

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

DYCYPLINA NAUKOWA INŻYNIERIA MECHANICZNA

DZIEDZINA NAUK INŻYNIERYJNO – TECHNICZNYCH

Rozprawa doktorska

mgr Daniel Jan Marcasii

**Ocena niezawodności eksploatacyjnej urządzeń technicznych
na przykładzie samochodu z napędem elektrycznym**

Promotor

dr hab. inż. Tadeusz Sałaciński, prof. PW

Promotor pomocniczy

dr inż. Krzysztof Krystosiak

WARSZAWA 2023

Podziękowania

Autor dziękuje:

- Prof. dr hab. inż. Tomaszowi Chmielewskiemu - Dziekanowi Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Warszawskiej za okazaną pomoc i wsparcie w procedurze doktoryzowania,
- Dr hab. inż. Tadeuszowi Sałacińskiemu, prof. PW – Kierownikowi Zakładu Automatyzacji i Obróbki Skrawaniem, Wydział Mechaniczny Technologiczny Politechniki Warszawskiej za opiekę merytoryczną niniejszej rozprawy,
- Dr inż. Krzysztofowi Krystosiakowi - Adiunktowi z Instytutu Organizacji Systemów Produkcyjnych, Wydział Mechaniczny Technologiczny Politechniki Warszawskiej za wsparcie i koleżeńską pomoc

oraz

- Dr Adamowi Depcie za pomoc przy opracowaniu wyników badań ilościowych,
- Jerzemu Fijasowi – Kierownikowi projektu „Odnawialne źródła energii podstawą zaopatrzenia w energię elektryczną budynków i środków transportu PGL LP” za umożliwienie przeprowadzenia badań jakościowych w Lasach Państwowych.

Streszczenie

Celem pracy było zaproponowanie metody oceny innowacyjnej technologii elektrycznej w zakresie cech wymiernih i niewymiernih w warunkach zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju, a także ustalenie poziomu jej zrównoważenia w aspekcie: ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym i społecznym wraz z wybranymi celami zrównoważonego rozwoju oraz wskazaniem kierunku jej upowszechnienia.

W celu osiągnięcia wyznaczonego założenia przeprowadzono przegląd literatury zakończony propozycją definicji, która umożliwia stworzenie nowych standardów w zrównoważonym zarządzaniu przedsiębiorstwem oraz opracowaniem modelu teoretycznego. Dla uzasadnienia stosowności powyższej definicji wykorzystano metodę eksplantacji (wyjaśnienia), tym samym uzasadniono zaprezentowane elementy trwałego synergicznego rozwoju, scharakteryzowano ich uwarunkowania oraz wyznaczono potencjalne zależności pomiędzy nimi.

Model teoretyczny podparty został oceną liczbową materiału empirycznego, zatem pomiarem całościowego wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej pod względem zarówno niewymiernym (niepieniężnym) oraz wymiernym (pieniężnym), jak również oddziaływaniem na poszczególne wymiary i realizację zrównoważonego rozwoju z wybranymi jego celami, z uwzględnieniem oceny i ustaleniem kierunku adopcji danej innowacji.

Do pomiaru efektów niewymiernih ekonomicznie (niepieniężnych) wykorzystano metodę porządkową, metodę punktową oraz metodę statystyczną w postaci wielowymiarowej analizy porównawczej (WAP) umożliwiającą porównywanie obiektów wielocechowych. Badanie pozwoliło dokonać analizę uwarunkowań złożonego zjawiska, jakim jest poziom rozwoju technologii zastosowanej w samochodach elektrycznych, za pomocą jednej wartości liczbowej, co ułatwia wszelkie porównania.

W części poświęconej badaniom jakościowym, odnoszącym się do wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej na poszczególne wytypowane wymiary, realizacji wybranych celów oraz określenia poziomu zrównoważenia, zastosowano metodę studium przypadku. Metoda ta umożliwia dogłębne zrozumienie badanego zjawiska. Uzyskane wyniki poddano analizie w oparciu o obliczenia wraz z identyfikacją aspektów zmiennych wkładów danych wymiarów. W tym celu wykorzystano narzędzie statystyki opisowej.

W ostatnim etapie badań wykorzystano analizę atrybutów technologii elektrycznej (pojazdu z napędem elektrycznym) w celu udzielenia odpowiedzi czy technologia elektryczna podąża w kierunku upowszechnienia się.

Zastosowane metody dotyczące uwypuklenia aspektów niemierzalnych i mierzalnych wskazują korzyści, jak również newralgiczne obszary wymagające korekty. Wsparcie badań ilościowych badaniami jakościowymi umożliwiły dogłębniej przeanalizować wpływ technologii elektrycznej na zrównoważony rozwój poprzez poszczególne wytypowane wymiary wraz z wybranymi jego celami. Uzyskane wartości umożliwiły określenie poziomu wkładu poszczególnych wymiarów, wytypowaniu wniosków, które można wykorzystać na podłożu poznawczym oraz utylitarnym.

Finalnie opracowano model, który umożliwia wskazanie efektów niewymiernych i wymiernih innowacyjnych technologii elektrycznych oraz określenie ich postępu w stronę realizacji.

Słowa kluczowe: innowacyjna technologia elektryczna, efekty niewymiernie i wymiernie ekonomiczne, zrównoważony rozwój, wymiary (ekologiczny, ekonomiczny, prawny, technologiczny, społeczny), adopcja innowacji.

Summary

The aim of the study was to propose a method for the assessment of innovative electrical technology in terms of measurable and unmeasurable features in the conditions of sustainable development, as well as to determine the level of its sustainability in the ecological, economic, legal, technological and social aspects, together with selected sustainable development goals and with an indicate of the direction of its dissemination.

In order to achieve set goal, a literature review was carried out, which ended with a proposal for a definition that enables the creation of new standards in sustainable business management and the development of a theoretical model. To justify the appropriateness of the above definition, the method of explantation (explanation) was used, thus justifying the presented elements of sustainable synergistic development, characterized their conditions and determined potential dependencies between them.

The theoretical model was supported by a numerical evaluation of the empirical material, i.e. a measurement of the overall impact of the innovative electrical technology in terms of both unmeasurable (non-monetary) and measurable (monetary) terms, as well as the impact on individual dimensions and the implementation of sustainable development with selected goals, taking into account the assessment and determination of the direction of adoption of a given innovation.

To measure economically unmeasurable (non-monetary) effects, the ordinal method, the point method and the statistical method in the form of multivariate comparative analysis (WAP) were used, enabling the comparison of multi-feature objects. The study made it possible to analyse the determinants of the complex phenomenon of the level of development of the technology used in electric cars using a single numerical value, which facilitates all comparisons.

In the part devoted to qualitative research, referring to the impact of innovative electrical technology on individual selected dimensions, the achievement of selected objectives and the determination of the level of sustainability, the case study method was used. This method enables an in-depth understanding of the phenomenon being studied. The obtained results were analyzed on the basis of calculations along with the identification of aspects of variable contributions of given dimensions. For this purpose, a descriptive statistics tool was used.

In the last stage of the research, the analysis of the attributes of the electrical technology (electrically powered vehicle) in order to answer whether electric technology is moving in the direction of widespread use.

The applied methods concerning the emphasis on unmeasurable and measurable aspects indicate the benefits as well as the critical areas that require correction. Supporting quantitative research with qualitative research made it possible to analyze in more depth the impact of electrical technology on sustainable development through individual selected dimensions together with its chosen objectives. The obtained values made it possible to determine the level of contribution of individual dimensions, selection of conclusions that can be used on cognitive and utilitarian grounds.

Finally, a model was developed that allows for the identification of unmeasurable and measurable effects of innovative electrical technologies and to identify their progress towards implementation.

Keywords: innovative electrical technology, unmeasurable and measurable economic effects, sustainable development, dimensions (ecological, economic, legal, technological, social), adoption of innovation.

