji demontażu, wtórnego przetwarzania komponentów oraz wtórnego montażu (CW4). Rzeczywista wartość współczynnika MRR jest znana dopiero w momencie demontażu zużytych wyrobów i ich wstępnej obróbki (czyszczenia, separacji itp.), co może powodować trudności w zapewnieniu koniecznych komponentów w przypadku specyficznych wymagań klienta (CW3). Problem ze spełnieniem wymagań w zakresie zapewnienia odpowiednich komponentów do realizacji regeneracji (CW5) zgodnie z wymaganiami klientów, został uznany za „istotny” lub „bardzo istotny” przez około 1/3 respondentów. Natomiast 25% analizowanych MŚP wskazało, że tego typu problemy nie występują. Równocześnie MŚP deklarowały, że często wytwarzają brakujące komponenty we własnym zakresie.

Ze względu na małą wielkość zleceń oraz ich dużą różnorodność (CW2) procesy remanufacturingu charakteryzują się niskim poziomem automatyzacji i wymagają wysokich kompetencji technicznych od personelu.

Zdefiniowane (teoretycznie i empirycznie) uwarunkowania zewnętrzne i wewnętrzne stały się punktem wyjścia do zaprojektowania MDPR oraz opracowania zbioru metod,

i narzędzi pozwalających ona ocenę stanu obecnego w zakresie realizacji procesu regeneracji zgodnie z postulatami zrównoważonego rozwoju ZRP1-ZRP3.

4.3.3.2. EB2: Budowa modelu dojrzałości procesowej dedykowanego do oceny regeneracji części samochodowych (MDPR) w MŚP, uwzględniającego ZRP1-ZRP3 (publikacja [P4])

W ramach tego etapu podjęto próbę odpowiedzi na pytanie badawcze PB2:

Jaka forma modelu dojrzałości procesowej pozwala na jego zastosowanie przy ocenie stopnia implementacji postulatów zrównoważonego rozwoju ZRP1-ZRP3 w MŚP realizującym regenerację części samochodowych?

Prace badawcze objęły zdefiniowanie poziomów dojrzałości procesowej oraz sposobu ich pomiaru.

Do opracowania wstępnej wersji MDPR wykorzystano wyniki:

- studium przypadków opisujących proces regeneracji części samochodowych, które zidentyfikowano w ramach studiów literaturowy;
- empirycznych badań jakościowych obejmujących studia przypadków zrealizowane w czterech firmach partnerskich w projekcie SIRO (ang. Sustainability in Remanufacturing Operations).

Wstępną wersję modelu poddano weryfikacji podczas badań fokusowych w grupie dziesięciu MŚP zajmujących się regeneracją części samochodowych. W badaniach zastosowano podejście interpretacyjne. Rygor prowadzenia badań racjonalistycznych (np. optymalizacja, symulacja, modelowanie statystyczne) wymaga zestawu uproszczeń rzeczywistego problemu i może prowadzić do danych, które są precyzyjne i mierzalne, ale trywialne. Studia przypadku i badania terenowe są preferowane w stosunku do bardziej tradycyjnych racjonalistycznych metod, w przypadku nowych teorii/metod. Jak wcześniej wskazano w przypadku oceny procesu regeneracji w aspekcie zrównoważonego rozwoju występuje taka sytuacja. Podejście interpretacyjne z wykorzystaniem studiów przypadku pozwala odpowiedzieć na pytanie "co?", "jak?" oraz "dlaczego?". W rezultacie umożliwiło to eksplorację problemu PB2, wówczas, gdy relacje przyczynowo - skutkowe oraz zmienne decyzyjne nie były jeszcze w pełni znane.

Przy budowie MDPR przyjęto założenia:

ZAL1.1: Dokonanie oceny nie powinno nakładać na przedsiębiorstwa konieczności gromadzenia dodatkowych danych ilościowych;

ZAL1.2: Przeprowadzenie oceny powinno uwzględniać równocześnie trzy postulaty zrównoważonego rozwoju (opisane wcześniej jako ZRP1-ZRP3);

ZAL1.3: Przyjęte kryteria oceny powinny być uniwersalne dla MŚP w branży regeneracji części samochodowych i umożliwić ocenę porównawczą między nimi.

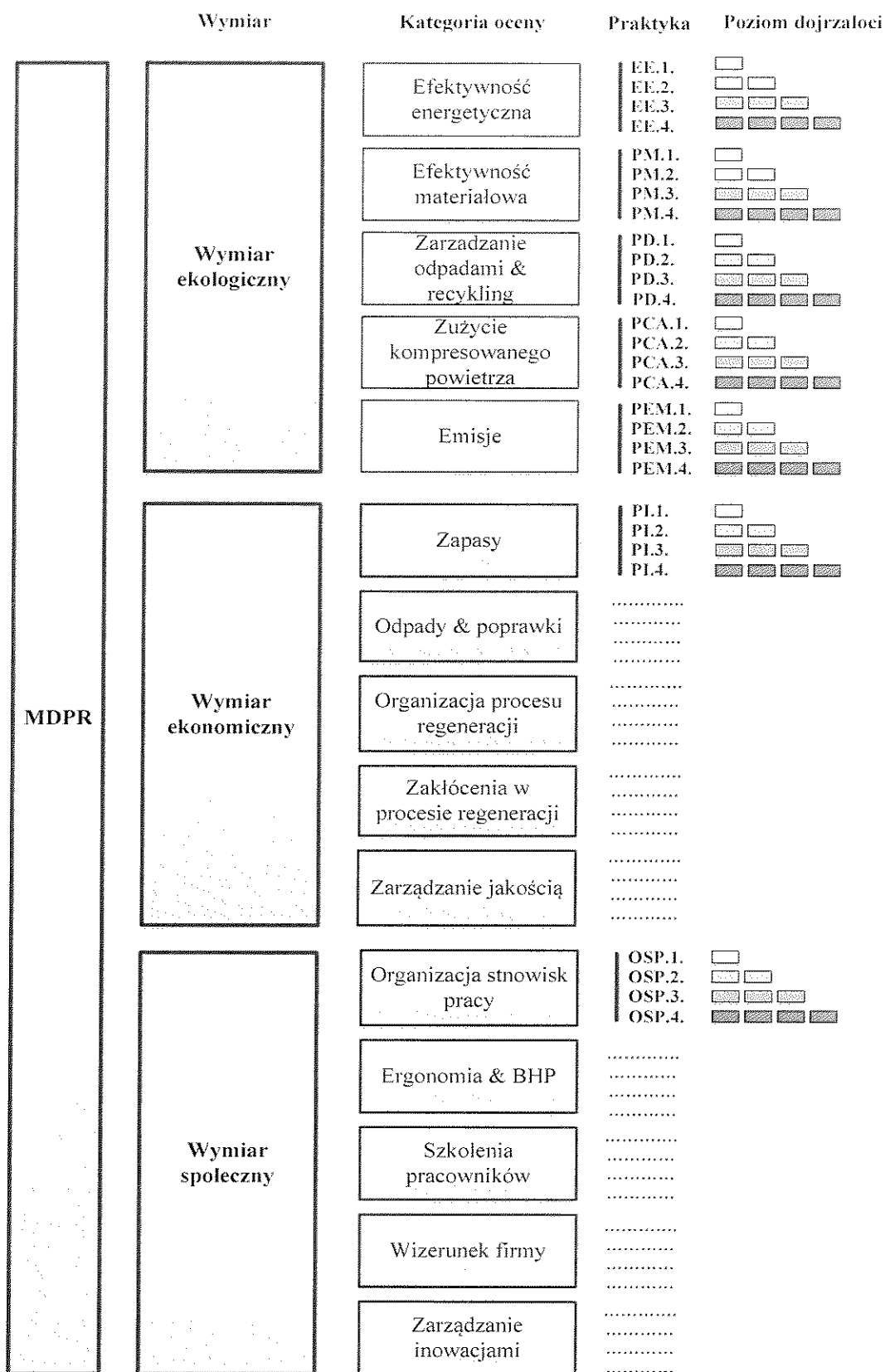
Opracowany MDPR umożliwia wstępną ocenę stanu obecnego przez parametryzację trzech wymiarów zrównoważonego rozwoju. Ocena ma charakter jakościowy. Ocena jakościowa wymaga mniejszej ilości danych niż ocena ilościowa i może bazować na wiedzy eksperckiej.

W ramach modelu zdefiniowano następujące poziomy dojrzałości procesowej regeneracji:

- Poziom $p=0$ (bardzo niski) - zrównoważone praktyki w zarządzaniu procesem regeneracji nie są stosowane;
- Poziom $p=1$ (niski) - zrównoważone praktyki w zarządzaniu procesem regeneracji są stosowane w firmie ad hoc (np. w celu rozwiązania bieżącego problemu lub spełnienia określonych wymagań klienta), procesy nie są sformalizowane;
- Poziom $p=2$ (umiarkowany) - zrównoważone praktyki w zarządzaniu procesami regeneracji są stosowane w sposób sformalizowany, zostały zdefiniowane pewne wskaźniki do pomiaru procesu w aspekcie zrównoważonego rozwoju;
- Poziom $p=3$ (wysoki) - stosowanie zrównoważonych praktyk w zarządzaniu procesem regeneracji jest sformalizowane i kontrolowane, wskaźniki do pomiaru procesu w aspekcie zrównoważonego rozwoju są regularnie mierzone i ich wartości są monitorowane;
- Poziom $p=4$ (bardzo wysoki) - zastosowanie zrównoważonych praktyk w zarządzaniu procesem regeneracji jest wykorzystywane do ciągłych usprawnień i optymalizacji.

Proponowany MDPR jest wielowymiarowy. Po zdefiniowaniu poziomów dojrzałości przypisano każdemu z wymiarów (ekologicznemu, ekonomicznemu i społecznemu) obszary szczegółowe podlegające ocenie. Struktura MDPR obejmuje 5 poziomów dojrzałości, trzy kluczowe w aspekcie zrównoważonego rozwoju wymiary oceny (ekologiczny, ekonomiczny, społeczny) oraz 15 kategorii, a także 60 ogólnych „zrównoważonych praktyk zarządzania procesem”. Zrównoważone praktyki zarządzania procesem, są definiowane jako działania kadry menadżerskiej, które przyczyniają się do organizacji i realizacji procesu regeneracji w sposób zgodny z postulatami ZRP1-ZRP3. Strukturę opracowanego modelu dojrzałości procesowej regeneracji (MDPR) przedstawiono poniżej na Rys. 4.





Rys.4. Struktura MDPR; źródło: opracowanie własne na podstawie [P4]

Do oceny poziomu dojrzałości procesu regeneracji wykorzystano kwestionariusz ODPR (oceny dojrzałości procesowej realizacji regeneracji). Dla każdej z kategorii oceny (1-15) opracowano pytania odpowiadające zrównoważonym praktykom zarządzania adekwatnym dla danego poziomu dojrzałości (np. dla obszaru „efektywność energetyczna” są przypisane praktyki EE1-EE4). Kwestionariusz ODPR jest skonstruowany w taki sposób, że na poszczególne pytania jest udzielana tylko odpowiedź „tak” lub „nie”. Za odpowiedź pozytywną przyznawany jest 1 pkt. udzielenie odpowiedzi negatywnej powoduje otrzymanie 0 pkt. Kolejność pytań odpowiada zrównoważonym praktykom zarządzania adekwatnym dla każdego z poziomów dojrzałości procesowej. Pytania w kwestionariuszu ułożone są „narastająco” co oznacza, że udzielenie odpowiedzi negatywnej dla poziomu 1 powoduje automatyczne wprowadzenie oceny 0 dla kolejnych poziomów i przejście do kolejnego obszaru szczegółowego (Rys.4). Osiągnięcie np. poziomu dojrzałości $p=2$, nie jest możliwe bez wcześniejszego osiągnięcia poziomu $p=1$. Poniżej (Tab.4), przedstawiono fragment ODPR dla obszaru emisje. Dla pozostałych 14 kategorii ocena przeprowadzana jest analogicznie.

Tab.4. Fragment kwestionariusza ODPR wykorzystywanego do oceny poziomu dojrzałości procesowej

Nazwa kategorii $i=5$	T/N	Ocena
Emisje (włączając CO ₂ , wodę i ścieki)		
1) Czy firma ma możliwość identyfikacji rodzajów emisji (w tym substancji toksycznych) powstających w procesie remanufacturingu?	T	1
2) Czy firma monitoruje i dokumentuje miejsca powstawania tych emisji i ich ilości?	T	1
3) Czy są wdrożone procedury pozwalające na redukcję tych emisji?	T	1
4) Czy są podejmowane dodatkowe działania (poza minimalnymi wymogami prawnymi) mające na celu systematyczne zmniejszanie poziomu emisji w procesie remanufacturingu ?	N	0
Poziom dojrzałości dla danej kategorii p_i		3

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P4]

Po dokonaniu oceny przy wykorzystaniu kwestionariusza ODPR wyniki prezentowane są w formie tzw. „profilu dojrzałości”, który na diagramie radarowym w przekrojowy sposób prezentuje poziom dojrzałości procesowej przedsiębiorstwa realizującego regenerację części samochodowych w odniesieniu do rozpatrywanych kategorii (gdzie $i \in N$; $i \in \langle 1;15 \rangle$). Na Rys. 5 przedstawiono przykład profilu dojrzałości opracowanego z zastosowania ODPR dla trzech wybranych studiów przypadku, zrealizowanych w ramach projektu SIRO w przedsiębiorstwach A, B, C, które są MŚP zajmującymi się regeneracją części samochodowych. Szczegółowo opis zrealizowanych studiów przypadku zawarto w publikacji [P4].