Spis treści

1	WPROWADZENIE	13
1.1	Uzasadnienie wyboru branży motoryzacyjnej jako obszaru badań.....	16
1.2	Problem badawczy.....	23
1.3	Przedmiot badań	25
1.4	Cele pracy	26
1.5	Teza i hipotezy badawcze.....	26
1.6	Metodyka badań	27
2	CHARAKTERYSTYKA STUDIALNA OBSZARU BADAWCZEGO.....	30
2.1	Zrównoważony rozwoju – istotne informacje	30
2.1.1	Zrównoważony rozwój – geneza.....	30
2.1.2	Determinanty zrównoważonego zarządzania przedsiębiorstwem.....	33
2.1.3	Klasyfikacja zrównoważonego rozwoju w świetle literatury	37
2.1.4	Charakterystyka wymiarów zrównoważonego rozwoju	41
2.1.5	Krytyczne spojrzenie na koncepcję zrównoważonego rozwój	45
2.1.6	Rola innowacji w zrównoważonym przemyśle.....	52
2.2	Idea innowacji w zrównoważonym przemyśle motoryzacyjnym.....	53
2.2.1	Innowacja - wczesne ujęcie.....	53
2.2.2	Rodzaje innowacji	57
2.2.3	Determinanty innowacji i adopcji w branży motoryzacyjnej.....	60
2.3	Uwarunkowania branży motoryzacyjnej a adopcja innowacji	60
2.3.1	Dyfuzja innowacji - model Rogersa.....	61
2.4	Charakterystyka innowacyjnych technologii elektrycznych oraz przegląd metod do ich oceny.....	63
2.4.1	Zarys postępu technologii elektrycznej w branży motoryzacyjnej	63
2.4.2	Charakterystyka współczesnego pojazdu z napędem elektryczny i infrastruktury	64
2.4.3	Zrównoważone wnętrze na przykładzie pojazdu eklektycznego BMW i3	74
2.4.4	Czynniki wpływające na adopcje innowacji w branży motoryzacyjnej	75
2.4.5	Znaczenie innowacyjności w zrównoważonym przedsiębiorstwie.....	77
2.5	Przegląd metod oceny technologii.....	80
2.5.1	Podział i analiza wybranych metod oceny technologii	80
2.5.2	Najpowszechniejsze wskaźniki do oceny rozwoju	89
2.5.3	Ocena przeglądu wybranych metod i wskaźników oceny technologii	94

2.6	Określenie, szeregowanie, dobór wskaźnika zrównoważonego rozwoju”	95
2.6.1	Określenie wskaźnika zrównoważonego rozwoju	95
2.6.2	Wybór wskaźników oraz ich szeregowanie	95
2.6.3	Dobór wskaźników zrównoważonego rozwoju	98
2.6.4	Konstrukcja wskaźników zgodnie z ładami	99
2.6.5	Zestawienie współczynników i wskaźników w zrównoważonym rozwoju.....	99
2.6.6	Klasyfikacja Celów zrównoważonego rozwoju i wskaźników	102
2.7	Podsumowanie przeglądu literatury, propozycja definicji wraz z jej charakterystyką	106
3	PROJEKT METODY OCENY INNOWACJI TECHNOLOGII	
	ELEKTRYCZNEJ	115
3.1	Idea projektowanej metody	115
3.2	Założenia projektowanej metody.....	122
3.3	Proponowana struktura metody oceny innowacyjnych technologii elektrycznych.	125
3.4	Zweryfikowanie innowacyjności oraz zrównoważenia innowacyjnej technologii elektrycznej.....	132
3.4.1	Ekoinnowacja w branży motoryzacyjnej na przykładzie pojazdu elektrycznego BMW i3	132
3.4.2	Zgodność technologii elektrycznej ze zrównoważonym rozwojem na przykładzie pojazdu elektrycznego BMW i3	135
3.5	Konstrukcja całościowej metody oceny innowacyjnej technologii elektrycznej	138
3.6	Wybór innowacyjnej technologii według następujących kryteriów.....	140
3.7	Obiekty i obszary i identyfikujące efekty niewymierne ekonomicznie	141
3.7.1	Cechy niewymierne, wskazane możliwości ich oceny	150
3.8	Obszary identyfikujące efekty wymierne ekonomicznie.....	161
3.8.1	Cechy wymierne, wskazane możliwości ich oceny	161
3.9	Procedura i obszar badań jakościowych.....	163
3.9.1	Procedura doboru wymiarów i zakresów tematycznych oraz tworzenie wskaźników do oceny zrównoważenia i upowszechnienia.	163
3.9.2	Dobór i charakterystyka zaproponowanych wymiarów oraz celów zrównoważonego rozwoju w projektowanej metodzie.....	167
3.9.3	Procedura doboru narzędzi badawczych oraz jednostki badawczej – wstępna weryfikacja.....	187
3.9.4	Poziom zrównoważenia, wskazane możliwości ich oceny	188
3.9.5	Charakterystyka metody studium przypadku	189
3.9.6	Tryb przebiegu badań jakościowych.....	192

4	WERYFIKACJA METODY OCENY INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII ELEKTRYCZNYCH W UJĘCIU CAŁOŚCIOWYM	196
4.1	Ocena innowacyjnej technologii elektrycznej na płaszczyźnie efektów niewymiernych i wymiernych	196
4.1.1	Procedura badania oceny cech niewymiernych wartościowo	196
4.1.2	Analiza badań cech niemierzalnych wartościowo	199
4.1.3	Analiza badań cech mierzalnych wartościowo	213
4.2	Ocena innowacyjnej technologii elektrycznej na płaszczyźnie zrównoważenia i upowszechnienia.....	219
4.2.1	Badana organizacja – obszar badań	219
4.2.2	Wyniki badań i wnioski z przeprowadzanej oceny zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju.	220
4.2.3	Wyniki przeprowadzonych badań – wpływ technologii elektrycznej na poszczególne wymiary oraz realizację zrównoważonego rozwoju.	242
4.2.4	Analiza kontekstowa wybranych wymiarów	248
4.2.5	Analiza atrybutów ekologicznej innowacji wpływających na akceptację pojazdu z napędem elektrycznym.....	252
4.3	Zalety i ograniczenia proponowanej metody.....	255
	PODSUMOWANIE	257
	LITERATURA	273
	SPIS RYSUNKÓW	299
	SPIS TABEL.....	300
	SPIS WYKRESÓW.....	302
	ZAŁĄCZNIKI	303
	Załącznik 1. Wskaźnik zrównoważonego rozwoju kraju z roku 2011 i 2015 poszeregowane według łądów i dziedzin	303
	Załącznik 2. Wybrane cele oraz zasadnicze wskaźniki przeznaczone dla polskiego biznesu	304
	Załącznik 3. Porównanie cen analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych.....	305
	Załącznik 4. Wykresy prezentujące parametry techniczno-użytkowe pojazdów elektrycznych.....	306
	Załącznik 5. Kwestionariusz badawczy, parametry techniczno-użytkowe	313
	Załącznik 6. Kwestionariusz ankietowy	315

1 WPROWADZENIE

*„Zrównoważony rozwój to rozwój,
który zaspokaja potrzeby obecne,
nie zagrażając możliwościom zaspokojenia
potrzeb przyszłych pokoleń”*

Raport Brundtland, *Our Common Future*,
WCED 1987.

Powaga sytuacji związanej z mało optymistycznymi prognozami dla przetrwania ludzkości, przyczyniły się do powstania w ubiegłym stuleciu koncepcji zrównoważonego rozwoju, której przesłanie mówi o tym, aby *„rozwój, który zaspokaja potrzeby obecne, nie zagrażał możliwościom zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń”*¹. Pomimo tego, że prowadzone są działania minimalizujące negatywne skutki wynikające z obecnego modelu gospodarki przedsiębiorstw i organizacji, nadal postępują zmiany klimatyczne², które mają wpływ na cały świat. Wzrost temperatury na Ziemi, topniejące lodowce, podnoszący się poziom mórz, anomalie pogodowe (ekstremalne upały opady, susze), wybuchy epidemii wynikające m.in. z likwidacji znacznych obszarów leśnych, to niektóre czynniki wskazujące zatrważające i nasilające się następstwa zmiany klimatu³ dlatego też, w celu przetrwania gatunku ludzkiego należy podjąć działania, które zbudują świat symbiozy między człowiekiem a przyrodą.

Współczesny model rozwoju gospodarki oparty jest wyłącznie na Produkcie Krajowym Brutto (PKB), który głównie pochodzi z „brudnych technologii” wykorzystywanych m.in. przez tzw. „trucielei”, jak np. elektrownie węglowe⁴ oraz transport samochodowy⁵. Oprócz korzyści płynących od tych podmiotów m.in. finansowych stymulujących wzrost gospodarczy, zagregowane są z tym również negatywne skutki, a znaczne środki pochodzące z PKB przeznaczone są na redukcję niepożądanych skutków wyrządzonych środowisku naturalnemu oraz ludzkości. Pomimo istotnego zaawansowania technologicznego, obecny rozwój

¹ Raport Brundtland, *Our Common Future*, WCED 1987.

² Goal 13: *Take urgent action to combat climate change and its impacts*,
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/>.

³ *Special report: Global warming of 1.5 °C*, <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>.

⁴ *20 dużych firm odpowiada za jedną trzecią emisji gazów cieplarnianych w Europie. Największym trucieliem jest Elektrownia Bełchatów*, <https://biqdata.wyborcza.pl/biqdata/7,159116,26819643,20-duzych-firm-odpowiada-za-jedna-trzecia-emisji-gazow-cieplarnianych.html>, [dostęp 24.02.2021].