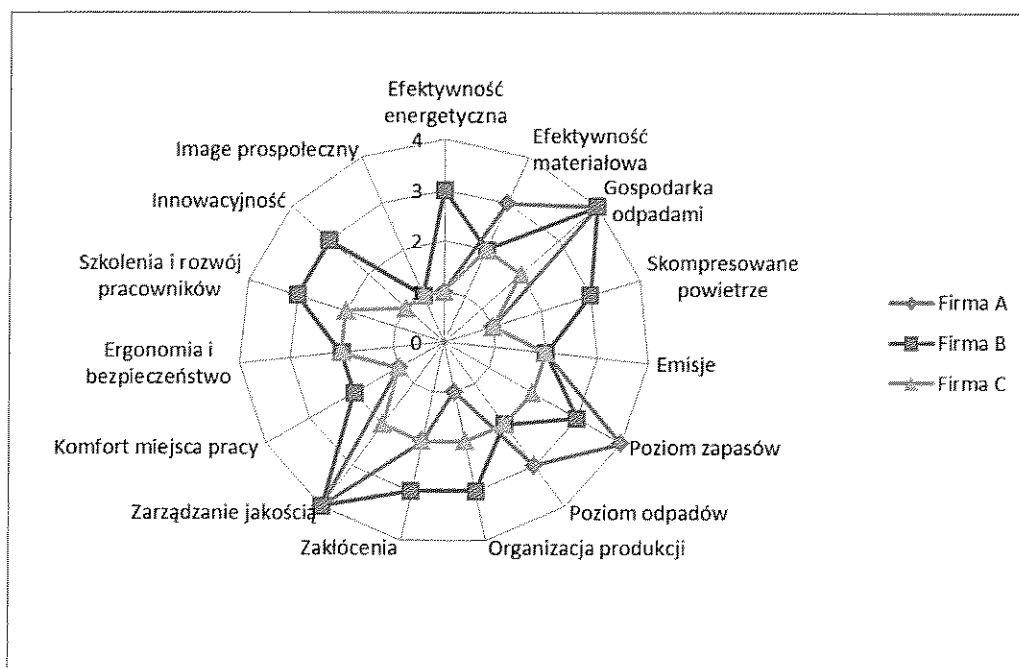
Na podstawie odpowiedzi menadżerów na pytania postawione w kwestionariuszu ODPR zostały wyznaczone oceny poziomu dojrzałości procesowej p_i (gdzie $p_i \in N$; $p_i \in \langle 0;4 \rangle$), dla

każdej i-tej kategorii oceny ($i \in N$; $i \in \langle 1:15 \rangle$) w aspekcie ZRP1-ZRP3. Wyznaczenie poziomu dojrzałości procesowej p_{sr} w aspekcie ZRP1-ZRP3 dla przedsiębiorstwa realizującego proces regeneracji zostało ustalone przez wyliczenie średniej arytmetycznej ważonej (równanie 1):

$$p_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^{15} p_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{15} w_i} \quad (1)$$

Dla uproszczenia przyjęto w modelu, że wszystkie kategorie są równoważne, jednak istnieje możliwość modyfikacji tego założenia przez MŚP i nadania innych wag (w_i). Do ustalenia rozpiętości przedziałów klasowych dla p_{sr} zastosowano rozrzut statystyczny. Na podstawie wartości średniej oceny poziomu dojrzałości p_{sr} przedsiębiorstwo przypisane jest do określonego poziomu dojrzałości P , gdzie $P \in N$ i $P \in \langle 0;4 \rangle$, według wzorca:

$$P = \begin{cases} 0 & \text{dla } p_{sr} \leq 0,8 \\ 1 & \text{dla } 0,8 < p_{sr} \leq 1,6 \\ 2 & \text{dla } 1,6 < p_{sr} \leq 2,4 \\ 3 & \text{dla } 2,4 < p_{sr} \leq 3,2 \\ 4 & \text{dla } 3,2 < p_{sr} \leq 4 \end{cases}$$



Rys. 5. Profil dojrzałości analizowanych przedsiębiorstw; źródło: opracowanie własne na podstawie danych zgromadzonych w projekcie SIRO

Szczegółowe wyniki badań przedstawiono w publikacji [P4]. Zaproponowany MDPR umożliwia ocenę MŚP z branży motoryzacyjnej przez wykorzystanie wiedzy eksperckiej. Formularz ODPR może być wykorzystany do samodzielnej oceny przez menadżerów. Konstrukcja narzędzia umożliwi dokonanie oceny porównawczej między MŚP zajmującymi się regeneracją części samochodowych.

W celu zwiększenia preskrytywnej mocy MDPR opracowane zostały metody szczególnie do oceny stopnia realizacji postulatów zrównoważonego rozwoju w regeneracji części samochodowych. Zaproponowane metody są adekwatne dla zdefiniowanych poziomów dojrzałości procesowej.

4.3.3.3. EB3: Opracowanie szczegółowych metod wspierania decyzji menadżerskich w zakresie oceny stopnia realizacji postulatów zrównoważonego rozwoju w realizacji procesu regeneracji (publikacje [P1],[P5-P11])

W ramach tego etapu badań podjęto próbę odpowiedzi na pytania badawcze PB3 i PB4:

PB3: Jakie metody umożliwiają identyfikację usprawnień koniecznych do realizacji regeneracji części samochodowych zgodnie z postulatami zrównoważonego rozwoju ZRP1-ZRP3?

PB4: W jaki sposób można wspierać podejmowanie decyzji menadżerskich, w zakresie priorytetyzacji działań koniecznych do osiągnięcia wyższego poziomu dojrzałości procesowej w regeneracji części samochodowych, w warunkach występowania rozproszonych i heterogenicznych źródeł danych?

Opracowany MDPR został uzupełniony o metody szczególnie do identyfikacji działań usprawniających i/lub korygujących, a także metody pozwalające na nadawanie priorytetów tym działaniom. Zaproponowano ramy aplikacyjne ww. metod w zależności od zdefiniowanego poziomu dojrzałości procesowej regeneracji części samochodowych w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Dla przykładu metoda LCA pozwala na przeprowadzenie analizy dopiero na wysokim poziomie dojrzałości procesowej.

W Tab.5 przedstawiono ramy dla wdrożenia szczegółowych metod wspierania decyzji menadżerskich w zależności od zidentyfikowanego poziomu dojrzałości procesu regeneracji. Zamieszczona w Tab. 4 numeracja publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe jest zgodna z tą wskazaną w punkcie 4.2.

Tab.5. Ramy dla wdrożenia szczegółowych metod wspierania decyzji menadżerskich

Poziom dojrzałości procesu regeneracji	Metoda pomiaru	Metoda identyfikacji koniecznych działań do przejścia na wyższy poziom dojrzałości	Metoda nadawania priorytetów działaniom
Bardzo niski (P=0) ↓	pomiar ad hoc	działania ad hoc	działania ad hoc
Niski (P=1) ↓	RPA (ocena jakościowa) [P5]	zmodyfikowana metoda RPA [P5-P6]	RMC (Remanufacturing Muda Checklist) [P6]
Średni (P=2) ↓	Metoda wskaźnikowa (wskaźniki jakościowe i ilościowe) [P1, P7-P8]	Metoda ocen porównawczych Thurston'a, normalizacja wartości wskaźników przy pomocy funkcji wybielania	Wyznaczanie wskaźnika decyzyjnego przy pomocy GDM [P1]

		wagowego GDM ¹⁸ [P1]	
Wysoki (P=3) ↓	Metoda wskaźnikowa (wskaźniki ilościowe) [P9-11]	Modelowanie i symulacja procesu (DES) [P9-11]	Dynamiczna analiza różnych wariantów realizacji procesu w aspekcie ZR1-ZR3 w środowisku symulacyjnym [P9-11]
Bardzo wysoki (P=4)	Systematyczne monitorowanie i kontrola wskaźników jakościowych	Formalne metody optymalizacyjne lub połączenie metod stosowanych na niższych poziomach dojrzałości	Ciągłe doskonalenie procesu z aspekcie realizacji ZR1-ZR3

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P1, P6-P8]

Na poziomie dojrzałości P=0, proces nie jest zdefiniowany w sposób umożliwiający stosowanie zrównoważonych praktyk w zarządzaniu nim. Z tego względu, został on pominięty przy opracowywaniu szczegółowych metod identyfikacji działań usprawniających i/lub korygujących oraz nadaniu im priorytetów (Tab.5).

4.3.3.3.1. Metoda wspierania decyzji menadżerskich w zakresie oceny stopnia realizacji postulatów ZR1-ZR3 w regeneracji części samochodowych dla przedsiębiorstw o niskiej dojrzałości procesowej

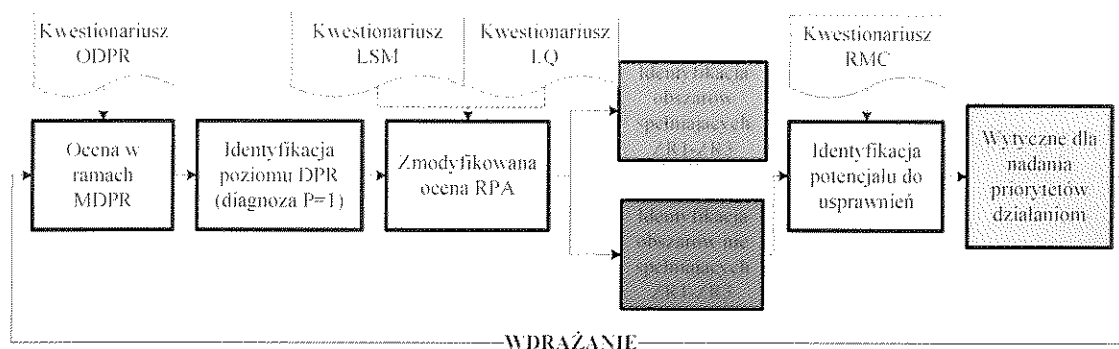
Dla przedsiębiorstw o niskim poziomie dojrzałości procesowej (P=1) zaproponowano metodę oceny bazującej na koncepcji szczupłego wytwarzania (ang. lean management), która pozwala na analizę procesu regeneracji części samochodowych w MŚP, w których nie jest możliwe zastosowanie analizy wskaźnikowej. Metoda ta wpisuje się w nowy nurt badań nad regeneracją (tzw. „green & lean”), który postuluje stosowanie metod i narzędzi szczupłego zarządzania (ang. lean management) do uzyskania bardziej efektywnego wykorzystania zasobów i redukcję marnotrawstwa w procesie regeneracji.

W badaniach [P5-P6] przyjęto założenie, że osiągnięcie stanu „zero marnotrawstwa” (ang. „zero muda”) skutkuje wyższym stopniem spełnienia postulatów zrównoważonego rozwoju ZR1-ZR3. Metoda została opracowana na podstawie:

- przeglądu literatury;
- studiów przypadku zrealizowanych w MŚP zajmujących się regeneracją części samochodowych z wykorzystaniem narzędzi RPA (ang. Rapid Plant Assessment).

Główne elementy zaproponowanego autorskiego rozwiązania przedstawiono poniżej (Rys.6)

¹⁸ GDM ang. Grey Decision Making- metoda wykorzystująca teorię systemów szarych do podejmowania decyzji w warunkach niepełnych informacji



Rys. 6. Metoda wspierania decyzji menedżerskich w zakresie oceny stopnia realizacji postulatów ZR1-ZR3 w regeneracji dla przedsiębiorstw o niskiej dojrzałości procesowej; źródło: opracowanie własne na podstawie [P5-P6].

Zaproponowane podejście za punkt wyjścia przyjmuje wywodzącą się z koncepcji szczupłego wytwarzania metodę Rapid Plant Assessment¹⁹, która umożliwia analizę procesu w sposób syntetyczny przy wykorzystaniu „Macierzy do pomiaru szczupłości” LSM (ang. Leanness Scoring Matrix) oraz „Kwestionariusza szczupłości” LQ (ang. Leanness questionnaire). W pracach [P5 i P6] zaprezentowano autorską modyfikację tej metody w aspekcie zrównoważonego rozwoju. W LSM proces regeneracji jest oceniany jakościowo. Skala oceny obejmuje sześć wariantów, które są analogiczne, jak w skali Likert’a. Za każdy wariant przyznawane są punkty (od 1 pkt za najniższą ocenę, do 11 pkt za najwyższą ocenę). Szczegółowy opis narzędzi LSM oraz LQ zawarto w publikacji [P6]. Kwestionariusz LQ zawiera dwadzieścia pytań, na które udzielana jest odpowiedź tak/nie, które pozwalają dokonać oceny, czy firma stosuje najlepsze praktyki w tych kategoriach i zidentyfikować obszary wymagające wdrożenia usprawnień. Tradycyjną metodę RPA zmodyfikowano aby uwzględnić ZRP1-ZRP3. W tym celu zagadnienia opisane w narzędziach RPA (LSM i LQ) zostały powiązane z wymiarami zrównoważonego rozwoju. W ramach zmodyfikowanego RPA zaproponowano pogłębioną analizę przy użyciu autorskiego narzędzia do oceny marnotrawstwa RMC (ang. Remanufacturing Muda Checklist) dla obszarów, w których zidentyfikowano, że którykolwiek z postulatów zrównoważonego rozwoju (ZRP1-ZRP3) nie jest spełniany w wystarczającym stopniu ($O_{LSM} \leq 3$). Lista kontrolna RMC umożliwia uszczegółowienie ogólnych obszarów z LSM wskazanych w Tab. 5 (C1-C11) na określony rodzaj marnotrawstwa w procesie regeneracji (tzw. muda). Kategorie marnotrawstwa są przyjmowane zgodnie z zasadami szczupłego zarządzania. Zmodyfikowany RPA przedstawiono w Tab.6

Tab.6. Zmodyfikowana metoda RPA

Lp.	Opis obszaru oceny w LM	ZRP	Rodzaj marnotrawstwa (muda)
C ₁	Satysfakcja Klienta	Ekon ²⁰ /Społeczny	Braki jakościowe, Niewykorzystany potencjał pracowników
C ₂	Bezpieczeństwo i ergonomia	Społeczny	Zbędny transport, Zbędny ruch
C ₃	Stosowanie metod i narzędzi	Społeczny/E	Nadprodukcja, Niewłaściwe przetwarzanie.

¹⁹ Goodson, R. E.(2002). Read a plant fast. Harvard Business Review, 80 (5): 105-113.

²⁰ Ekon – oznacza wymiar ekonomiczny

4

Lp.	Opis obszaru oceny w LM	ZRP	Rodzaj marnotrawstwa (muda)
	zarządzania wizualnego	kon	Zbędny transport. Zbędny ruch
C ₄	Planowanie operacyjne	Ekon	Nadmierny zapas
C ₅	Zarządzanie przepływem materiałów	Ekon/Spoleczny	Nadmierny zapas. Zbedne oczekiwanie. Zbędny transport
C ₆	Zarządzanie zapasami	Ekon	Nadmierny zapas
C ₇	Zarządzanie kwalifikacjami i kompetencjami pracowników	Spoleczny/Ekon	Nadprodukcja. Niewykorzystany potencjał pracowników
C ₈	Maszyny i urządzenia, utrzymanie ruchu	Eko/Ekon	Niewłaściwe przetwarzanie
C ₉	Zdolności do zarządzania złożonością i kompleksowością procesu	Ekon/Eko	Nadprodukcja. Braki jakościowe
C ₁₀	Zarządzanie łańcuchem dostaw	Eko ²¹ /Ekon	Braki jakościowe
C ₁₁	Zapewnienie jakości	Ekon/Spoleczny	Nadprodukcja. Braki jakościowe. Niewykorzystany potencjał pracowników

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P5]

W publikacji [P6] przedstawiono zakres narzędzia RMC oraz przykład jego zastosowania w MŚP zajmującym się regeneracją części samochodowych. Poniżej przedstawiono fragment formularza RMC (Tab. 7). Całościowo formularz zawiera 78 szczegółowych przypadków marnotrawstwa typowego dla realizacji procesu regeneracji części samochodowych w MŚP.