⁵ *Trujące samochody*, <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/trujace-samochody.html>, [dostęp 29.01.2019].

gospodarczy oraz postęp okupiony jest ceną w postaci degradacji środowiska naturalnego i jego wartości. Nieuchronna jest więc m.in. zmiana modelu gospodarki, zwiększenie popytu i podaży na np. innowacje wpisujące się w koncepcję zrównoważonego rozwoju, w tym pojazdy z napędem elektrycznym oraz nową jakość zarządzania organizacją, poprzez skuteczniejsze organizowanie czy mierzenie realizacji celów zrównoważonego rozwoju. Podążając za myślą, że działania lokalne mają wpływ na cały świat, właściwym miejscem transformacji są ośrodki regionalne, które borykają się m.in. ze smogiem, hałasem, brudem oraz organizacje o znaczącym wpływie na otoczenie i środowisko. Istotną rolę w tym zakresie odgrywa transport (publiczny, prywatny), który wykorzystuje tzw. brudne technologie (jak np. silnik spalinowy) oraz przedsiębiorstwa/organizacje, które w większości bazują na nim do realizacji obranych celów strategicznych. Wykorzystanie innowacyjnych sposobów zarządzania, ekologicznych innowacji oraz innych rozwiązań zgodnych z ideą zrównoważonego rozwoju, może znacząco wpłynąć na korzystną interakcję człowieka z przyrodą. Pomimo logiczności zastosowania danych metod i narzędzi w celu np. redukcji szkodliwych substancji z otoczenia, niektóre z nich mogą również oddziaływać niekorzystnie na otoczenie i środowisko naturalne, w konsekwencji prowadząc do znacznego oraz widocznego regresu działań w realizacji idei zrównoważonego rozwoju. Należy również nadmienić, że pomimo niesienia za sobą przez daną technologię pozytywnego impaktu dla gospodarki, otoczenia i środowiska może ona nie zostać zaadoptowana przez społeczeństwo z powodu np. konfliktu interesów, niezrozumiałości technologii, braku popytu na nie itp.

Wprowadzenie działań, które zahamują bądź zatrzymają negatywne skutki wynikające z przemian gospodarczych są wskazane. Działania te przeprowadza się zgodnie ze strategią zrównoważonego rozwoju, a także zgodnie z polityką państw, gmin bądź przedsiębiorstw. Znaczącą rolę w stabilizacji gospodarki oraz jej rozwoju może odegrać przemysł, którego kluczowym ogniwem będą innowacje respektujące m.in. wymogi ekologiczne⁶, poprzez wpływ na „gospodarkę niskoemisyjną”, jak innowacje technologiczne oraz innowacje rzutujące na styl organizacji i zarządzania przedsiębiorstwem. Mając na względzie innowacyjność oraz tworzenie przewagi konkurencyjnej, rozważa się także znaczenie społecznej odpowiedzialności biznesu⁷. Kieruje to do propozycji reorganizacji działań w zakresie łańcucha wartości, co skutkuje tym, że przedsiębiorstwo przynosi korzyści sobie oraz społeczeństwu⁸. Pomimo

⁶ Kożuch M., Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr 50 (2/2017), s. 66.

⁷ Choduryński A., *Ekoinnowacje w strategicznym podejściu organizacji odpowiedzialnej*, [w:] Fatuły D. (red.), *Uwarunkowania Zrównoważonego Rozwoju Organizacji*, Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2019, s. 41.

⁸ M.E. Porter, M.R. Kramer, *Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility*, „Harvard Business Review” 2006, Vol. 84, No. 12, s. 78–92.

znacznej wiedzy w tym zakresie, polskie firmy na tle pozostałych krajów europejskich pod względem środowiskowym oraz społecznym znajdują się na niskiej pozycji w rankingu. Sytuacje związane z aspektem środowiskowym obrazuje ranking *Environmental Performance Index 2020*⁹, w którym Polska zajmujemy 37 lokatę z wartością punktów 60,9, natomiast pod względem społecznym badanie *Sustainable Working Environment Index 2021*¹⁰ wskazało najniższą wartość 29%, określoną przez respondentów z Polski pod względem dbałości o dobrostan oraz zdrowie przez ich przedsiębiorstwa. Uzyskany wynik uplasował Polskę w tym obszarze na ostatnim miejscu spośród wszystkich badanych krajów. Ponadto często występują w stosunku co do przedsiębiorstw i organizacji zastrzeżenia dotyczące sposobu realizacji zrównoważonego rozwoju¹¹, które przejawiają się częstokrotnie niezgodnością między faktycznie podejmowanymi działaniami, a wcześniej przez nich zapowiadanymi. Stan ten może wynikać z wielu przyczyn. Znaczącą spośród nich jest trudność przeprowadzenia pomiaru dokonań w realizacji zrównoważonego rozwoju (Brzozowski 2015). Ponadto występuje wyjątkowo trudny problem pomiaru cech zrównoważonego rozwoju (Borys 2014). Skala tego problemu wynika z powodu zróżnicowanego stosunku do zagadnienia (Litman 2008). W literaturze przedmiotu występują **luki teoretyczne** odnoszące się do obszaru koncepcji zrównoważonego rozwoju, które uwypuklają się m.in.: brak jednoznacznej definicji, pokazującej konkretne cele oraz działania, niejednomysłność podejścia do koncepcji zrównoważonego rozwoju, „rezygnacji z postaw antropocentrycznych” (Jabareen, 2008; Ciegis R, 2009; Poczta-Wajda A., Sapa, 2019), jak również **luki metodyczne** objawiające się problemem z pomiarem zrównoważonego rozwoju i doбором właściwych mierników oraz metod, wadami stosowanych mierników, niedostatkami wiedzy i narzędzi w tym obszarze (m.in.: Kosiek, 2015; Lippert, 2004; Kingsnorth, 2012; Jabareen, 2008; Matuszczak, 2013, Bell i Morse 2008; Koroneos, Rokos, 2012; Sobczuk, 2013; Hove, 2004; Sztumski), co uniemożliwia stworzenie zrównoważonej organizacji.

Odnosząc się do powyższych aspektów istotne jest, aby nie ograniczać się wyłącznie na teoretyzowaniu w tych obszarach, gdyż działania w tej formie nie przybliżą do wyznaczenia modelu oceny uwarunkowań w ujęciu całościowym innowacyjnej technologii elektrycznej wraz z jej wpływem na realizację zrównoważonego rozwoju. Tak więc, rozważania teoretyczne należy poprzeć oceną liczbową materiału empirycznego, zatem pomiarem całościowego

⁹ *Environmental Performance Index 2020*, <https://epi.yale.edu/epi-results/2020/component/epi>.

¹⁰ *Sustainable working environment index 2021*, <https://www.epson.co.uk/eco-values>.

¹¹ Brzozowski T., *Zrównoważony rozwój organizacji – ujęcie praktyczne*, [w:] Borys T., Bartniczak B., Ptak M. (red.), *Zrównoważony rozwój organizacji – odpowiedzialność środowiskowa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2015, s. 137.

wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej pod względem zarówno niewymiernym (niepieniężnym) oraz wymiernym (pieniężnym), jak również oddziaływaniem na poszczególne wymiary i realizację zrównoważonego rozwoju z wybranymi jego celami oraz uwzględnieniem oceny i ustaleniem kierunku adopcji danej innowacji.

W celu możliwości prowadzenia organizacji/przedsiębiorstwa w sposób zrównoważony podjęto próbę opracowania jednoznacznej definicji konkretyzującej obszar i kurs zrównoważonego rozwoju wraz z metodą oceny innowacji technologii elektrycznej w zakresie cech wymiernych i niewymiernych w warunkach zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju.

1.1 Uzasadnienie wyboru branży motoryzacyjnej jako obszaru badań

Branża motoryzacyjna coraz częściej zwraca uwagę na zachodzące zmiany klimatyczne, do których znacząco się przyczynia m.in. poprzez emisję spalin przez transport. Należy zwrócić uwagę, iż najpopularniejszym środkiem transportu jest dziś samochód¹² z silnikiem spalinowym. W 2018 roku szacunkowa liczba pojazdów samochodowych (w tym ciężarówek i autobusów) wynosiła ok. 1,4 miliarda¹³. Jest to ogromny wzrost na przestrzeni 40 lat, gdyż w 1976 roku było ich 342 miliony. Ogromny popyt na ten cywilizacyjny środek transportu wiąże się między innymi z dużym zapotrzebowaniem na zasoby materiałowe, co w konsekwencji prowadzi do konieczności ich pozyskiwania w wielkich ilościach. Światowe potrzeby na nie i związana z ich pozyskiwaniem oraz eksploatacją emisja szkodliwych gazów do atmosfery, w tym CO₂, jest poważnym zagrożeniem nie tylko dla zdrowia i życia człowieka, ale także dla środowiska naturalnego. Czynniki te, jak również możliwości techniczno – technologiczne połączone z innowacyjnością, doprowadziły do stopniowego wypierania pojazdów z napędem tradycyjnym przez pojazdy z napędem elektrycznym^{14,15,16,17,18}.

W rozwoju nisko- i zero emisyjnego transportu w Europie ważną rolę odgrywa Unia Europejska, której jednym z celów jest m.in. polepszenie jakości powietrza poprzez

¹² Most popular forms of transport, www.within-reach.org.uk/most-popular-forms-of-transport.html

¹³ How many cars are there in the world?, <https://www.carsguide.com.au/car-advice/how-many-cars-are-there-in-the-world-70629>.

¹⁴ Chłopek Z., Badanie zużycia energii przez samochód elektryczny, Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie.

¹⁵ Becker T.A., Sidhu I., Tenderich B., Electric vehicles in the United States. A New model with forecasts to 2030. Center for Entrepreneurship & Technology (CET). Technical Brief Number 2009.1.v.2.0. Revision Date: August 24, 2009.

¹⁶ Chłopek Z., Ochrona środowiska naturalnego. Pojazdy samochodowe. WKŁ. Warszawa 2002. EAVES S., EAVES J.: A cost comparison of fuel-cell and battery electric vehicles.

¹⁷ Electric and hybrid vehicle research, development and demonstration program. Petroleum-equivalent fuel economy calculation. Final Rule. 10 CFR Part 474. United States Department of Energy, Federal Register 64. 2011-01-01.

¹⁸ Eaves S., Eaves J., *A cost comparison of fuel-cell and battery electric vehicles*, Journal of Power Sources, Volume 130, Issues 1-2, 3 May 2004, pp. 208 – 212.

popularyzację elektromobilności oraz paliw alternatywnych na obszarze całej wspólnoty. Wychodząc naprzeciw wytycznym UE, Polskie Ministerstwo Energii przygotowało Program Rozwoju Elektromobilności na lata 2016 – 2025, który zawiera pakiet regulacji prawnych mających za zadanie wsparcie rozwoju ekosystemu elektromobilności oraz zwiększenie wykorzystania różnych paliw alternatywnych np. gazu ziemnego. Pakiet ten opiera się na tworzeniu instrumentów w pięciu obszarach¹⁹: korzyści dla kierowców, budujących infrastrukturę, transportu publicznego, innowacyjnych firm oraz producentów pojazdów. Plan Rozwoju Elektromobilności²⁰ przyjmuje za cel stworzenie odpowiednich warunków, które przyczynią się do rozwoju elektromobilności oraz rozkwitu przemysłu i usług powiązanych z tym sektorem w Polsce. Potencjał szeroko rozumianego rynku produktów i usług związanego z elektromobilnością jest uwypuklany w licznych prognozach dotyczących jego rozwoju^{21,22,23,24,25}, gdyż jest szybko rosnącą gałęzią gospodarki, która obejmuje obszar lokalny i globalny²⁶. Według przeprowadzonych badań prognozuje się, że w roku 2040 z 2 mld samochodów²⁷ na świecie, 500 mln aut będzie samochodami z napędem elektrycznym. W 2018 roku sprzedano ok. 2 miliony pojazdów elektrycznych. W 2020 roku odnotowano wzrost rejestracji pojazdów elektrycznych (BEV oraz PHEV) w stosunku do roku poprzedniego o 23% co wskazuje o 4,2 % udziale sprzedaży pojazdów z napędem elektryczny na świecie²⁸, a największą sprzedaż pojazdów elektrycznych odnotowano w Europie 1,4 miliona. W tym okresie czasu najwięcej nowych pojazdów elektrycznych BEV oraz PHEV na kontynencie europejskim zarejestrowano w następujących krajach²⁹:

- Niemcy - 398 000,

¹⁹ Elektromobilność w Polsce, www.gov.pl/web/energia/elektromobilnosc-w-polsce.

²⁰ Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości” Ministerstwo Energii.

²¹ Bitonto S., Rico T., *Electromobility in Germany: Vision 2020 and Beyond*, Germany Trade & Invest, Berlin 2015.

²² Kihm A., Trommer S., *The New Car Market for Electric Vehicles and the Potential for Fuel Substitution*, „Energy Policy”, No. 73, 2014, s. 147-157.

²³ Damousis I.G., Naberezhnykh D., *Electromobility: A Market Readiness Study*, 2014, https://www.researchgate.net/publication/274248776_Electromobility_a_market_readiness_study_Preliminary_findings.

²⁴ Wasiak I., Błaszczuk P., Wojciechowska K., *Tendencje rozwoju aut elektrycznych w Unii Europejskiej*, „Logistyka” nr 3, 2014, s. 6591-6598.

²⁵ Figenbaum E., Kolbenstvedt M., *Electromobility in Norway: Experiences and Opportunities with Electric Vehicles*, Transportøkonomisk institutt, Oslo 2013.

²⁶ Krawiec S., Krawiec K., *Rozwój elektromobilności w Polsce. Uwarunkowania, cele i bariery*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Studia Ekonomiczne. Zeszyty naukowe 2017, Nr 332, s.20.

²⁷ Berdichevsky G., Kelty K., Straubel JB., Toomre E., *The Tesla Roadster Battery System*, Tesla Motors, August 16, 2006.

²⁸ Skąpski R., *Sprzedaż elektrycznych aut na świecie – prowadzi Europa*, <https://www.auto-motor-i-sport.pl/wydarzenia/Sprzedaz-elektrycznych-aut-na-swiecie-prowadzi-Europa,43005,1>, [dostęp 2021-02-10].

²⁹ Ibidem.

- Francja – 194 000,
- Wielka Brytania -186 000,
- Norwegia -108 000.

Dla pełniejszego obrazu wskazania skali rozwoju sprzedaży tego rodzaju pojazdów należy nadmienić o USA, gdzie zarejestrowano 328 000 nowych samochodów elektrycznych.

W Polsce natomiast w porównaniu do wyżej wymienionych liderów odnotowano znacznie niższe wartości i jest to³⁰ 18 875 pojazdów elektrycznych, w tym 10 041 BEV oraz 8834 PHEV. Oprócz powyższych typów pojazdów zarejestrowano w Polsce 68 000 nowych samochodów typu HEV i MHEV, i jest to lepszy wynik o 45% w stosunku do roku 2019.

W 2020 roku najwięcej pojazdów elektrycznych typu BEV oraz PHEV sprzedano w Europie 1,4 miliona oraz Chinach 1,34 miliona. Łącznie na całym świecie sprzedano 3,24 miliona tych pojazdów, co daje 43% wzrost sprzedaży w stosunku do roku poprzedniego³¹, a według prognoz szacuje się, że w 2040 roku będzie ich ok. 41 mln sztuk^{32,33}.

Pojazdy elektryczne są coraz bardziej dopracowane z tym, że występują czynniki wpływające negatywnie na decyzję o ich zakupie i popularyzację tego środka transportu jak: wysoka cena, stosunkowo krótki zasięg, długi czas ładowania, mała liczba punktów ładowania itp. Niewątpliwie sytuacja zmienia się na korzyść i rozwój tej gałęzi przemysłu poprzez m.in. dofinansowanie kupna pojazdów elektrycznych przez niektóre kraje, jak np. Chiny, czyniąc je pojazdami tańszymi od samochodów spalinowych oraz poprzez wzrost pojemności baterii i spadek ich cen o 85% od 2010 roku. Należy zwrócić uwagę, że pod względem rozwojowym bardzo istotna jest również infrastruktura ładowania. W 2011 roku odnotowano 28 000 punktów ładowania na świecie. Obecnie jest ich ponad 500 000. W Polsce natomiast odnotowano 2,4 tys. ogólnodostępnych punktów ładowania w 2020 roku, co obrazuje *Rysunek 1.1*.

³⁰ Pieczonka K., *Liczba elektrycznych samochodów w Polsce podwoiła się w 2020 roku*, <https://antyweb.pl/liczba-elektrycznych-samochodow-w-polsce-podwoila-sie-w-2020-roku>, [dostęp 20.01.2021].

³¹ Skąpski R., *Sprzedaż elektrycznych aut na świecie.*, op. cit.

³² MacDonald J., *Electric Vehicles to Be 35% of Global New Car Sales by 2040*, Bloomberg New Energy Finance (BNEF) 2016, <https://about.bnef.com/blog/electricvehicles-to-be-35-of-global-new-car-sales-by-2040/>.