Tab. 7. Fragment formularza RMC

Muda (m)	Pytania dotyczące identyfikacji rodzaju marnotrawstwa	Występowanie		Priorytet (0-3)	Wymiar zrównoważonego rozwoju
		Tak	Nie		
Nadprodukcja	ad hoc planowanie zleceń regeneracyjnych				EKON
	zadania przydzielone do wykonania pracownikom często się zmieniają				EKON
	zbyt długie czasy operacji technologicznych				EKON
	przetwarzanie dostępnych rdzeni niezależnie od aktualnego popytu				EKON
	utrzymywanie nadwyżki mocy produkcyjnych				EKON
	niezrównoważony przepływ produkcji (np. różne cele dzienne dla poszczególnych stanowisk pracy)				EKON
	wzrastający poziom zapasów				EKON, EKO
	częste awarie i przestoje				EKON, EKO
	braki jakościowe				EKON, EKO

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P5]

Zgodnie ze schematem postępowania przedstawionym na Rys.6 narzędzie RMC jest wykorzystywane do identyfikacji w oparciu o wiedzę ekspercką. Identyfikacja potencjalnych

²¹ Eko – oznacza wymiar ekologiczny

usprawnień jest uzupełniona o określenie istotności występowania poszczególnych rodzajów marnotrawstwa. Ocena ta odbywa się z zastosowaniem skali czteropunktowej, gdzie:

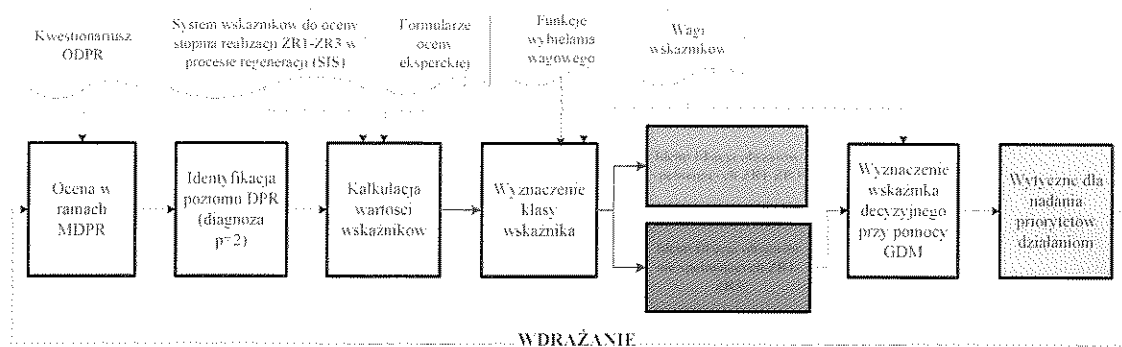
- 0 oznacza że dany typ marnotrawstwa jest „nieistotny”;
- 1 oznacza że dany typ marnotrawstwa jest „mało istotny”;
- 2 oznacza że dany typ marnotrawstwa jest „istotny”;
- 3 oznacza że dany typ marnotrawstwa jest „bardzo istotny”.

Ostatnim krokiem zaproponowanej autorskiej metody jest identyfikacja potencjału do usprawnień i opracowanie priorytetów dla koniecznych działań. Priorytetyzacja polega na przypisaniu szczegółowych działań usprawniających do rodzajów marnotrawstwa z formularza RMC, które oceniono jako „bardzo istotne”.

Zaproponowane podejście umożliwia jakościową ocenę procesu regeneracji w aspekcie ZRP1-ZRP3 w przedsiębiorstwach o niskiej poziomie dojrzałości procesowej (P=1). Marnotrawstwo w realizacji procesu regeneracji stanowi przeszkodę dla efektywnego i zrównoważonego wykorzystania zasobów w wymiarze: ekonomicznym, społecznym oraz ekologicznym), stanowiąc przez to ukryty potencjał do usprawnień. W efekcie, wraz z wprowadzeniem działań usprawniających następuje eliminacja marnotrawstwa w realizacji procesu, wzrasta efektywność wykorzystania zasobów, a co za tym idzie, proces wykorzystujący te zasoby jest doskonały. Doskonalenie procesu regeneracji powoduje osiągnięcie wyższego poziomu w MDPR.

4.3.3.3.2. Opracowanie metody oceny wskaźnikowej „zrównoważonego procesu regeneracji” dla MŚP o średnim poziomie dojrzałości procesowej [publikacje P1, P7-P8]

Dla MŚP o średnim poziomie dojrzałości procesowej (P=2) proces jest sformalizowany, więc możliwe jest zastosowanie metod wskaźnikowych. Opracowany autorski system wskaźników SIS (ang. sustainability indicators system) pozwala na ocenę poziomu zrównoważonego wykorzystania zasobów w procesie regeneracji. Jest on zaprojektowany z uwzględnieniem uwarunkowań realizacji procesu regeneracji części samochodowych w MŚP (CZ1-CZ3 oraz CW1-CW5). Zaproponowany system wskaźników wykorzystuje heterogeniczne źródła danych (dane liczbowe, dane jakościowe, niesparametryzowaną wiedzę ekspercką). W ramach prac nad SIS określono wartości referencyjne wskaźników [P1] oraz przedstawiono oryginalne podejście do normalizacji wartości wskaźników z wykorzystaniem funkcji wybielania wagowego wywodzącej się z teorii podejmowania decyzji w systemach szarych GDM (ang. Grey Decision Making). Schemat postępowania dla przedsiębiorstw o P=2 przedstawiono na Rys. 7.



Rys.7. Metoda wspierania decyzji menedżerskich w zakresie oceny stopnia realizacji postulatów ZR1-ZR3 w regeneracji dla przedsiębiorstw o średnim poziomie dojrzałości procesowej; źródło: opracowanie własne na podstawie [P1.P8]

Dobór odpowiednich wskaźników jest istotnym wyzwaniem. Właściwie dobrane wskaźniki stanowią istotne wsparcie w procesach decyzyjnych. Zdefiniowano, że wskaźniki powinny być [P7]: zrozumiałe, istotne, porównywalne, wiarygodne, dostępne, proste w swojej strukturze. Przy opracowaniu SIS przyjęto założenia [P7]:

- R1: zestaw wskaźników powinien być ograniczony (mniej niż 20) i dostosowany do uwarunkowań realizacji procesu regeneracji (CZ1-CZ3 oraz CW1-CW5);
- R2: zestaw wskaźników powinien równocześnie obejmować aspekty środowiskowe, gospodarcze i społeczne;
- R3: wskaźniki powinny wykorzystywać istniejące dane liczbowe (np. dotyczące zużycia energii) i istniejącą wiedzę ekspercką;
- R4: metoda agregacji wskaźników powinna pozwolić na połączenie ocen jakościowych i ilościowych.
- R5: metoda oceny powinna zapewnić decydentom wiedzę na temat bieżącego stopnia realizacji ZRP1-ZRP3 w procesie regeneracji części samochodowych w MŚP oraz wspierać w identyfikacji obszarów wymagających usprawnień.

W Tab.8 przedstawiono strukturę zaproponowanego systemu wskaźników. Dla każdego ze wskaźników określono sposób pomiaru oraz wartości referencyjne wskaźników, w podziale na wymiary zrównoważonego rozwoju (ekologiczny, ekonomiczny oraz społeczny). Dobór wskaźników uwzględniał specyficzne warunki organizacyjne występujące w MŚP zajmujących się fabryczną regeneracją części samochodowych. Szczegółowo sposób wyliczania poszczególnych wskaźników został omówiony w pracy [P1]. Opracowane wskaźniki mają charakter jakościowy i ilościowy. Dla kryteriów jakościowych opracowano szczegółowe kwestionariusze pozwalające na ich ocenę ekspercką w skali Likert'a (1-5). Wskaźniki ilościowe zostały wyrażone w ujęciu procentowym, aby ułatwić ich interpretację. W Tab.8 zaprezentowano wartości referencyjne wskaźników.

Tab. 8. System wskaźników SIS

Wskaźnik		Opis	Typ, zakres i poziom		
Wskaźniki Ekonomiczne			Typ	Zakres	Poziom referencyjny
1	OEE	Całkowita efektywność wyposażenia	ilościowy	0-100%	maks.
2	RPF	Przepływ procesu regeneracji	jakościowy	1-5	maks.
3	PA	Adekwatność procesu planowania	ilościowy	0-100%	maks.
4	AMT	Dostępność maszyn i urządzeń	jakościowy	1-5	maks.
5	SL	Poziom obsługi klienta	ilościowy	0-100%	maks.
6	OOS	Dostępność materiałów	jakościowy	1-5	maks.
Wskaźniki Ekologiczne					
7	ECL	Poziom zużycia energii	jakościowy	1-5	min
8	WGL	Poziom generowania odpadów	ilościowy	0-100%	min.
9	MRR	Poziom odzysku materiałów	ilościowy	0-100%	maks.
10	GEL	Poziom generowanych emisji	jakościowy	1-5	min.
Wskaźniki Społeczne					
11	Poziom zatrudnienia	Zmiana wielkości zatrudnienia w danym okresie	ilościowy	0-100%	maks.
12	Szkolenia pracowników	Odsetek pracowników, którzy uczestniczyli w szkoleniach	ilościowy	0-100%	maks.
13	HRPP	Występowanie czynników szkodliwych na stanowisku pracy	ilościowy	1-5	min
14	Poziom komfortu	Poziom komfortu na stanowisku pracy	ilościowy	0-100%	maks.
15	Innowacyjności	Odsetek wdrożonych innowacyjnych rozwiązań zaproponowanych przez pracowników	ilościowy	0-100%	maks.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P1]

Powyższa tabela (Tab.7) wskazuje znaczący udział wskaźników jakościowych w zaproponowanym SIS. Wskaźniki jakościowe oraz zróżnicowanie w zakresie jednostek miary utrudnia porównywanie i ustalanie siły ich oddziaływania na ogólną ocenę przedsiębiorstwa w zakresie zrównoważonego procesu regeneracji. W związku z czym konieczne było przeprowadzenie procedury normalizacji wartości wskaźników oraz opracowania algorytmu klasyfikacyjnego, pozwalającego w ujęciu skwantyfikowanym uwzględnić ich różnorodność. Do normalizacji wartości wskaźników zastosowano funkcje wybielania wagowego. Podejście to wywodzi się z metod podejmowania decyzji z wykorzystaniem teorii systemów szarych GDM (ang. Grey Decision Making). Główną zaletą GDM jest to, że decyzja może zostać podjęta, gdy zjawisko jest tylko częściowo znane i występuje niedobór informacji. Funkcje wybielania masy służą do normalizacji wartości wskaźników. Takie podejście wywodzi się z metod podejmowania decyzji przy użyciu teorii

systemów szarych, tzw. GDM (Grey Decision Making). Główną zaletą GDM jest to, że decyzję można podjąć, gdy zjawisko jest tylko częściowo znane. Zastosowanie funkcji wybielania wagowego umożliwia porównywanie i agregację niepewnych danych. W teorii systemów szarych, gdy informacje o systemie są w pełni znane, mamy do czynienia z systemem białym. W przeciwnym razie, gdy informacja jest nieznana, mamy do czynienia z czarnym systemem, a szary system zawiera informacje znane częściowo. GDM umożliwia przekształcenie „szarej liczby” w „białą liczbę”. „Szara liczba” ma dokładną dolną i górną granicę, ale jej pozycja między granicami nie jest znana. „Szara liczba” może należeć do dyskretnego zbioru liczb rzeczywistych, mieścić się w przedziale liczb rzeczywistych lub może znajdować się w dowolnej kombinacji przedziałów i zestawów dyskretnych. GDM charakteryzuje się umiarkowaną złożonością obliczeń matematycznych, ponieważ zastosowane transformacje matematyczne działają na funkcjach liniowych. W przeciwieństwie do klasyfikacji wykorzystującej logikę rozmytą, nie jest wymagane tworzenie obszernej bazy danych reguł klasyfikacji. GDM przewyższa ograniczenia innych metod klasyfikacji wiedzy eksperckiej, takich jak Analityczna Hierarchia Procesu AHP (ang. Analytic Hierarchy Process) lub Teorii Zbiorów Przybliżonych RST (ang. Rough Set Theory). AHP jest zalecany przy klasyfikacji ograniczonej liczby kryteriów. Gdy trzeba zaklasyfikować dużą liczbę kryteriów, pojawiają się pewne problemy podczas korzystania z AHP, ponieważ ważność kryteriów może być rozmyta i uśredniona. Ta sytuacja negatywnie wpływa na wyniki końcowe i utrudnia interpretację wyników. RST jest bardziej złożony niż AHP i został zaprojektowany tak, aby sprostać większej liczbie kryteriów. Opracowanie bazy danych z biblioteką reguł wymaga jednak czasochłonnych działań w celu uzyskania odpowiedniej formalnej transformacji wiedzy ekspertów. W tabeli (Tab.9) przedstawiono zastosowane funkcje wybielania do przyjętego SIS.



Tab.8. Funkcje wybielania wagowego dla poszczególnych wskaźników w SIS

j	Wskaźnik	Funkcja wybielania dla klasy 1	Funkcja wybielania dla klasy 2	Funkcja wybielania dla klasy 3
1	OEE	$f_{j=1}^1(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{85} & \text{dla } 0\% \leq x < 85\% \\ 1 & \text{dla } 85\% \leq x \leq 100\% \end{cases}$	$f_{j=3}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{77,5} & \text{dla } 0 \leq x < 77,5\% \\ \frac{100-x}{22,5} & \text{dla } 77,5\% \leq x \leq 100\% \end{cases}$	$f_{j=1}^3(x_j) = \begin{cases} 1 & \text{dla } 0\% \leq x < 66\% \\ \frac{100-x}{34} & \text{dla } 66\% \leq x \leq 100\% \end{cases}$
2	RPF	$f_{j=2}^1(x_j) = \frac{x}{5} \quad \text{dla } 0 \leq x \leq 5$	$f_{j=2}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{2,5} & \text{dla } 0 \leq x \leq 2,5 \\ \frac{5-x}{2,5} & \text{dla } 2,5 < x \leq 5 \end{cases}$	$f_{j=2}^3(x_j) = \frac{5-x}{5} \quad \text{dla } 0 \leq x \leq 5$
3	PA	$f_{j=3}^1(x_j) = \frac{x}{100} \quad \text{dla } 0\% \leq x \leq 100\%$	$f_{j=3}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{50} & \text{dla } 0\% \leq x \leq 50\% \\ \frac{100-x}{50} & \text{dla } 50\% < x \leq 100\% \end{cases}$	$f_{j=3}^3(x_j) = \frac{100-x}{100} \quad \text{dla } 0\% \leq x \leq 100\%$
4	AMT	$f_{j=4}^1(x_j) = \frac{x}{5} \quad \text{dla } 0 \leq x \leq 5$	$f_{j=4}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{2,5} & \text{dla } 0 \leq x \leq 2,5 \\ \frac{5-x}{2,5} & \text{dla } 2,5 < x \leq 5 \end{cases}$	$f_{j=4}^3(x_j) = \frac{5-x}{5} \quad \text{dla } 0 \leq x \leq 5$
5	SL	$f_{j=5}^1(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{95} & \text{dla } 0\% \leq x < 95\% \\ 1 & \text{dla } x \geq 95\% \end{cases}$	$f_{j=5}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{80} & \text{dla } 0\% \leq x < 80\% \\ 1 & \text{dla } 85\% \leq x \leq 95\% \\ \frac{100-x}{20} & \text{dla } 95\% < x \leq 100\% \end{cases}$	$f_{j=5}^3(x_j) = \frac{100-x}{100} \quad \text{dla } 0\% \leq x \leq 100\%$
6	OOS	$f_{j=6}^1(x_j) = \frac{x}{5} \quad \text{dla } 0 \leq x \leq 5$	$f_{j=6}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{2,5} & \text{dla } 0 \leq x \leq 2,5 \\ \frac{5-x}{2,5} & \text{dla } 2,5 < x \leq 5 \end{cases}$	$f_{j=6}^3(x_j) = \frac{5-x}{5} \quad \text{dla } 0 \leq x \leq 5$