³³ Randall T., *Here's How Electric Cars Will Cause the Next Oil Crisis*, 2016, <https://www.bloomberg.com/features/2016-ev-oil-crisis/>.



Rysunek 1.1. Zestawienie sieci ładowania samochodów elektrycznych 2021

Źródło: Ranking sieci ładowania samochodów elektrycznych 2021, <https://wysokienapiecie.pl/37981-ranking-sieci-ladowania-samochodow-elektrycznych-2021/>, [dostęp 8.06.2021]

Obecnie w Polsce jeździ po drogach ok. 26 985 pojazdów elektrycznych, w tym 49% typu BEV, a 51% typu PHEV³⁴, co przy 2 400 ogólnodostępnych punktów ładowania w Polsce nie daje korzystnego bilansu.

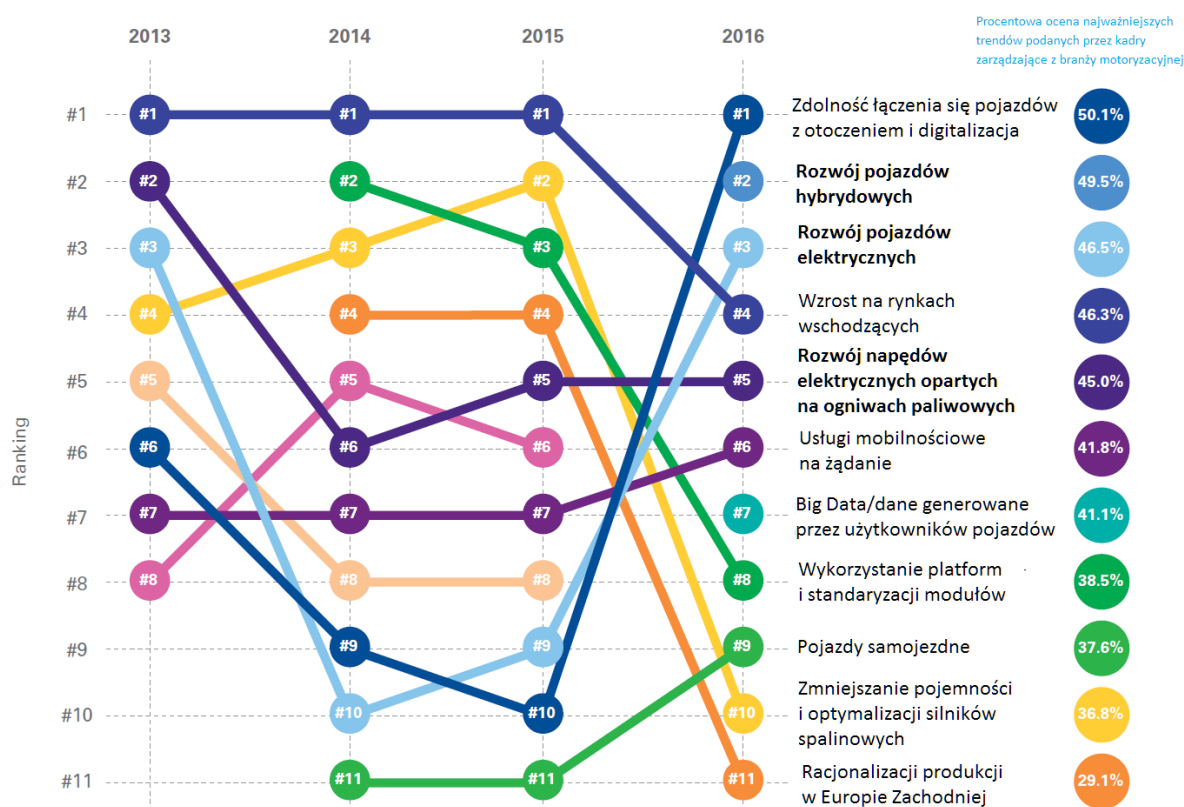
Istnieje duża szansa, że technologia elektryczna zastąpi stosowane w większości w samochodach rozwiązania tradycyjne, czyli silniki benzynowe i wysokoprężne. Istotne w pierwszym etapie jest rozstrzygnięcie czy nie zapanowała chwilowa „moda” na samochody elektryczne, która według Kotlera (Kotler, 2005) jest „przypadkowa, krótkotrwała oraz pozbawiona znaczenia społecznego i politycznego”³⁵, co w konsekwencji skutkuje trudnym do oszacowania i uzyskania potencjalnych korzyści dla przedsiębiorstw, jak również charakteryzuje się dużym marginesem przypadku. Znaczące jest więc w tym, aby zniwelować potencjalne zagrożenie i przewidzieć nadchodzące szanse bądź zagrożenia w celu wprowadzenia odpowiednich działań, dających możliwość uzyskania korzyści. Doskonale w te ramy wpisuje się trend, który definiowany jest jako „istniejący w danym momencie kierunek rozwoju w jakiejś dziedzinie”³⁶, który charakteryzuje się przewidywalnością. Czynniki te wpływają w dłuższym czasie korzystnie na funkcjonowanie przedsiębiorstw i umożliwiają wykorzystanie szans związanych z trendem, minimalizując jednocześnie potencjalne zagrożenia. W literaturze przedmiotu opisuje się również występowanie mega trendów, które scharakteryzowane są jako istotne zmiany wpływające równolegle na różnorodne gospodarki

³⁴ Ile aut elektrycznych jeździ po polskich drogach? Oto najnowsze dane, <https://forsal.pl/motoforsal/aktualnosci/artykuly/8210088,ile-aut-elektrycznych-jezdzi-po-polskich-drogach-oto-najnowsze-dane.html>, [dostęp 15.07.2021].

³⁵ Kotler P., *Marketing*, Dom Wydawniczy Rebis, Poznań. 2005 str. 159.

³⁶ Słownik języka polskiego PWN.

i przedsiębiorstwa, które w nich funkcjonują³⁷. Widoczne ruchy u największych firm motoryzacyjnych m.in: Mercedes-Benz, BMW, Renault i inni stanowczo wskazują, że pojazdy z napędem elektrycznym to nie przejaw chwilowej mody, lecz trend, którego nikt już nie zatrzyma. Stwierdzenie to podpira raport KPMG International pt. *Global Automotive Executive Survey 2016*, który wskazuje, że innowacje technologiczne przyczynią się do zmiany branży motoryzacyjnej na świecie, co prezentuje Rysunek 1.2.



Rysunek 1.2. Kluczowe trendy mające wpływ na kształt rynku motoryzacyjnego do 2025 r., według raportu KPMG International pt. „Global Automotive Executive Survey 2016”

Źródło: KPMG, Global Automotive Executive Survey, 2016, str 9.

Kluczowe trendy mające wpływ na kształt rynku motoryzacyjnego do 2025 r.³⁸ to:

- zdolność łączenia się pojazdów z otoczeniem i digitalizacja (50,1 proc.),
- rozwój pojazdów hybrydowych (49,5 proc.),
- rozwój pojazdów elektrycznych (46,5 proc.),
- wzrost na rynkach wschodzących (46,3 proc.),

³⁷ Jedlińska M., Łuczak M., Senkus P., Skrzypek A., *Długofalowe trendy w otoczeniu przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej, Współczesne koncepcje i trendy w branży motoryzacyjnej*, ISBN 978-83-926900-6-1, Poznań 2016, str.16.

³⁸ KPMG, Global Automotive Executive Survey, 2016, str. 9.

- rozwój napędów elektrycznych opartych na ogniwach paliwowych (45 proc.),
- usługi mobilnościowe na żądanie (41,8 proc.),
- Big Data/dane generowane przez użytkowników pojazdów (41,1 proc.),
- pojazdy samojezdne (37,6 proc.),
- standaryzacja modułów (38,5 proc.),
- zmniejszanie pojemności i optymalizacji silników spalinowych (ang. downsizing – 36,8 proc.),
- racjonalizacja produkcji w Europie Zachodniej (29,1 proc.).

Widoczny jest trend wzrostowy m.in. rozwój pojazdów elektrycznych (46,5 proc.), co wskazuje na tendencję wzrostową tej gałęzi oraz iskrę w postępie elektromobilności.

Termin elektromobilność obejmuje kompleks zagadnień związanych z samochodami elektrycznymi dedykowanymi na użytek publiczny/masowy (m.in. autobusy, tramwaje, trolejbusy) oraz indywidualny (pojazdy dwu i czterośladowe), jak: kwestie techniczne i eksploatacyjne (technologie pojazdów, punktów ładowania, infrastruktura ładowania), ekonomicznych, środowiskowych, prawnych oraz społecznych, mających miejsce w całym cyklu życia produktu. Wyczerpywanie się nieodnawialnych surowców³⁹ wykorzystywanych m.in. do produkcji energii i paliw (gazowych i ciekłych) - aspekt ekologiczny (nadmierna emisja gazów CO₂, hałas, skażenie wody i inne), wpływa negatywnie na środowisko i zdrowie ludzi. Czynniki te wymuszają na przemyśle motoryzacyjnym wprowadzenie zmiany w obrębie stosowanych napędów tj. sukcesywne wypieranie silników spalinowych na rzecz rozwiązań alternatywnych, co przyczyni się do zmniejszenia nadmiernego wydobycia nieodnawialnych zasobów naturalnych oraz ograniczenia emisji szkodliwych substancji i hałasu^{40,41,42,43}.