Ji	Wskaźnik	Funkcja wybielania dla klasy 1	Funkcja wybielania dla klasy 2	Funkcja wybielania dla klasy 3
7	ECL	$f_{j=7}^1(x_j) = \frac{5-x}{5}$ dla $0 \leq x \leq 5$	$f_{j=7}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{2,5} & \text{dla } 0 \leq x \leq 2,5 \\ \frac{5-x}{2,5} & \text{dla } 2,5 < x \leq 5 \end{cases}$	$f_{j=7}^3(x_j) = \frac{x}{5}$ dla $0 \leq x \leq 5$
8	WGL	$f_{j=8}^1(x_j) = \frac{100-x}{100}$ dla $0\% \leq x \leq 100\%$	$f_{j=8}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{50} & \text{dla } 0 \leq x \leq 50\% \\ \frac{100-x}{50} & \text{dla } 50 < x \leq 100\% \end{cases}$	$f_{j=8}^3(x_j) = \frac{x}{100}$ dla $0 \leq x < 100\%$
9	MRR	$f_{j=9}^1(x_j) = \frac{x}{100}$ dla $0\% \leq x \leq 100\%$	$f_{j=9}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{50} & \text{dla } 0\% \leq x \leq 50\% \\ \frac{100-x}{50} & \text{dla } 50\% < x \leq 100\% \end{cases}$	$f_{j=9}^3(x_j) = \frac{100-x}{100}$ dla $0\% \leq x \leq 100\%$
10	GEL	$f_{j=10}^1(x_j) = \frac{5-x}{5}$ dla $0 \leq x \leq 5$	$f_{j=10}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{2,5} & \text{dla } 0 \leq x \leq 2,5 \\ \frac{5-x}{2,5} & \text{dla } 2,5 < x \leq 5 \end{cases}$	$f_{j=10}^3(x_j) = \frac{x}{5}$ dla $0 \leq x \leq 5$
11	Poziom zatrudnienia	$f_{j=11}^1(x_j) = \begin{cases} 0 & \text{dla } 0\% \leq x < 100\% \\ 1 & \text{dla } x \geq 100\% \end{cases}$	$f_{j=11}^2(x_j) = \begin{cases} 1 & \text{dla } x = 100\% \\ 0 & \text{dla } x \neq 100\% \end{cases}$	$f_{j=11}^3(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{100} & \text{dla } 0\% \leq x < 100\% \\ 0 & \text{dla } x \geq 100\% \end{cases}$
12	Szkolenia pracowników	$f_{j=12}^1(x_j) = \frac{x}{100}$ dla $0\% \leq x \leq 100\%$	$f_{j=12}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{50} & \text{dla } 0\% \leq x \leq 50\% \\ \frac{100-x}{50} & \text{dla } 50\% < x \leq 100\% \end{cases}$	$f_{j=12}^3(x_j) = \frac{100-x}{100}$ dla $0\% \leq x \leq 100\%$

j_i	Wskaźnik	Funkcja wybielania dla klasy 1	Funkcja wybielania dla klasy 2	Funkcja wybielania dla klasy 3
13	HRPP	$f_{j=13}^1(x_j) = \frac{5-x}{5}$ dla $0 \leq x \leq 5$	$f_{j=13}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{2,5} & \text{dla } 0 \leq x \leq 2,5 \\ \frac{5-x}{2,5} & \text{dla } 2,5 < x \leq 5 \end{cases}$	$f_{j=13}^3(x_j) = \frac{x}{5}$ dla $0 \leq x \leq 5$
14	Poziom komfortu	$f_{j=14}^1(x_j) = \frac{x}{100}$ dla $0\% \leq x \leq 100\%$	$f_{j=14}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{50} & \text{dla } 0\% \leq x \leq 50\% \\ \frac{100-x}{50} & \text{dla } 50\% < x \leq 100\% \end{cases}$	$f_{j=14}^3(x_j) = \frac{100-x}{100}$ dla $0\% \leq x \leq 100\%$
15	Innowacyjność	$f_{j=15}^1(x_j) = \frac{x}{100}$ dla $0\% \leq x \leq 100\%$	$f_{j=15}^2(x_j) = \begin{cases} \frac{x}{50} & \text{dla } 0\% \leq x \leq 50\% \\ \frac{100-x}{50} & \text{dla } 50\% < x \leq 100\% \end{cases}$	$f_{j=15}^3(x_j) = \frac{100-x}{100}$ dla $0\% \leq x \leq 100\%$



Zgodnie ze schematem postępowania przedstawionym na Rys.8. znormalizowane wartości wskaźników zostają następnie przyporządkowane do klas:

- Klasa 1 – wartość wskaźnika dla przedsiębiorstwa realizującego ZRP1-ZRP3 w procesie regeneracji w akceptowalnym stopniu, gdzie mogą być podejmowane działania doskonalące;
- Klasa 2 – wartość wskaźnika dla przedsiębiorstwa realizującego ZRP1-ZRP3 w procesie regeneracji w warunkowo akceptowalnym stopniu, gdzie wymagane są działania korygujące (usprawniające) tak szybko jak to jest ekonomicznie i organizacyjnie możliwe.
- Klasa 3 – wartość wskaźnika dla przedsiębiorstwa realizującego ZRP1-ZRP3 w procesie regeneracji w nieakceptowalnym stopniu, gdzie wymagane są natychmiastowe działania korygujące.

Klasa wskaźnika determinowana jest przez wartość stałowego współczynnika klastrowego (σ^k), wyznaczanego zgodnie z równaniem 3:

$$\sigma^k = \sum_{j=1}^m f_j^k(x_j) \times \eta_j \quad (3)$$

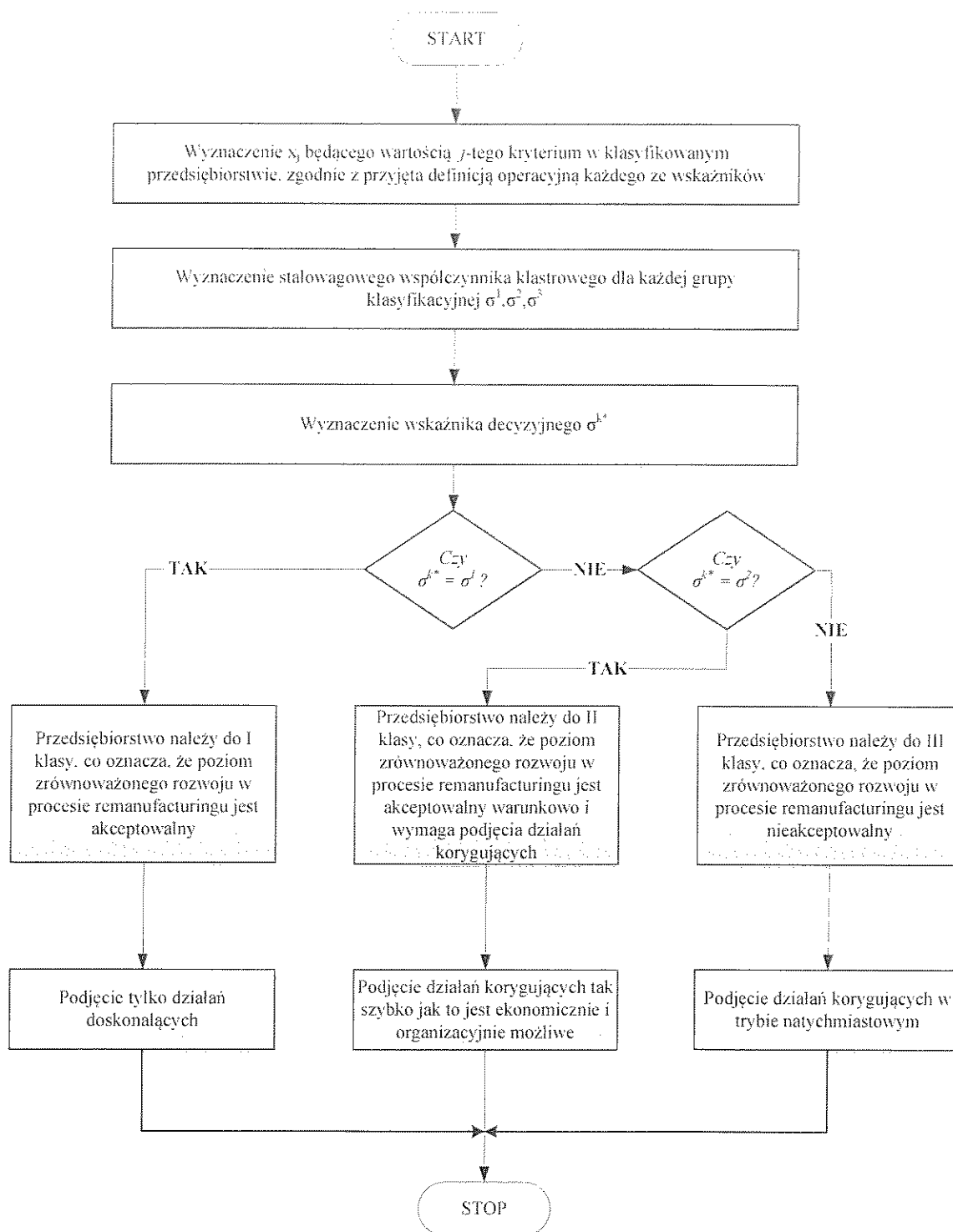
Gdzie:

- σ^k – stałowy współczynnik klastrowy, dla każdego wskaźnika j wyznacza się i przyporządkowuje się trzy takie współczynniki :
- σ^1 – stałowy współczynnik klastrowy klasy korzystnej ($k=1$),
- σ^2 – stałowy współczynnik klastrowy grupy pośredniej ($k=2$),
- σ^3 – stałowy współczynnik klastrowy grupy krytycznej ($k=3$),
- η_j – wskaźnik ważności j -tego wskaźnika.

Celem zidentyfikowania klasy wskaźnika wyznacza się wskaźnik decyzyjny (ang. Grey decision coefficient) zgodnie z formułą wyrażoną wzorem 4:

$$\sigma^{k*} = \max \{ \sigma^k \} \text{ dla } 1 \leq k \leq 3, k \in N \quad (4)$$

Powyższe działania pozwalają na klasyfikację wskaźnika. Opracowana metoda umożliwia również agregację wskaźników z zastosowaniem zaprezentowanego algorytmu klasyfikacyjnego na poziomie całego SIS (ocena syntetyczna poziomu „zrównoważenia procesu regeneracji”). Procedura klasyfikacyjna i opracowanie syntetycznego wskaźnika, wskazującego na stopień „zrównoważenia procesu regeneracji” została szczegółowo opisana w pracy [P1]. Przebieg procedury klasyfikacyjnej został przedstawiony na Rys. 8.



Rys. 8. Klasyfikacja wartości wskaźników przy wykorzystaniu funkcji wybielania wagowego; źródło [P1].

W celu identyfikacji potencjału do usprawnień koniecznych do przejścia na wyższy poziom dojrzałości procesowej (zgodnie z Rys.7) niezbędne było nadanie wag poszczególnym wskaźnikom w SIS. Wymagało to realizacji badania eksperckiego. Szczegółowo proces badania eksperckiego i kategoryzacji wskaźników z wykorzystaniem

metody ocen porównawczych Thurstone'a, został opisany w pracy [P1]. Kategoryzacji dokonano zgodnie z założeniami metody Thurstone'a dla grupy co najmniej 10 ekspertów. Otrzymano kompletnie wypełnione tablice preferencji od 14 ekspertów. Podczas procesu nadawania wag wskaźnikom, zastosowano rangowanie ścisłe, tzn. dwa wskaźniki nie mogły uzyskać tej samej oceny. Rangi nadawane zostały wskaźnikom od 1 (najmniej istotny wskaźnik) do 15 (najbardziej istotny wskaźnik). Następnie stworzono tablicę proporcji, dzięki której wskazywane zostały preferencje ekspertów w odniesieniu do znaczenia danych wskaźników. Obliczona została proporcja dominacji danego wskaźnika nad innym, w efekcie uzyskano wagi poszczególnych wskaźników η_i , gdzie $0 < \eta_i \leq 1$. Im bliższa wartość η_i do 1, tym istotniejszy wskaźnik. Tabela (Tab.10) prezentuje przykład numeryczny testujący zaproponowaną metodę. Zamieszczono w niej wartości obliczonych wskaźników, dla jednej z firm partnerskich w projekcie SIRO. Firma B, uzyskała w procesie oceny z wykorzystaniem kwestionariusza ODPR wynik $P=2$, a więc jest możliwe w jej przypadku zastosowanie metody oceny zgodnie z Rys.7.

Tabela 10. Przykład oceny wskaźników szczegółowych dla firmy B [P1]

Wymiar	Waga	Nazwa wskaźnika	Wartość rzeczywista wskaźnika x_i
Ekonomiczny	0,88	OEE	58,31%
	0,79	RPF	3
	0,76	PA	60%
	0,65	AMT	3
	0,84	SL	90%
Ekologiczny	0,61	RPF	4
	0,80	ECL	3
	0,75	WGL	17%
	1,00	MRR	85%
Społeczny	0,57	GEL	35%
	0,40	Poziom zatrudnienia	90%
	0,22	Szkolenia pracowników	30%
	0,65	HRPP	3
	0,36	Poziom komfortu	30%
	0,58	Innowacyjność	30%

W tabeli poniżej (Tab.11) przedstawiono wyniki obliczeń wykonanych z zastosowaniem funkcji wybielania wagowego (opis funkcji wybielania wagowego znajduje się w Tab.8). Wyznaczenie wartości stałowagowego współczynnika klastrowego zgodnie z równaniem 3 umożliwi klasyfikację wartości wskaźników i identyfikację obszarów wymagających usprawnień.

Tab.10 Wyniki realizacji funkcji wybielania wagowego

Kryterium	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Waga (η_j)	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,6	0,8	0,7	1	0,5	0,4	0,2	0,6	0,3	0,5
$f_j^1(x_j)$	0,6	0,6	0,0	0,6	0,9	0,2	0,4	0,8	0,8	0,6	0,0	0,3	0,4	0,1	0,3
$f_j^2(x_j)$	0,7	0,8	0,0	0,8	1,0	0,4	0,8	0,3	0,3	0,7	0,0	0,6	0,8	0,2	0,6
$f_j^3(x_j)$	1,0	0,4	0,9	0,4	0,1	0,8	0,6	0,1	0,1	0,3	0,9	0,7	0,6	0,9	0,7
$f_j^1(x_j) \times \eta_j$	0,6	0,4	0,0	0,3	0,8	0,1	0,3	0,6	0,8	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1
$f_j^2(x_j) \times \eta_j$	0,6	0,6	0,0	0,5	0,8	0,2	0,6	0,2	0,3	0,4	0,0	0,1	0,5	0,0	0,3
$f_j^3(x_j) \times \eta_j$	0,8	0,3	0,7	0,2	0,0	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,3	0,4

Źródło: [P1]

Poniżej przedstawiono wartości wskaźnika decyzyjnego (ang. Grey decision coefficient) dla analizowanej firmy B, zgodnie ze wzorem 4:

$$\begin{aligned} \sigma^1 &= \sum_{j=1}^{m=15} f_j^1(x_j) \times \eta_j = 0,686 \times 0,88 + 0,6 \times 0,79 + 0,01 \times 0,76 + \\ &+ 0,6 \times 0,65 + 0,947 \times 0,84 + 0,2 \times 0,61 + 0,4 \times 0,8 + \\ &+ 0,83 \times 0,75 + 0,85 \times 1 + 0,65 \times 0,57 + 0 \times 0,4 + \\ &+ 0,3 \times 0,22 + 0,4 \times 0,65 + 0,1 \times 0,36 + 0,3 \times 0,58 = 5,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \sum_{j=1}^{m=15} f_j^2(x_j) \times \eta_j = 0,752 \times 0,88 + 0,8 \times 0,79 + 0,02 \times 0,76 + \\ &+ 0,8 \times 0,65 + 1 \times 0,84 + 0,4 \times 0,61 + 0,8 \times 0,8 + \\ &+ 0,34 \times 0,75 + 0,3 \times 1 + 0,7 \times 0,57 + 0 \times 0,4 + \\ &+ 0,6 \times 0,22 + 0,8 \times 0,65 + 0,2 \times 0,36 + 0,6 \times 0,58 = 5,58 \end{aligned}$$

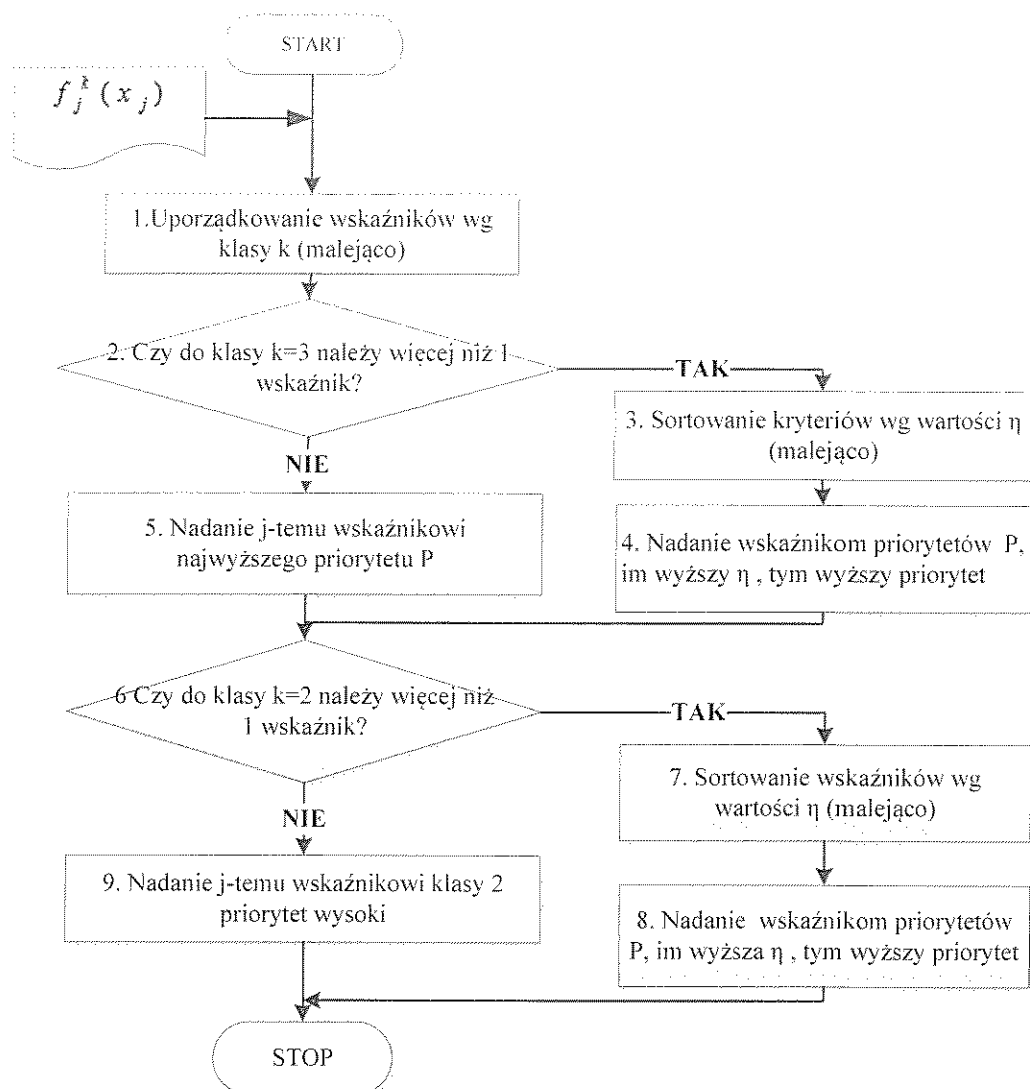
$$\begin{aligned} \sigma^3 &= \sum_{j=1}^{m=15} f_j^3(x_j) \times \eta_j = 1 \times 0,88 + 0,4 \times 0,79 + 0,99 \times 0,76 + \\ &+ 0,4 \times 0,65 + 0,1 \times 0,84 + 0,8 \times 0,61 + 0,6 \times 0,8 + \\ &+ 0,17 \times 0,75 + 0,15 \times 1 + 0,35 \times 0,57 + 1 \times 0,4 + \\ &+ 0,7 \times 0,22 + 0,6 \times 0,65 + 0,9 \times 0,36 + 0,7 \times 0,58 = 5,37 \end{aligned}$$

$$\sigma^{k*} = \max \{ \sigma^1, \sigma^2, \sigma^3 \}$$

$$\sigma^{k*} = \max \{ 5,09; 5,58; 5,37 \} = 5,58$$

Algorytm klasyfikacyjny pozwala zidentyfikować obszary, w których podjęcie działań najszybciej przyczyni się do poprawy ogólnej oceny przedsiębiorstwa z perspektywy realizacji ZRP1-ZRP3. Na Rys.9 przedstawiono procedurę nadawania priorytetów działaniom usprawniającym.





Rys.9. Procedura nadawania priorytetów działaniom usprawniającym; źródło: [P1].

W Tab. 12 przedstawiono wyniki realizacji powyższej procedury nadawania priorytetów działaniom usprawniającym (Rys.9) dla firmy B.

Tabela 12 Priorytety działań usprawniającym [P1]

Klasa	Wskaźnik	Wartość	Priorytet
3	OEE	0,88	P1
3	Dokładność procesu planowania	0,76	P2
3	Dostępność materiałów	0,61	P3
3	Innowacyjność	0,58	P4
3	Komfort na stanowisku pracy	0,36	P5
2	Poziom obsługi klienta	0,84	P6
2	Poziom zużycia energii	0,80	P7

4

Klasa	Wskaźnik	Wartość	Priorytet
2	Ciągłość cyklu remanufacturingu	0.79	P8
2	Dostępność zasobów	0.65	P9
2	Szkodliwość warunków pracy	0.65	P10
2	Poziom generowanych emisji	0.57	P11
2	Poziom zatrudnienia	0.40	P12
2	Szkolenie pracowników	0.22	P13
1	MRR	1.00	P14
1	Poziom generowanych odpadów	0.75	P15

Źródło: [P1]

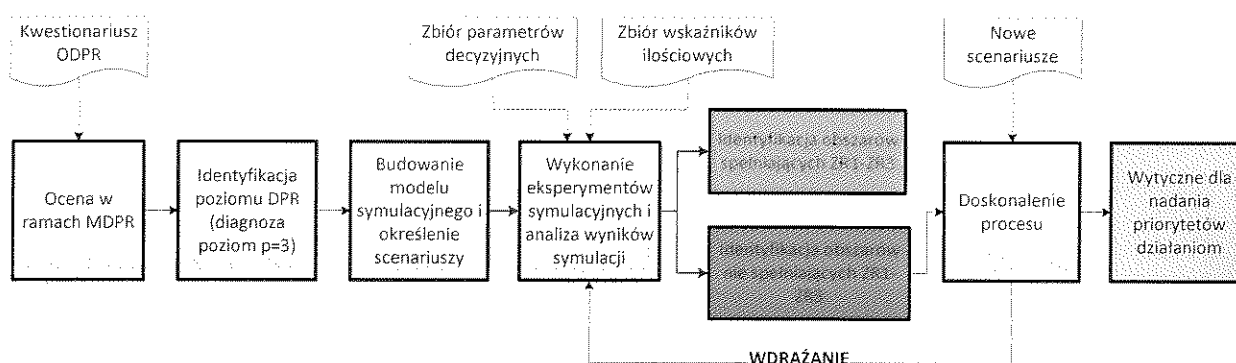
W prezentowanym studiu przypadku przedsiębiorstwo zostało w ujęciu całościowym zakwalifikowane do klasy drugiej w zakresie realizacji „zrównoważonego procesu regeneracji” ($k=2$), ale pewne obszary szczegółowe (opisane przez wskaźniki) uzyskały wartości z klasy gorszej ($k=3$). Przyjmując zasadę, że im gorsza klasa wskaźnika, tym wyższy priorytet działań, oznacza to, że najpierw powinny zostać podjęte działania usprawniające dla obszarów mierzonych wskaźnikami z klasy $k=3$. Kolejność podjęcia tych działań uzależniona jest od wagi wskaźnika, gdzie im wyższa waga, tym wyższy priorytet. Po nadaniu priorytetów dla wskaźników zakwalifikowanych do klasy 3, następnie powinny być wyznaczone priorytety dla wskaźników przypisanych do klasy $k=2$. Nie ma konieczności wdrażania działań doskonalących dla wskaźnika należącego do klasy 1 (tj. poziom generowanych odpadów).

Zaproponowane podejście pozwala na ocenę stopnia realizacji ZRP1-ZRP3 w MŚP regenerujących części samochodowe, w których zidentyfikowano średni poziom dojrzałości procesowej. Wykorzystanie GDM umożliwi ocenę w sytuacji niedoboru informacji. Menedżerowi mogą uzyskać dodatkową wiedzę w zakresie wykorzystania zasobów w procesie (wskaźniki jakościowe i ilościowe) i podjąć działania usprawniające (priorytetyzacja działań). Realizacja usprawnień na poziomie zasobów powoduje poprawę procesu regeneracji, który jest realizowany, z wykorzystaniem tych zasobów. W ten sposób możliwe jest przejście na wyższy poziom dojrzałości procesowej.

4.3.3.3. Opracowanie autorskiej koncepcji modelowania procesu regeneracji w aspekcie ZR1-ZR3 pozwalającej na ocenę przedsiębiorstw o wysokiej dojrzałości procesowej

Sposób postępowania w przypadku oceny stopnia realizacji postulatów ZR1-ZR3 w przedsiębiorstwach realizujących proces regeneracji części samochodowych, w których zdiagnozowano wysoki poziom dojrzałości procesowej przedstawiono na Rys.11. Na wysokim poziomie dojrzałości procesowej ($P=3$) stosowanie zrównoważonych praktyk zarządzania jest sformalizowane, wskaźniki do pomiaru procesu w aspekcie

zrównoważonego rozwoju są regularnie mierzone i ich wartości są monitorowane. W takich warunkach możliwe jest testowanie różnych scenariuszy realizacji procesu regeneracji zgodnie z ZR1-ZR3 w środowisku symulacyjnym. Podczas tworzenia modelu symulacyjnego procesu regeneracji uwzględniono uwarunkowania realizacji procesu (CZ1-CZ3 oraz CW1-CW5), które zidentyfikowano na pierwszym etapie badań (EB1). W publikacjach [P9-P11] zaproponowano podejście do modelowania przepływu procesu regeneracji w środowisku symulacyjnym DES (Discrete Event Simulation). Przepływ procesu (ang. process flow), w przypadku regeneracji zasadniczo różni się od analogicznego procesu produkcji pierwotnej dla danej części samochodowej. Nieodłącznym elementem procesu regeneracji są operacje: demontażu i czyszczenia oraz sortowania. Powodują one rozproszenie przepływu materiałów w procesie oraz wielowariantowość jego przepływu w zależności od stanu technicznego regenerowanej części samochodowej, w efekcie czego wzrasta poziom złożoności modelu. Zastosowanie autorskiego podejścia do modelowania przepływu pozwala na zmniejszenie złożoności modelu symulacyjnego.



Rys. 10. Metoda oceny stopnia realizacji ZR1-ZR3 z wykorzystaniem DES dedykowana dla przedsiębiorstw o wysokim poziomie dojrzałości; źródło: opracowanie własne na podstawie [P10-11]

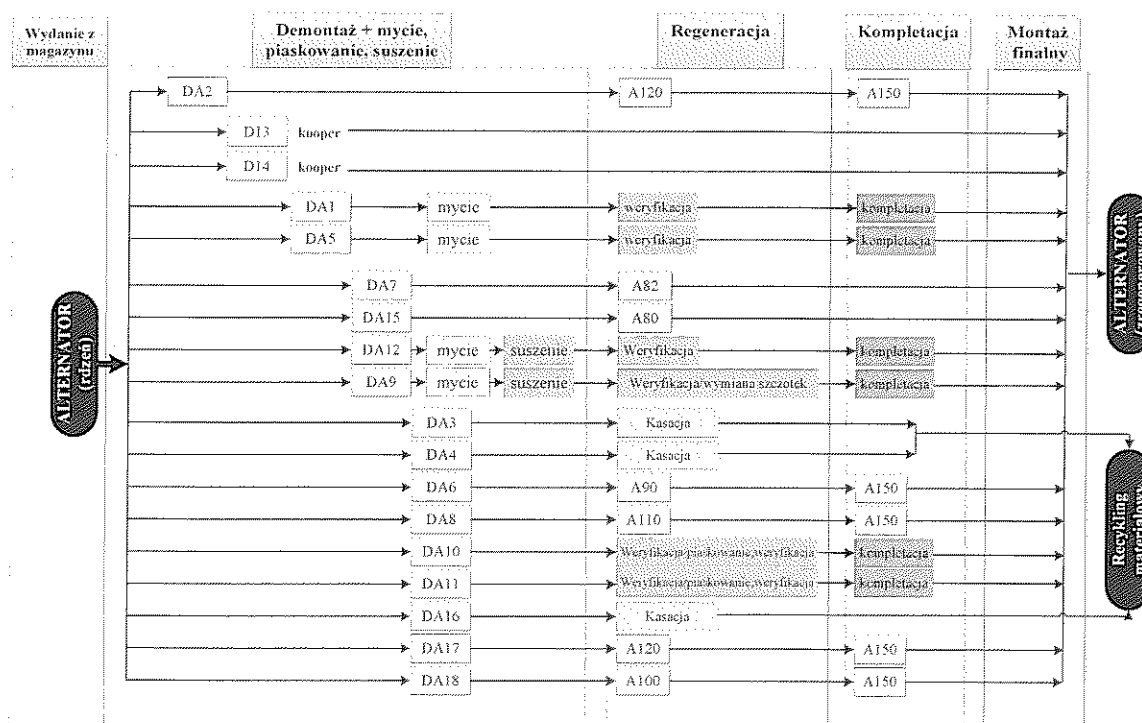
Podczas studium literaturowego (szczegółowe analizy w [P9-P11]) zidentyfikowano nieliczne opracowania na temat modelowania i symulacji procesu regeneracji z uwzględnieniem aspektów środowiskowych (ang. green simulation). Z tego względu konieczne było opracowanie autorskiej koncepcji budowania modelu symulacyjnego pozwalającej na odtworzenie uwarunkowań realizacji procesu regeneracji. Zaproponowane rozwiązanie uzupełniono również o autorskie podejście do pomiaru aspektów ekologicznych, ekonomicznych i społecznych w modelu symulacyjnym. Do zbudowania modelu symulacyjnego konieczne było opracowanie:

- autorskiej koncepcji definiowania obiektów (ang. Eco-object) pozwalających na pomiar oraz ocenę parametrów oddziaływania procesu regeneracji na środowisko naturalne (prace badawcze w tym obszarze zostały zaprezentowane w [P9]). Zdefiniowano obiekty do pomiaru: zużycia wody, zużycia energii, sprężonego powietrza, emisji CO₂ oraz ilości generowanych ścieków;
- autorskiej koncepcji modelowania przepływu procesu regeneracji (prace badawcze w tym obszarze zostały zaprezentowane w [P10]);
- autorskiej koncepcji oceny wyników eksperymentów symulacyjnych (prace badawcze w tym obszarze zostały zaprezentowane w [P11]).