W związku z tym, należy również zwrócić uwagę co ma istotny wpływ na przyszły rozwój elektromobilności. Według Międzynarodowej Agencji Energetycznej jest to m.in.⁴⁴:

³⁹ Brożyna A., Kozioł W., *Prognoza wyczerpywania bazy zasobów kopalin teoria i praktyk*, Przegląd Górniczy UKD 662;553.33;662.2-O45.43, 2014.

⁴⁰ Chłopek Z., *Badanie zużycia energii przez samochód elektryczny*, Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie.

⁴¹ Becker T.A., Sidhu I., Tenderich B., *Electric vehicles in the United States. A New model with forecasts to 2030*, Center for Entrepreneurship & Technology (CET). Technical Brief Number 2009.1.v.2.0. Revision Date: August 24, 2009.

⁴² Chłopek Z., *Ochrona środowiska naturalnego. Pojazdy samochodowe*. WKŁ. Warszawa 2002. EAVES S., EAVES J.: A cost comparison of fuel-cell and battery electric vehicles.

⁴³ Electric and hybrid vehicle research, development and demonstration program. Petroleum-equivalent fuel economy calculation. Final Rule. 10 CFR Part 474. United States Department of Energy, Federal Register 64. 2011-01-01.

⁴⁴ Global EV Outlook 2019, <https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/>.

- polityka publiczna, gdyż odgrywa zasadniczą rolę w stymulacji sprzedaży pojazdów elektrycznych m.in. poprzez instrumenty ekonomiczne, normy, które umożliwiają zmniejszenie różnicy kosztów między pojazdami elektrycznymi a spalinowymi, wsparcie infrastruktury ładowania oraz wprowadzenie norm zużycia paliwa i emisji CO₂ itd.,
- postęp technologiczny, który wpływa znacząco na obniżenie kosztów np. spadek ceny akumulatorów,
- inwestycje sektora prywatnego w obszar elektromobilności np. zapowiedzi zelektryfikowania rynku samochodowego przez czołowe koncerny samochodowe.

Postęp nowej gałęzi niesie za sobą szanse, jak również zagrożenia. Utrzymujące się zainteresowanie pojazdami elektrycznymi doprowadzi do zmniejszenia popytu na produkty naftowe o 127 milionów ton ekwiwalentu ropy (Mtoe) (około 2,5 miliona baryłek dziennie [mb/d]) w 2030r., równocześnie wzrośnie zapotrzebowanie na energię elektryczną do 640 terawatogodzin (TWh) lub w innych prognozach 1110 TWh.⁴⁵ Ponadto rozwój elektromobilności zwiększy popyt na nowe materiały w branży motoryzacyjnej. Do roku 2030 ma wzrosnąć wydobywanie m.in. kobaltu, litu, manganu. Wykorzystanie materiałów będzie uzależnione od postępów technologii.

Zastosowanie technologii elektrycznej to impuls do rozpoczęcia transformacji sektora elektroenergetycznego oraz transportowego w zakresie zrównoważonego rozwoju, lecz oprócz korzyści może przynieść również negatywy postęp zmierzający do osłabienia realizacji zrównoważonego rozwoju w wyniku negatywnego oddziaływania m.in. na otoczenie i środowisko naturalne. Dlatego istotną rolę w utrzymaniu m.in. wysokich standardów środowiskowych oraz społecznych w przedsiębiorstwach/organizacjach jest stosowanie przez nie zrównoważonego zarządzania. W celu poznania rzeczywistego wpływu innowacyjnej technologii nie tylko na obszar np. efektywności ekonomicznej, lecz również aspekt środowiskowy oraz dóbr społecznych, został wybrany pojazd z napędem elektrycznym oferowany przez branżę motoryzacyjną. Pomiar i uzyskanie faktycznych wyników wpływu przez tą technologię umożliwi przedsiębiorstwu/organizacji praktykowanie zrównoważonego zarządzania, a tym samym przyczyni się do rozwiązania problemów gospodarczych, ekologicznych oraz społecznych.

⁴⁵ Ibidem.

1.2 Problem badawczy

Problemem badawczym niniejszej dysertacji jest rozpoznanie oraz pomiar efektów niepieniężnych i pieniężnych jakie niesie za sobą eksploatowana innowacyjna technologia elektryczna, a także ustalenie poziomu zrównoważenia w aspekcie ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym i społecznym oraz wskazanie kierunku jej upowszechnienia.

Dążąc do tempa postępu znacznego oraz widocznego w stronę realizacji zrównoważonego rozwoju przez np. organizacje, a następnie zachowanie go nieprzerwalnie na wysokim poziomie, konieczna jest znajomość czynników, które na niego najintensywniej oddziałują i go stymulują oraz określają rzeczywisty poziom ich wpływu. Aby określić poziom determinant zasadnicza uwaga będzie skoncentrowana na pomiarze całościowym wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej pod względem zarówno niewymiernym (niepieniężnym) oraz wymiernym (pieniężnym), jak również oddziaływaniem na poszczególne wymiary i realizację zrównoważonego rozwoju z wybranymi jego celami, z uwzględnieniem oceny i ustalenia kierunku adopcji danej innowacji. W tej sytuacji bardzo kluczowe będzie właściwe rozpoznanie swoistości technologii elektrycznej. W celu umożliwienia włączenia stosownych cech technologii elektrycznej konieczne jest wyznaczenie celów namacalnych oraz mierzalnych, określenie wskaźników umożliwiających ocenę stopnia zaawansowania wyznaczonych celów wskazujących na ich faktyczny poziom wpływu, wyznaczenie wymiarów, zakresów tematycznych, mierników wraz z określeniem obszarów o najkorzystniejszym i najmniej korzystnym wpływie, rzutujących na upowszechnienie danej technologii.

Poziom realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju przez przedsiębiorstwa budzi wiele zastrzeżeń objawiających się w rozbieżnościach pomiędzy deklaracjami a rzeczywistymi działaniami, co w konsekwencji zespala się z pojawiającymi się pewnymi rodzajami ryzyka dla organizacji⁴⁶ (np. oddziaływanie niekorzystne przedsiębiorstwa na zmiany klimatyczne poprzez niewłaściwy dobór technologii bądź niedostateczny jej pomiar oddziaływania oraz nieodpowiednie działania wynikające m.in. z różnorodnych przyczyn). Należy podkreślić, iż w literaturze przedmiotu nie występuje uniwersalne narzędzie do oceny wkładu innowacyjnej technologii elektrycznej w zrównoważony rozwój oraz widoczny jest problem dotyczący

⁴⁶ Brzozowski T., Zrównoważony rozwój organizacji., op. cit., s. 137.

pomiaru cech zrównoważonego transportu⁴⁷, gdyż jest to wyjątkowo trudne⁴⁸. Ponadto skala tego problemu wynika z powodu zróżnicowanego stosunku do tej kwestii⁴⁹. Uwzględniając swoistość oceny technologii należy podkreślić, iż charakteryzuje się niejednorodną wewnętrzną formą problemową potrzebującą nieustannego oraz wielopłaszczyznowego procesu oceny.

Zważywszy na niejednoznaczność terminów opisywanych w literaturze przedmiotu, konkretne cele oraz działania nie zostają scharakteryzowane, przez co podejścia do koncepcji zrównoważonego rozwoju charakteryzują się niejednomyślnością, zmierzając do „postaw antropocentrycznych”⁵⁰ (Jabareen, 2008; Ciegis R, 2009; Poczta-Wajda A., Sapa, 2019). Ponadto dostępne metody oraz modele ocen technologii cechują się zasadniczo tendencjami eksploracji aspektu technicznego oraz ekonomicznego nieobejmującymi wieloaspektowości stosownych do oceny wpływu na zrównoważony rozwój. Widoczne są również problemy z pomiarem rozwoju zrównoważonego i doбором właściwych mierników oraz metod, wadami stosowanych mierników oraz niedostatku wiedzy i narzędzi w tym obszarze, co wskazują m.in.: (Kosiek, 2015; Lippert, 2004; Kingsnorth, 2012; Jabareen, 2008; Matuszczak, 2013, Bell i Morse 2008; Koroneos, Rokos, 2012; Sobczuk, 2013; Hove, 2004; Sztumski). Powyższe luki uniemożliwiają właściwe praktykowanie zarządzania organizacją, która równocześnie równoważy oraz uwzględnia wymiary zrównoważonego rozwoju zespolone z ich działaniem.