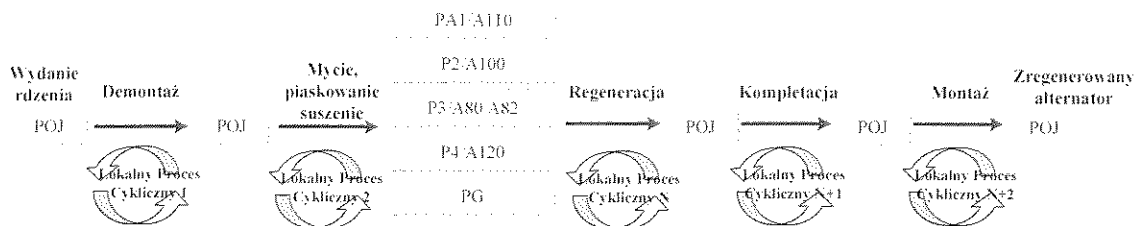
Podczas tworzenia modelu przepływu konieczne było uwzględnienie wewnętrznych uwarunkowań realizacji procesu CW1-CW4, które determinują:

- wielowariantowe przetwarzanie komponentów;
- wielowariantowy transport między stanowiskami pracy;
- operacje o zmiennych długotrwałościach realizacji;
- przepływy asynchroniczne, które są wejściami/wyjściami do kolejnych stacji roboczych.

W celu odwzorowania realnego procesu regeneracji w oprogramowaniu symulacyjnym zaprojektowano rozwiązanie bazujące na podejściu multimodalnym, które polega na modelowaniu przepływu wykorzystującego fragmenty lokalnych procesów cyklicznych (Rys. 12). Zaprojektowano w tym celu specjalny obiekt przepływu tzw. pojemnik (POJ). Ruch tego obiektu bazuje na realizacji cyklicznych lokalnych procesów transportowych (Rys. 12). Zaprojektowany obiekt przepływu (POJ) pozwala modelować proces ze zmienną (stochastyczną) ilością komponentów przepływających między cyklicznymi procesami lokalnymi. Takie rozwiązanie umożliwi odwzorowanie dyspersji (po demontażu) i ponownego łączenia przepływów (podczas wtórnego montażu) w procesie regeneracji. Na Rys.11 przedstawiono rzeczywisty przepływ materiałów w procesie na przykładzie regeneracji alternatora, a na Rys.12 przepływ procesu regeneracji tego samego wyrobu z wykorzystaniem autorskiego podejścia (przepływ obiektu POJ przez proces regeneracji).



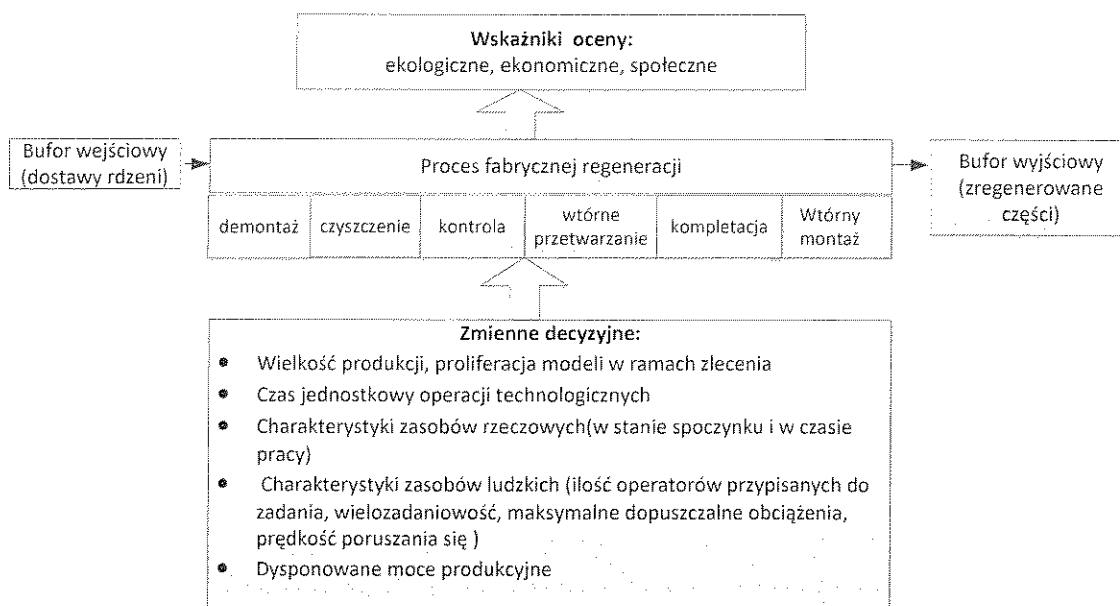
Rys.11. Przepływ w rzeczywistym procesie regeneracji alternatora; źródło: opracowanie własne na podstawie [P9].



Rys. 12. Przepływ procesu regeneracji w modelu symulacyjnym z wykorzystaniem obiektu POJ; źródło: [P10].

W ramach badań opracowano podejście do oceny wyników eksperymentów symulacyjnych na podstawie parametrów ilościowych (ekonomicznych, ekologicznych, społecznych), które zostały wbudowane w model symulacyjny. Ostateczna wersja modelu symulacyjnego w środowisku FlexSim została zbudowana ramach projektu badawczego SIRO.

Zaproponowane podejście do przeprowadzenia eksperymentów symulacyjnych oraz analizy uzyskanych wyników symulacji w aspekcie realizacji ZRP1-ZRP przedstawiono na rysunku (Rys. 13)



Rys. 13. Proponowane podejście do realizacji eksperymentów symulacyjnych i analizy ich wyników w aspekcie ZRP1-ZRP3; źródło: opracowanie własne na podstawie [P11].

W ocenie wyników eksperymentów symulacyjnych wykorzystany jest zbiór ilościowych wskaźników ekologicznych, ekonomicznych i społecznych. Wskaźniki ekologiczne pozwalające na pomiar stopnia realizacji ZRP2 są obliczane z wykorzystaniem Eko-obiektów i obejmują:

- zużycie wody;
- zużycie energii;
- zużycie sprężonego powietrza;
- emisje CO₂;

- ilości generowanych ścieków.

Szczegółowy opis tych wskaźników zawarto w [P9, P11]. Wskaźniki ekonomiczne umożliwiają ocenę stopnia realizacji ZRP1. Do pomiaru aspektów ekonomicznych opracowano wskaźniki:

- OEE (ang. Overall Equipment Effectiveness) - ogólna efektywność wyposażenia;
- RPT (ang. Remanufacturing process throughput)- przepustowość procesu regeneracji;
- RPC (ang. Remanufacturing process cycle) - długość cyklu procesu regeneracji;
- LT (ang. lead time) pozwalający na monitorowanie czasów realizacji operacji na poziomie danego zlecenia i pojemnika.

Szczegółowy opis tych wskaźników zawarto w [P11].

Do pomiaru stopnia realizacji aspektów społecznych ZRP3 wykorzystano wskaźnik ilościowy „średni poziom komfortu pracy” ACW (ang. Average Comfort at Work). Jest to wskaźnik zintegrowany, który określa udział czasu, jaki pracownik poświęca na transport rdzeni, chodzenie bez obciążenia, bezczynność i realizację operacji technologicznych na stanowisku pracy.

W zaproponowanej metodzie oceny stopnia realizacji ZR1-ZR3 z wykorzystaniem DES dedykowanej dla przedsiębiorstw o wysokim poziomie dojrzałości (Rys.10) po przeprowadzeniu eksperymentów symulacyjnych i ocenie ich wyników przy pomocy wskaźników ilościowych możliwa jest identyfikacja obszarów nie spełniających ZPR1-ZPR3. Dla tych obszarów następuje modyfikacja wartości zmiennych decyzyjnych w zaprojektowanych scenariuszach, a następnie zostają przeprowadzone ponownie eksperymenty symulacyjne i ich ponowna ocena. Po uzyskaniu zadowalających wartości analizowanych wskaźników dla scenariuszy następuje określenie priorytetów dla działań usprawniających, które mają zostać wdrożone w procesie regeneracji.

Zaproponowana metoda umożliwia wielowymiarową ocenę procesu efektywności regeneracji w zakresie spełnienia postulatów ZR1-ZRP3 poprzez dynamiczne testowanie różnych wariantów organizacji procesu regeneracji i wykorzystywanych zasobów. W efekcie realizowane jest podejście ciągłego doskonalenia procesu i możliwe jest osiągnięcie kolejnego poziomu dojrzałości procesowej, a co za tym idzie następuje osiągnięcie stanu „zrównoważonego procesu regeneracji”.

4.3.3.4. Podsumowanie

W ramach przedstawionego cyklu publikacji podjęto próbę odpowiedzi na pytanie badawcze PB1-PB4. Zdefiniowano stan referencyjny dla realizacji procesu regeneracji części samochodowych zgodnie z postulatami zrównoważonego rozwoju. Osiągnięcie stanu referencyjnego, zostało scharakteryzowane, przez:

- efektywne ekonomicznie wykorzystanie zasobów, co koresponduje z ZRP1;
- minimalizację generowania odpadów i emisji zgodnie z ZRP2;
- maksymalizację wtórnego wykorzystania używanych części samochodowych, co koresponduje z ZRP2;
- zapewnienie bezpiecznego i wspierającego rozwój pracowników warunków realizacji procesu regeneracji oraz generowanie minimalnych obciążeń dla otaczającej społeczności zgodnie z ZRP3.

Opracowane podejście pozwala na wdrażanie usprawnień i doskonalenie procesu regeneracji, w warunkach niepewności, gdy możliwość wykorzystania deterministycznych metod optymalizacji (np. programowania liniowego) jest ograniczona. Zaproponowane podejście umożliwia ocenę stopnia dojrzałości procesowej w MŚP realizujących regenerację części samochodowych oraz zastosowanie adekwatnych dla danego poziomu metod wspierania decyzji menedżerskich. W efekcie możliwe jest dokonanie analizy i oceny procesu regeneracji w aspekcie realizacji postulatów zrównoważonego rozwoju w warunkach ograniczonego dostępu do danych ilościowych. Przez wykorzystanie autorskiej metody GDM dokonano formalizacji wiedzy eksperckiej oraz jej integrację z istniejącymi w przedsiębiorstwie danymi liczbowymi. Stworzono system wspomaganie decyzji, który pozwala na efektywną agregację rozproszonych i heterogenicznych źródeł danych oraz skutkuje klasyfikacją MŚP w formie syntetycznego wskaźnika. W efekcie decydenci mogą uzyskać wiedzę, która umożliwia im wielowymiarową ocenę efektywności realizacji procesu regeneracji oraz doskonalenie procesu i przejście na kolejny poziom dojrzałości procesowej. Podsumowując, w ramach przeprowadzonych badań dokonano opracowania autorskiego podejścia w obszarze ekonomiki transportu, które obejmuje:

- zbudowanie MDPR dedykowanego do oceny stanu obecnego w świetle wymagań postulatów zrównoważonego rozwoju w realizacji procesu regeneracji części samochodowych. W ramach modelu scharakteryzowano poziomy dojrzałości procesowej oraz sparametryzowano każdy z wymiarów zrównoważonego rozwoju;
- zaprojektowanie ram dla wdrożenia zaproponowanego MDPR w przedsiębiorstwie. W tym celu opracowano metody szczegółowe pozwalające na identyfikację obszarów wymagających usprawnień w zależności od poziomu dojrzałości procesowej (niski, średni, wysoki). W celu usprawnienia procesu regeneracji w przedsiębiorstwie o niskim poziomie dojrzałości zaprojektowano metodę wykorzystującą narzędzia RMC. Dla przedsiębiorstw, o co najmniej średnim poziomie dojrzałości procesowej, gdzie możliwa jest ocena wskaźnikowa opracowano metodę z wykorzystaniem teorii systemów szarych (Grey Decision Making) pozwalającą na wykorzystanie wskaźników o różnorodnych charakterystykach (ilościowe oraz jakościowe) oraz ich normalizację i agregację.

W efekcie powstało autorskie podejście pozwalające na dokonanie klasyfikacji stanu obecnego z wykorzystaniem wielokryterialnej oceny parametrycznej oraz wspomagającej decyzje w zakresie przejścia na wyższy poziom MDPR przez algorytm nadawania priorytetów. Dla przedsiębiorstw o wysokim poziomie dojrzałości procesowej opracowano autorskie podejście do modelowania i symulowania procesu regeneracji w aspekcie zrównoważonego rozwoju, które pozwala testować w ujęciu dynamicznym różnorodne warianty wykorzystania zasobów w celu usprawniania procesu regeneracji.

Zaproponowane podejście pozwala na wielowymiarową analizę procesu regeneracji części samochodowych w perspektywie postulatów polityki zrównoważonego rozwoju. Wspiera ona decydentów (menadżerów lub właścicieli) w ocenie stanu obecnego, a następnie pozwala na identyfikację obszarów wymagających usprawnień i nadanie priorytetów działaniom usprawniającym. Jest to istotne ponieważ małe i średnie przedsiębiorstwa zajmujące się

regeneracją części samochodowych mają ograniczone zasoby, w związku z czym napotykają trudności we wdrażaniu równocześnie wielu działań usprawniających. Zaletą zaproponowanego podejścia jest wspieranie decyzji dotyczących usprawnień, koniecznych dla bardziej efektywnego wykorzystania zasobów w wymiarze ekonomicznym, ekologicznym i społecznym. Zastosowanie zaproponowanego podejścia umożliwia wtórne zagospodarowanie neutralnych odpadów z PWE i zapewnienie części zamiennych niezbędnych w eksploatacji pojazdów samochodowych przy minimalizacji negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne i w sposób efektywny ekonomicznie.

Proponowane podejście wpisuje się w istniejącą lukę deskryptywną i metodologiczną w zakresie analizy i oceny procesu regeneracji w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Ograniczeniem zaproponowanego podejścia jest koncentracja na specyfice małych i średnich przedsiębiorstw. Dalsze kierunki badań obejmować będą:

- budowę modelu zrównoważonego zarządzania przepływem materiałów w procesie regeneracji części samochodowych, który pozwoliłby na integrację poziomu strategicznego, taktycznego i operacyjnego;
- opracowanie metodyki wspierania decyzji w zakresie efektywnego zarządzania cyklem życia pojazdów przez zastosowanie systemów produktowo-serwisowych dedykowanych dla transportu publicznego (ang. Product-Service-Systems);
- zaprojektowanie metodyki oceny wpływu stosowania regenerowanych części na koszty eksploatacji pojazdów samochodowych.

4.4. Możliwości wykorzystania wyników badań

Badania posiadają potencjał do implementacji ich rezultatów w praktyce gospodarczej. Zaproponowane autorskie podejście wspierania decyzji menadżerskich w zakresie analizy wielowymiarowej efektywności procesu regeneracji w aspekcie realizacji postulatów zrównoważonego rozwoju ZRP1-ZRP3 ma charakter użyteczny. Zaprezentowane w monogramatycznym cyklu publikacji metody i narzędzia zostały opracowane przy uwzględnieniu uwarunkowań organizacji i realizacji procesu regeneracji części samochodowych występujących w MŚP.

Ocena w ramach modelu dojrzałości procesowej regeneracji MDPR odbywa się z wykorzystaniem kwestionariusza, który jest skonstruowany tak, aby była możliwa samoocena przez menedżerów. Opracowane szczegółowe metody wspierania decyzji menadżerskich są adekwatne do zastosowania dla przedsiębiorstw o niskim, średnim i wysokim poziomie dojrzałości procesowej.

Analiza literaturowa oraz doświadczenia wynikające z realizacji badań empirycznych w MŚP wskazują, że najczęściej MŚP realizujące regenerację części samochodowych znajdują się na niskim (P=1) oraz średnim (P=2) poziomie dojrzałości procesowej w aspekcie realizacji regeneracji zgodnie z ZRP1-ZRP3. Z tego względu dołożono starań aby metody i narzędzia opracowane dla ww. poziomów były łatwo stosowane w praktyce gospodarczej. **Opracowaną metodę do kwalifikacji stopnia „zrównoważonego procesu regeneracji” (ang. sustainable remanufacturing) z wykorzystaniem GDM zaimplementowano jako aplikację web-ową. Jest ona bezpłatnie dostępna dla przedsiębiorstw na stronie projektu SIRO (<http://siro.put.poznan.pl/app>). Rozwiązanie informatyczne zostało przygotowane**

w formie „czarnej skrzynki”, gdzie wprowadzenie informacji o firmie powoduje przeprowadzanie oceny zgodnie z metodą przedstawioną na Rys.7. Menedżerowie nie muszą posiadać jakiegokolwiek wiedzy z zakresu teorii systemów szarych, żeby użytkować aplikację podczas podejmowania decyzji ukierunkowanych na poprawę realizacji procesu regeneracji części samochodowych zgodnie z ZRP1-ZRP3.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

5.1. Działalność naukowo-badawcza przed uzyskaniem stopnia doktora

Działalność naukowa zrealizowana przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych obejmowała okres od października 2001 do maja 2008. W latach 2001-2003 byłam słuchaczką studium doktoranckiego na Wydziale Budowy Maszyn, a następnie w latach 2004-2005 na Wydziale Informatyki i Zarządzania. Od listopada 2005 byłam zatrudniona na stanowisku asystenta na Wydziale Informatyki i Zarządzania Politechniki Poznańskiej. W roku 2001 rozpoczęłam również studia podyplomowe Executive MBA (ang. Master of Business Administration) w Międzynarodowym Centrum Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, które ukończyłam z wyróżnieniem w 2003 (nagroda ABB „Strategia na strategiami 2003”).

W latach 2006-2008 byłam również akredytowanym ekspertem Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości PARP w zakresie świadczenia usług doradczych w ramach funduszy strukturalnych dla sektora małych i średnich przedsiębiorstw MŚP.

Zakres badań zrealizowanych przed uzyskaniem stopnia doktora obejmował dwa główne obszary tematyczne. Pierwszy z nich dotyczył zagadnień związanych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji oraz wsparcia informatycznego w planowaniu i sterowaniu produkcją, drugi nurt badań skupiał się na ocenie wpływu niepewności na planowanie produkcją i sterowanie jej przepływem, jak również tematykę zarządzania kryzysowego w systemach produkcyjnych.

W ramach pierwszego nurtu badań w okresie od września 2006r. do stycznia 2007r. (5 miesięcy) realizowałam grant badawczy DAAD na Uniwersytecie w Oldenburgu, Niemcy. Celem tego grantu było opracowanie modelu systemu agentowego do integracji rozproszonych źródeł danych na potrzeby planowania produkcją. W związku z realizacją tego grantu powstało 6 publikacji we współpracy z naukowcami z wydziału Informatyki Gospodarczej na Uniwersytecie w Oldenburgu:

1. GOLINSKA P., MARX GOMEZ J., *Concept of an Agent-Based System for Planning and Coordination of Material Flow in Closed loop Supply Chain*, [in:] Gnauck A.: Modellierung und Simulation von Ökosystemen. Umweltinformatik, Shaker Verlag, Aachen 2007, 224-239.
2. GOLINSKA P., FERTSCH M., MARX GOMEZ J., OLESKOW J., *The concept of Closed-loop Supply Chain Integration Through Agent-based System* [in:] Marx Gomez J. et al.: Information technologies in Environmental Engineering. Springer Verlag, Oldenburg, 2007, 189-202.
3. GOLINSKA P., FERTSCH M., MARX GOMEZ J., OLESKOW J., PAWLEWSKI P., *Agent-based solution for supporting Master Production Scheduling in ERP systems*. [in:]

- Proceeding of the 8th Annual Global Information Technology Management Association World Conference, GITMA2007, Naples, Italy, 17-19.06.2007.
4. GOLINSKA P., MARX GOMEZ J., SOLSBACH A., *The concept of an agent-based system for integrated production planning in supply chain*, [in:] Karwowski W., Trzcieliński S., (ed.): Value Stream Activities Management, IEA Press, Madison, 2007, 127-138.
 5. GOLINSKA P., MARX GOMEZ J., SAEZ MOSQUERA I., ARCO GARCIA L., *A new approach to reduce uncertainty of decision making in supply chain by application of artificial intelligence techniques*, [in:] Karwowski W., Trzcieliński S., (ed.): Value Stream Activities Management, IEA Press, Madison, 2007, 209-217.
 6. GOLINSKA P., Brehm N., FERTSCH M., MARX GOMEZ J., OLESKOW J., PAWLEWSKI P., *The proposal of production planning and control system applicable by supply chain integration by through agent-based solutions*, [in:] The proceedings of the 19th ICPR, 19th International Conference on Production Research, Valparaiso, Chile, 27.07-02.08.2007.

Drugi obszar mojej działalności naukowej obejmował badania nad wpływem zakłóceń występujących w systemie produkcyjnym na możliwość efektywnego sterowania przepływem produkcji w przemyśle samochodowym. Na przełomie 2005/2006 roku byłam koordynatorem badań empirycznych realizowanych przez studentów PP, które miały na celu pomiar sekwencji zleceń produkcyjnych w Volkswagen Poznań Samochody Użytkowe. Tematyka sterowania sekwencją pojazdów samochodowych w procesie produkcji była kontynuowana w badaniach realizowanych na potrzeby mojej rozprawy doktorskiej. Badania te miały na celu opracowanie modelu sterowania przepływem produkcji, umożliwiającego efektywne śledzenie przebiegu procesu produkcji w warunkach niepewności. W ramach zrealizowanych badań opracowano:

- klasyfikację istotnych zakłóceń procesu sterowania przepływem produkcji w warunkach niepewności na przykładzie przedsiębiorstwa budowy maszyn cechującego się wysoką stabilizacją produkcji;
- system wskaźników umożliwiający ocenę procesu, a następnie uruchomienie procedur regulacyjnych w momencie wystąpienia zakłóceń przekraczających poziom dopuszczalny;
- charakterystykę warunków niezbędnych do wdrożenia koncepcji zarządzania kryzysowego w obszarze sterowania przepływem produkcji;
- model służący do regulacji przepływu produkcji w przedsiębiorstwie budowy maszyn,
- wskaźniki służące ocenie skuteczności podjętych działań regulujących w obszarze sterowania przepływem produkcji.

Wyniki wyżej wymienionych badań zostały zawarte w rozprawie doktorskiej pt. „*Model sterowania przepływem produkcji w warunkach wysokiej stabilizacji produkcji w przedsiębiorstwie budowy maszyn*”, która została obroniona przeze mnie z wyróżnieniem w maju 2008 w naukach technicznych, w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.

W latach 2001-2008 byłam autorką i współautorką ponad 40 publikacji naukowych, w większości w języku angielskim, w tym 3 indeksowanych w WoS. Wygłosiłam również 16

referatów na konferencjach krajowych i zagranicznych. Szczegółowy wykaz publikacji naukowych opracowanych przed uzyskaniem stopnia doktora zawarto w załączniku 7c.

5.2. Działalność naukowo-badawcza po uzyskaniu stopnia doktora wraz z syntetycznym zestawieniem dorobku

Po uzyskaniu stopnia doktora (lata 2009-2019) moje zainteresowania naukowe obejmowały cztery obszary tematyczne:

- OB1: Regeneracja części samochodowych i proekologiczne zarządzanie w przemyśle samochodowym (obszar podstawowy)
- OB2: Wsparcie informatyczne procesów transportowych i logistycznych (w tym w aspekcie rozwoju zrównoważonego transportu)
- OB3: Wspieranie decyzji menadżerskich w obszarze poprawy efektywności funkcjonowania produkcji i logistyki (w szczególności w przemyśle samochodowym)
- OB4: Innowacyjność i foresight

Szczegółowy wykaz publikacji zamieszczono w załączniku 4.

Po uzyskaniu tytułu doktora (lata 2009-2018) opublikowałam **92** publikacji naukowych, w przeważającej większości w języku angielskim (ok. 73%). Wśród tych prac znalazło się **8** artykułów w czasopismach naukowych z listy A oraz **20** z listy B. **31** rozdziałów w monografiach, **7** prac wydanych jako materiały konferencyjne indeksowane w WoS, **13** redakcji monografii w języku angielskim (z czego **6** monografii jest indeksowanych w WoS), **3** redakcje woluminów z materiałami konferencyjnymi indeksowanymi w WoS oraz **3** monografie w języku polskim.

Trzy artykuły zostały opublikowane w w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR), ich **sumaryczny impact factor wynosi IF= 6,876** (odpowiednio 5-Year IF=7,584, liczony według JCR Thomson Reuters obowiązującym w roku wydania czasopisma). Wykaz wszystkich opublikowanych prac naukowych zamieszczono w Załączniku 4.

W tabeli poniżej (Tab.13) przedstawiono syntetyczne zestawienie publikacji oraz liczbę punktów przypisanych tym publikacjom według obowiązującego rozporządzenia MNiSW. W załączniku 7b przedstawiono zestawienie dorobku po uzyskaniu stopnia doktora zweryfikowane przez Bibliotekę Główna Politechniki Poznańskiej. **Łączna liczba punktów korespondująca z pracami opublikowanymi w latach 2009-2019 wynosi 729 pkt.**

Tab. 13. Syntetyczne zestawienie publikacji w latach 2009-2019

Rodzaj		Liczba publikacji	Liczba punktów
ISI Web of Science	JRC	3	100
	Pozostałe lista A	5	56
	Pozostałe	35	256
Lista B (z wyłączeniem prac indeksowanych w WoS)		17	127
Inne czasopisma recenzowane w języku angielskim		4	14
Inne czasopisma recenzowane w języku polskim		2	0

Rodzaj	Liczba publikacji	Liczba punktów
Monografie w języku polskim	3	60
Redakcja monografii naukowych nieindeksowanych w WoS	11	55
Rozdziały w monografiach nieindeksowanych w WoS	12	61
Suma:	92	729

¹ punkty liczone według rozporządzenia MNiSW w roku wydania publikacji.

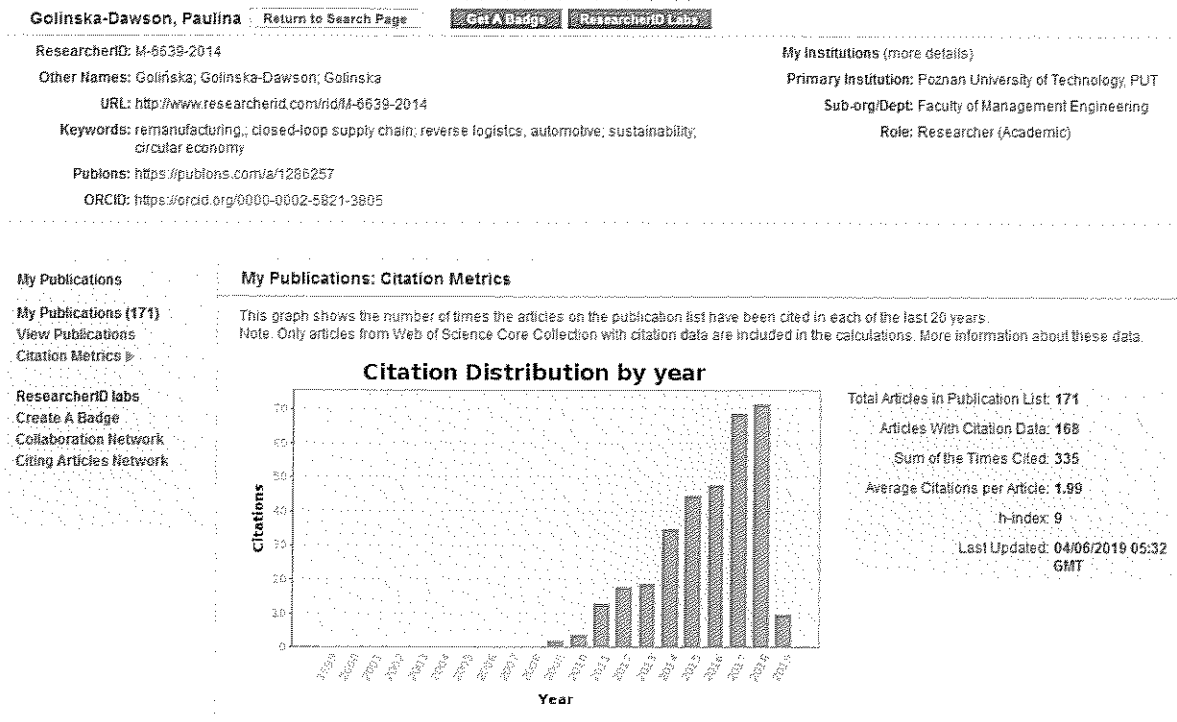
Porównanie liczby cytowań z wykorzystaniem różnych baz danych przedstawiono w Tab.14. Poniższa tabela (Tab.14) prezentuje liczbę publikacji autorki indeksowaną w WoS oraz liczbę cytowań i wynikającym z tego indeksem Hirscha.