Zważywszy na powyższe, dążąc do nowej jakości zarządzania, przez zrównoważony rozwój organizacji rozumie się taką metodę zarządzania, w której jednocześnie oraz symetrycznie uwzględnia się ekonomiczne, środowiskowe oraz społeczne aspekty powiązane z ich funkcjonowaniem. W rzeczywistości wskazuje to, iż w organizacjach kierujących się tą drogą rozwoju konieczne jest, aby wytworzyła się nowa jakość zarządzania, która może odnosić się m.in. do kwestii dotyczących się, jaką formę zalicza się do strategii organizacji w aspekcie zrównoważonego rozwoju oraz formy pomiaru efektów w tym zakresie⁵¹.

W związku z powyższym, podjęto próbę uzupełnienia luki badawczej wykorzystując w tym celu badania empiryczne, których przedmiotem będzie innowacyjna technologia elektryczna tj. pojazd z napędem elektrycznym.

⁴⁷ Transport – „środki lokomocji służące do przewozu ludzi i ładunków”, Wydawnictwo PWN, do przewozu osób może też służyć pojazd z napędem elektrycznym przeznaczony do przewozu prywatnego oraz publicznego, który można wykorzystać do przewozu osób oraz ładunków.

⁴⁸ Borys T., Wybrane problemy metodologii pomiaru nowego paradygmatu rozwoju – polskie doświadczenia, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, 2014, s. 15.

⁴⁹ Litman T. *Well Measured: Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada, 2008.

⁵⁰ **Antropocentryzm** – „[gr. *ánthrōpos* ‘człowiek’, łac. centrum ‘środek’], pogląd uznający człowieka za centrum całej rzeczywistości (przeciwstawny wobec teocentryzmu i kosmocentryzmu), a w wersji umiarkowanej akcentujący wyjątkową pozycję człowieka w świecie”, Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN.

⁵¹ Brzozowski T., *Zrównoważony rozwój organizacji*, op. cit., s. 137.

1.3 Przedmiot badań

Przedmiotem badań jest innowacyjna technologia elektryczna tj. zbiór pojazdów z napędem elektrycznym typu BEV (pojazdy miejskie o mocy ładowania od 50 do 150 kW) dostępne na rynku polskim oraz pojazdy z analizowanego zbioru BMW i3 eksploatowane w 16 jednostkach Lasów Państwowych rozmieszczonych po całej Polsce, wykorzystywanych w organizacji w celu realizacji obowiązków administracyjnych. Pojazdy z napędem elektrycznym użytkowane przez powyższą organizację znajdują się na etapie rozwoju technologii związanych z elektrycznym ich napędzaniem⁵².

Przedmiot badań stanowi pojazd z napędem elektrycznym, który jest stosunkowo nową technologią w związku z czym, pojawia się problem z dostępnością do danych empirycznych przydatnych pod kątem zdefiniowania naukowego twierdzenia o wpływie wybranej technologii elektrycznej na zrównoważony rozwój oraz funkcjonowanie organizacji. Ponadto przyszłość pojazdów elektrycznych uwarunkowana jest wieloma okolicznościami m. in. postępem technologicznym, unowocześnienia sposobów pozyskiwania energii elektrycznej (np. zielonej energii) oraz przystosowania infrastruktury ładowania⁵³. Dlatego też, konieczna jest identyfikacja największych różnicowań wartości wydzielonych na bazie zbieżnych cech w pojazdach z napędem elektrycznym, ocena dysproporcji wśród wybranych modeli tych pojazdów, identyfikacja zmienności (w celu zmniejszenia występujących rozbieżności między parametrami), zidentyfikowanie obszarów potrzebujących wsparcia ze strony producenta oraz wskazanie efektów ekonomicznie wymiernych (pieniężnych), jakie niesie za sobą eksploatowana technologia elektryczna. Proces ten ma służyć przedsiębiorstwu m.in. do uzyskania przewagi konkurencyjnej i jego rozwoju oraz umożliwić prowadzenie działalności w stylu zrównoważonym.

Istotne dla procedury oceny będzie szczegółowa charakterystyka zrównoważonego rozwoju w celu zaproponowania definicji, która umożliwi stworzenie nowych standardów w zrównoważonym zarządzaniu przedsiębiorstwem. Rozważania teoretyczne podparte zostaną oceną liczbową materiału empirycznego, zatem pomiarem całościowego wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej pod względem zarówno niewymiernym (niepieniężnym) oraz wymiernym (pieniężnym), jak również oddziaływaniem na poszczególne wymiary i realizację zrównoważonego rozwoju z wybranymi jego celami z uwzględnieniem oceny i ustalenia kierunku adopcji danej innowacji.

⁵² Hennek K., *Perspektywy rozwoju i wykorzystania pojazdów elektrycznych*, Autobusy 6/2018, s. 461.

⁵³ Ibidem.

1.4 Cele pracy

Celem głównym pracy jest zaproponowanie metody oceny innowacji technologii elektrycznej w zakresie cech wymiernih i niewymiernih w warunkach zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju.

Cel główny pracy zostanie zrealizowany poprzez wypełnienie poniższych celów szczegółowych:

1. Wskazanie kluczowych koncepcji, nurtów, wskaźników rozwoju w kontekście zdefiniowania oraz scharakteryzowania jednoznacznej definicji, konkretnej, o jasnych celach i kierunkach działania, odchodząc od egocentryzmu człowieka.
2. Dobór zmiennych poszczególnych cech obiektów, obszarów tematycznych, wskaźników, za pomocą których można dokonywać pomiaru oceny poziomu innowacji technologii elektrycznej w zakresie cech wymiernih i niewymiernih oraz wpływu i osiągnięć zrównoważonego rozwoju.
3. Zaproponowanie metodyki oceny poziomu innowacji technologii elektrycznej, jej cech w poszczególnych wymiarach w warunkach determinant realizacji zrównoważonego rozwoju.
4. Identyfikacja uwarunkowań efektów niewymiernih ekonomicznie (niepieniężnych) i efektów wymiernih ekonomicznie (pieniężnych).
5. Identyfikacja wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej na poszczególne wymiary oraz realizację zrównoważonego rozwoju wraz z kierunkiem jej upowszechnienia.

1.5 Teza i hipotezy badawcze

Szczegółowa analiza literatury i rozważania teoretyczne dotyczące zarówno pomiaru w kategoriach: wskazania efektów niepieniężnych i pieniężnych jakie niesie za sobą eksploatowana technologia elektryczna, jak i ustalania poziomu rozwoju⁵⁴ ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego i społecznego w aspekcie rozwoju zrównoważonego oraz poziomu upowszechnienia pozwoliły sformułować tezę oraz hipotezy badawcze.

Teza: Innowacyjna technologia elektryczna odznacza się na płaszczyźnie efektów niewymiernih i wymiernih oraz zmierza do znacznego i dostrzegalnego postępu w stronę realizacji zrównoważonego rozwoju i jej upowszechnienia.

⁵⁴ Przez ustalenie poziomu rozwoju: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego i społecznego rozumie się identyfikację wpływów poszczególnych wymiarów na zrównoważony rozwój, używając do tego procesu m.in. wskaźników, które obiektywnie opisują poziom zrównoważonego rozwoju innowacyjnej technologii elektrycznej.

Hipoteza 1: Metoda porządkowania liniowego z miernikiem taksonomicznym oparta jest na merytorycznych kryteriach doboru zmiennych, pozwala na opis badania za pomocą jednej wielkości agregatywnej zamiast zbioru cech diagnostycznych. Jest ona stosownym narzędziem do oceny parametrów techniczno-użytkowych zestawionych pojazdów z napędem elektrycznym, gdyż tego typu badanie umożliwia m.in.: ocenę dysproporcji wśród wybranych modeli pojazdów, zmienność w celu zmniejszających występujących rozbieżności między parametrami oraz hierarchizację dostępnych na rynku pojazdów elektrycznych z sektora samochodów miejskich pod względem parametrów techniczno – użytkowych.

Hipoteza 2: Analizy kosztów i parametrów eksploatacyjnych technologii elektrycznej może wskazać istotne koszty i parametry odzwierciedlające rzeczywisty poziom poniesionych kosztów i istniejących rozbieżności między powszechnie dostępnymi danymi, a rzeczywistymi wartościami, a także efekty ekonomicznie wymierne (pieniężne). Relatywizm nadmienionej analizy pochodzi stąd, iż ocenę przeprowadzono na podstawie istotnych dostępnych danych zamieszczonych przez producenta pojazdów z napędem elektrycznym w zestawieniu z rzeczywistymi danymi eksploatacyjnymi wybranej marki pojazdu.