Tab.14. Liczba publikacji, cytowań i indeksu h według różnych baz danych (na dzień 12.04.2019)

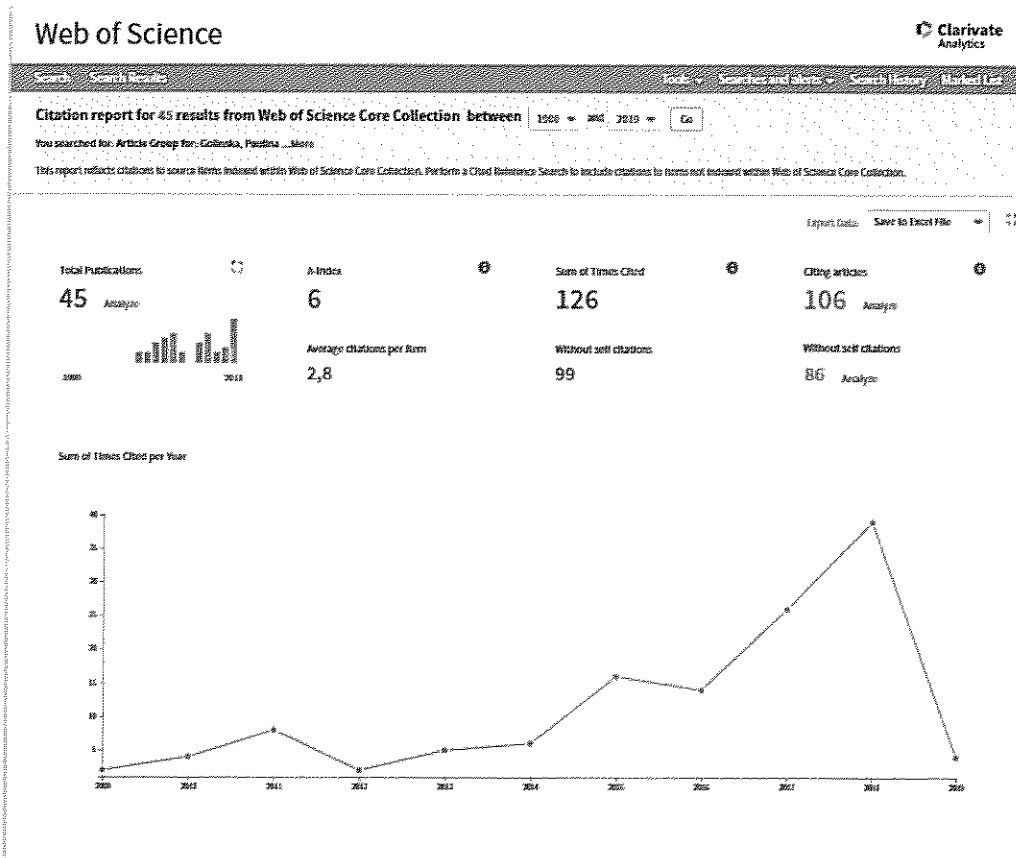
Baza danych	Liczba publikacji	Liczba cytowań pozycji indeksowanych	Liczba cytowań pozycji indeksowanych bez autocytowań	h-index
Web of Science (autor)	45	126	99	6
²² Web of Science (autor+redaktor naukowy)	171	335	--	9
Scopus	42	136	97	7
Google Scholar	114	519	--	12

Źródło: opracowanie własne

²² Jestem redaktorem lub współredaktorem 5 monografii oraz 3 tomów materiałów konferencyjnych indeksowanych w WoS. W WoS rozdziały z tych książek/materiałów konferencyjnych są odrębnymi rekordami, gdzie w polu „author” podany jest autor rozdziału, a w polu „editor” jest wskazane moje nazwisko, co powoduje, że te rekordy są cytowane jako osobne publikacje i automatycznie zliczane również do mojej puli cytowań wykazanej w profilu Researcher ID na WoS na dzień 12.04.2019. Wskaźnik ten wskazuje na mój wkład w zakresie redakcji recenzowanych publikacji naukowych.



Rys.14. Analiza cytowań pozycji indeksowanych w WoS z uwzględnieniem mojej roli jako redaktor naukowy; źródło: researcherid.com



Rys.15. Analiza cytowań w WoS, jako autor na dzień 12.04.2019; źródło: WoS

Uzyskane patenty

Wspólnie z naukowcami w Politechniki Wrocławskiej byłam członkiem zespołu, który pracował nad innowacyjnymi rozwiązaniami w zakresie transportu i logistyki. W efekcie powstały dwa wynalazki, które otrzymały patenty krajowe:

- Zgłoszenie patentowe P.419321 – Napęd samochodowej, kolumnowej windy załadowniczej, patent uzyskany: 24.10.2018;
- Zgłoszenie patentowe P418072 – Chwytnik ciśnieniowy do wielkogabarytowych tafli: patent uzyskany 21.08.2018

Dodatkowo złożono wniosek patentowy dla wynalazku: P418071 - Sposób wykrywania przeciążonych regałów magazynowych.

Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach

Byłam odpowiedzialna za koordynację merytoryczną i organizacyjną projektu badawczego SIRO (Sustainability In Remanufacturing Operations), realizowanego w ramach programu polsko-niemieckiej współpracy nad rzecz zrównoważonego rozwoju, NCBR, umowa nr. WPN 2/2012.

Pełniłam również rolę kierownik pola badawczego PB I w ramach projektu " Foresight „Sieci Gospodarcze Wielkopolski”- scenariusze transformacji wiedzy wspierające innowacyjną gospodarkę” PO IG działanie 1.1.1, POIG 01.01.01 - 30 - 014/09.

Byłam wykonawcą w ramach trzech projektów badawczych:

- LOGOS pt. "Model koordynacji wirtualnych łańcuchów dostaw spełniający wymogi społecznej odpowiedzialności biznesu" I Programu Badań Stosowanych ogłoszonego, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, PBS/180307/12;
- NEXUS pt "Anticipating potential future challenges at the water-food nexus", realizowanym na Uniwersytecie w Luksemburgu;
- KC4S, pt. „Knowledge Center for Sustainability” realizowanym na Uniwersytecie w Luksemburgu.

Staże naukowe

Po uzyskaniu stopnia doktora odbyłam staż naukowy na Uniwersytecie w Luksemburgu, w okresie od 1 marca do 15 lipca 2017. Brałam aktywny udział w wymianie kadry akademickiej w ramach programu Erasmus +:

- 2 krótkoterminowe staże na Politechnice w Walencji (Hiszpania);
- 1 staż krótkoterminowy na Uniwersytecie w Bayreuth (Niemcy);
- 1 staż krótkoterminowy na Uniwersytecie w Linköping (Szwecja).

Ekspertyzy i opracowanie zbiorowe

W okresie kwiecień-październik 2016 byłam ekspertem Komisji Europejskiej, Dyrekcji Generalnej ds. Badań i Rozwoju. W ramach prac zespołu badawczego uczestniczyłam w przygotowaniu ekspertyzy „Mapy drogowe dla STRIA” (ang. Strategic Transport Research and Innovation Agenda) dla obszaru tematycznego „projektowanie i produkcja pojazdów”.



Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową i organizacyjną

Po uzyskaniu stopnia doktora otrzymałam 5 Nagród Rektora Politechniki Poznańskiej za prowadzoną działalność naukową i organizacyjną:

- 2015- nagroda JM Rektora Politechniki Poznańskiej z działalność organizacyjną.
- 2013 - nagroda JM Rektora Politechniki Poznańskiej za działalność naukową.
- 2010 - Nagroda JM Rektora Politechniki Poznańskiej za przedsięwzięcia prowadzące do poprawy warunków i wyników pracy dydaktycznej.
- 2009 - Nagroda JM Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia we współpracy z najzdolniejszymi studentami.
- 2009 - Nagroda JM Rektora Politechniki Poznańskiej za prowadzenie najlepiej ocenianych zajęć na kierunku "Zarządzanie".

Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych

W latach 2008-2019 zaprezentowałam 32 referaty (+16 przed doktoratem) na konferencjach krajowych i międzynarodowych, z tego ok. 70% z nich była wygłoszona w języku angielskim.

B. Wybrane osiągnięcia w zakresie dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Od 2013 roku jestem członkiem rady naukowej czasopisma Production & Manufacturing Research, wydawanego przez Taylor & Francis. W 2016 roku byłam współredaktorem wydania specjalnego pt. "Mathematical Models for Supply Chain Management" w czasopiśmie Mathematical Problems in Engineering (czasopismo JCR z IF).

Od 2012 roku jestem redaktorem naukowym serii wydawniczej „Environmental Issues in Logistics and Manufacturing” wydawanej przez wydawnictwo Springer International (dawniej Springer Verlag), która od 2015 roku jest indeksowana w WoS .

Opieka nad doktorantami i studentami

Pełniłam funkcję promotora pomocniczego 3 prac doktorskich zrealizowanych na Wydziale Inżynierii Zarządzania. Szczegółowy opis ww. prac wraz z potwierdzeniem pełnienia funkcji promotora pomocniczego przedstawiono w Załączniku 7D.

Po uzyskaniu stopnia doktora byłam promotorem 48 prac magisterskich i 18 prac inżynierskich, z obszaru transportu i logistyki oraz zarządzania produkcją.

Współpraca międzynarodowa

W maju 2018 roku byłam profesorem wizytującym na Politechnice w Walencji (Hiszpania). Od września 2017 roku jestem również profesorem wizytującym na Uniwersytecie w Luksemburgu.

Od czasu udziału w konferencji ICOVACS w 2011 roku, utrzymuję nieformalną współpracę z naukowcami z Uniwersytetu Politechnicznego w Walencji (Hiszpania). Współpraca ta zaowocowała m.in. wspólnym wydaniem monografii naukowej w wydawnictwie Springer. W maju 2018 roku brałam udział w pracach panelu oceniającego prace dyplomowe studentów kierunku „Business Management”.

Od 2013 roku utrzymuję współpracę z naukowcami z Asian Institute of Technology (Tajlandia), gdzie w 2015 roku pełniłam funkcję przewodniczącego komitetu ds. publikacji na konferencji ICLS 2015.

W ramach projektu SIRO została zainicjowana współpraca z grupą Instytutu Fraunhofer'a zlokalizowaną na uniwersytecie Bayreuth (Niemcy), co zaowocowało wspólnymi publikacjami oraz złożeniem wniosku na realizację projektu badawczego.

Udział w radach naukowych i komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych

Od uzyskania stopnia doktora byłam przewodniczącym komitetów organizacyjnych trzech międzynarodowych konferencji naukowych oraz dodatkowo członkiem komitetu organizacyjnego dwóch konferencji międzynarodowych. Jestem członkiem rad naukowych i programowych ponad 15 konferencji międzynarodowych. Szczegółowy wykaz ww. konferencji przedstawiono w Załączniku 4.

Przygotowanie recenzji publikacji naukowych

Opracowałam ponad **50 recenzji dla czasopism z listy JCR**, przede wszystkim z obszaru logistyki oraz zarządzania produkcją, w szczególności dla publikacji dotyczących zagadnień związanych ze wdrażaniem postulatów polityki zrównoważonego rozwoju. Ponadto opracowałam ponad 75 recenzji publikacji zgłoszonych na konferencje krajowe i międzynarodowe. Ich szczegółowy wykaz przedstawiono w Załączniku 4.

Udział w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz stowarzyszeniach naukowych

Od 2013 roku jestem członkiem zarządu IFSL (ang. International Federation of Logistics and SCM Systems). Jestem członkiem następujących organizacji i stowarzyszeń naukowych:

- Polskiego Towarzystwa Logistycznego;
- Polskiego Towarzystwa Systemów Szarych;
- Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją;
- APRA (Automotive Parts Rebuilders Association) – Stowarzyszenie Regenerujących Części Motoryzacyjne.

Pozostała działalność dydaktyczna i organizacyjna

- W latach 2012-2016 byłam członkiem Rady Wydziału Inżynierii Zarządzania PP;
- Od 2005 roku pełnię funkcję opiekuna Koła Naukowego Logistyka;
- Od 2012 jestem członkiem Komisji ds. kształcenia na kierunku Logistyka;

Specjalizuję się w zagadnieniach z zakresu zarządzania produkcją i logistyką, w szczególności w przemyśle samochodowy oraz problemach zrównoważonego rozwoju w logistyce i produkcji. Jestem członkiem komisji ds. kształcenia na kierunku Logistyka oraz jednym z opiekunów KN „Logistyka”. Prowadzę zajęcia w języku polskim i angielskim na studiach I i II stopnia z zakresu zarządzania produkcją, organizacji produkcji i logistyki w przemyśle samochodowym, oraz aspektów operacyjnych logistyki (w tym m.in. gospodarki magazynowej, zarządzania łańcuchem dostaw). Jestem autorką podręcznika do nauki języka angielskiego dla logistyków oraz 2 zestawów materiałów dydaktycznych opracowanych w ramach projektu „Wiedza dla gospodarki” finansowanego ze środków EFS.

Sumaryczne zestawienie kryteriów osiągnięć

Wg Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 01.09.2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Tab.14 Sumaryczne zestawienie osiągnięć

Lp.	Kryterium według §3 p.4, §4 i §5	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
Kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych habilitantki				
1.	Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	0	3	3
2.	Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego	0	1	1
3.	Udzielone patenty krajowe	0	2	2
4.	Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach	0	0	0
5.	Monografie, publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie JCR: - autorstwo i redakcja monografii - autorstwo rozdziałów w monografii - autorstwo artykułów	0 12 3	19 31 32	19 43 35
6.	Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyzy	0	1	1
7.	Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania	0	6,876	6,876
8.	Liczba cytowań publikacji według bazy: - Web of Science (WoS) wyłącznie jako autor - Web of Science (WoS) z uwzględnieniem cytowań redagowanych przez mnie monografii - Scopus - Google Scholar	bd	126 335 121 486	126 335 121 486
9.	Indeks Hirscha według bazy: - Web of Science (WoS) - Web of Science (WoS) z uwzględnieniem cytowań redagowanych przez mnie monografii - Scopus - Google Scholar	bd	6 9 7 12	6 9 7 12
10.	Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach	0	5	5
11.	Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową	0	1	1
12.	Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych	16	32	48

Kryteria oceny w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej				
1.	Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach krajowych i międzynarodowych	1	2	3
2.	Udział w komitetach organizacyjnych krajowych lub międzynarodowych konferencji: - udział w komitetach organizacyjnych konferencji międzynarodowych - udział w radach programowych konferencji międzynarodowych	0 0	5 15	5 15
3.	Otrzymane nagrody i wyróżnienia	1	4	5
4.	Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	0	1	1
5.	Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych we współpracy z przedsiębiorcami	0	0	0
6.	Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism: - Komitet redakcyjny recenzowanego czasopisma międzynarodowego - Redaktor naukowy wydania specjalnego czasopism z listy JCR - Redaktor naukowy serii wydawniczej indeksowanej w WoS	0 0 0	1 1 1	1 1 1
7.	Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych - członkostwo w naukowych towarzystwach krajowych - członkostwo w międzynarodowych towarzystwach naukowych - członkostwo w zarządzenie międzynarodowego naukowego towarzystwa naukowego	0 0 0	3 2 1	3 2 1
8.	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki: - Opieka nad kołem naukowym - Opieka na stażami przemysłowi studentów - Opracowanie monografii i materiałów dydaktycznych - Członek komisji ds. kształcenia na kierunku Logistyka - Członek Rady Wydziału	1 1 0 0 0 0	1 1 3 4 1 1	1 1 3 4 1 1
9.	Opiekę naukową nad studentami: - promotor prac mgr - promotor prac inż.	0 0	48 18	48 18
10.	- Promotora pomocniczy prac doktorskich	0	3	3
11.	Stáže w zagranicznych ośrodkach naukowych lub akademickich;			

	- Staże długoterminowe	1	1	2
	- Staże krótkoterminowe w ramach Erasmus	0	4	4
12.	Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców	0	1	1
13.	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	1	3	4
14.	Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych:			
	- recenzowanie publikacji z listy JCR	0	52	52
	- recenzowanie publikacji konferencyjnych	0	78	78
	- recenzowanie czasopism międzynarodowych krajowych z poza listy A	0	18	18
Liczba kryteriów oceny łącznie:		26	Liczba spełnionych kryteriów:	24

Źródło: opracowanie własne



Paulina Golińska-Dawson
Poznań, dnia 12/04/2019