Hipoteza 3: Innowacyjna technologia elektryczna charakteryzuje się przełomowymi cechami poprzez co oddziałuje korzystnie na aspekt zrównoważonego rozwoju oraz jego wybrane cele i wymiar: ekologiczny, ekonomiczny, prawny, technologiczny oraz społeczny.

Hipoteza 4: Czynniki związane z istotnymi zaletami i ograniczeniami pojazdu z napędem elektrycznym wpływają na poziom wpływu wymiaru technologicznego i ekonomicznego.

Hipoteza 5: W poszczególnych atrybutach innowacyjnej technologii elektrycznej mogą występować różne wartości wskazujące kierunek upowszechnienia danej technologii wraz z czynnikami przedstawiającymi przyczynę tego stanu.

1.6 Metodyka badań

Znaczny człon badań opisanych w rozdziale 1-2 posiada formę studium nad literaturą krajową i zagraniczną. Dla powyższych potrzeb użyto metodę analizy i krytyki piśmiennictwa. Ponadto w *Rozdziale 2* zawarto własną definicję *trwałego synergicznego rozwoju*, odnoszącą się do zrównoważonego rozwoju i jego pomiaru, która umożliwia ustalenie celów możliwych do wykonania i ich zastosowania w praktyce, odchodząc od egocentryzmu człowieka. W celu uzasadnienia stosowności powyższej definicji wykorzystano metodę eksplantacji

(wyjaśnienia)⁵⁵, tym samym uzasadniono zaprezentowane elementy trwałego synergicznego rozwoju, scharakteryzowano ich uwarunkowania oraz wyznaczono potencjalne zależności pomiędzy nimi.

Zważywszy na to, iż objęta badaniem technologia elektryczna charakteryzuje się swoistością⁵⁶, wieloaspektowością oraz nowymi cechami wykorzystano do badań empirycznych metodę ilościową oraz jakościową.

W badaniach ilościowych przyjęto podział, który identyfikuje efekty niewymierne ekonomicznie (niepieniężne) oraz efekty wymierne ekonomicznie (pieniężne). Do pomiaru efektów niewymiernych ekonomicznie (niepieniężnych) wykorzystano metodę porządkową (dającą możliwość zestawienia cech, które są ciężko lub zupełnie niemierzalne oraz określenia kolejności cech danej grupy) oraz metodę punktową (analizowane parametry techniczno-użytkowe oraz wielkości rang zakwalifikowanych do indywidualnych cech są niemierzalne i szacowane w większości wypadków za pomocą ogólnie przyjętej skali ocen). Ponadto do pomiaru efektów niewymiernych ekonomicznie (niepieniężnych) wykorzystano metodę statystyczną w postaci wielowymiarowej analizy porównawczej (WAP) umożliwiającą porównywanie obiektów wielocechowych. Badanie przeprowadzono za pomocą wielowymiarowej metody wzorca rozwoju Hellwiga, która pozwala na dokonanie analizy uwarunkowań złożonego zjawiska, jakim jest poziom rozwoju technologii zastosowanej w samochodach elektrycznych za pomocą jednej wartości liczbowej, co ułatwia wszelkie porównania.

Do wskazania efektów wymiennych ekonomicznie (pieniężnych) uzyskiwanych przy eksploatacji wybranego pojazdu z napędem elektrycznym wykorzystano statystykę opisową w postaci opisu tabelarycznego. Przy jej użyciu wskazano efekty ekonomicznie wymierne (pieniężne), jakie niesie za sobą eksploatowana technologia elektryczna.

W części poświęconej badaniom jakościowym, odnoszącym się do wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej na poszczególne wytypowane wymiary, realizację wybranych celów oraz określenie poziomu zrównoważenia, zastosowano metodę studium przypadku. Uznano tą metodę za najbardziej odpowiednią, gdyż umożliwia dogłębne zrozumienie badanego zjawiska. Na potrzeby porównania obszarów zrównoważonego rozwoju ujednolicono wpływ poszczególnych respondentów na dany wymiar oraz obliczono wskaźniki dla ankietowanych we wszystkich wymiarach - im wyższa wartość wskaźnika, tym lepiej. Wskaźniki przyjęły

⁵⁵ Skarbek W., *Wybrane Zagadnienia Metodologii Nauk Społecznych*, Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie, Piotrków Trybunalski 2013, s.20.

⁵⁶ **Swoistość** – „odrębna, wyłączna właściwość czego; wyróżniająca, specyficzna cecha”, Doroszewski W., *Słownik języka polskiego*, PAN, Warszawa 1950.

wartość od 0 do 1. Zastosowana forma służy do określenia poziomu wpływu wskaźnika na dany wymiar, cel oraz zrównoważony rozwój.

Następnie kierunek badań zmierza do przeprowadzenia oceny wskaźników pod względem realizacji wybranych celów i końcowej syntetycznej oceny stopnia zrównoważenia innowacyjnej technologii elektrycznej. Wyniki poddano analizie w oparciu o obliczenia wraz z identyfikacją aspektów zmiennych wkładu danych wymiarów. W tym celu wykorzystano narzędzie statystyki opisowej.

Kolejny krok w badaniach jakościowych obejmował analizę kontekstową wybranych wymiarów zastosowanych do nakreślenia determinant wpływających na wymiar ekonomiczny o najkorzystniejszym wpływie na zrównoważony rozwój oraz wymiar technologiczny o umiarkowanym wpływie na zrównoważony rozwój. Następnie wykorzystano analizę atrybutów technologii elektrycznej (pojazdu z napędem elektrycznym) do udzielenia odpowiedzi czy technologia elektryczna podąża w kierunku upowszechnienia się (dokładna metodologia i procedura opisana została w *Rozdziale 3*.

2 CHARAKTERYSTYKA STUDIALNA OBSZARU BADAWCZEGO

2.1 Zrównoważony rozwój – istotne informacje

2.1.1 Zrównoważony rozwój – geneza

Po raz pierwszy pojęcie "rozwój zrównoważony" pojawiło się na Konferencji Środowiskowej w Sztokholmie w roku 1972⁵⁷. Następnie w 1983 roku Organizacja Narodów Zjednoczonych powołała komisję World Commission on Environment and Development (WCED) znaną również pod nazwą Brundtland Commission, która składała się z ponad 20 przedstawicieli reprezentujących kraje Północy i Południa m.in. Niemcy, Stany Zjednoczone, Japonia, Zimbabwe, Gujana, Indie, a kluczowymi jej zadaniami były m.in.⁵⁸:

- rzeczowa ocena dotycząca tempa rozwoju ekonomicznego, społecznego, stanu środowiska naturalnego oraz wytypowanie realnych działań zapobiegającym niekontrolowanym i przypadkowym krokom, a także naprawa popełnionych błędów z przeszłości,
- zacieśnienie międzynarodowej współpracy na płaszczyźnie ochrony środowiska naturalnego oraz znaczące zwiększenie zakresu działań w ograniczeniu bezładnego rozwoju ekonomicznego uzyskiwanego poprzez nadmierną degradację środowiska naturalnego i rosnących z tym zagrożeń.

W 1987 Komisja zakończyła działalność opublikowanym przez Oxford University Press raportem *Nasza wspólna przyszłość* (Our Common Future), w którym przedstawiono m.in. definicję zrównoważonego rozwoju w następującym ujęciu: „*Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*”⁵⁹ (j. ang), co w polskim tłumaczeniu oznacza „*Zrównoważony rozwój to rozwój, który zaspokaja potrzeby obecne, nie zagrażając możliwościom zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń*”⁶⁰. Ponadto raport opierał się na trzech regułach takich, jak⁶¹:

1. Nieuniknione ograniczenie tempa wzrostu ekonomicznego, które powstaje w wyniku zagrożeń niepohamowanego wydobycia wyczerpujących się złóż naturalnych, szczególnie surowców energetycznych oraz wynikających z procesu negatywnych zagrożeń pogłębiających niszczenie środowiska naturalnego;

⁵⁷ Geneza pojęcia w pigułce, http://www.eko.org.pl/pie/dev_geneza.shtml.

⁵⁸ Kolenda Z., *Rozwój zrównoważony – szlachetna idea i bezradność świata*, PAUza Akademicka 2017, nr 217.

⁵⁹ The Knowledge to Act, <https://www.iisd.org/topic/sustainable-development>.

⁶⁰ Raport Brundtland, *Our Common Future*, op. cit.

⁶¹ Kolenda Z., *Rozwój zrównoważony*, op. cit.

2. Skoncentrowanie działań służących w usprawnieniu i rozwoju technologii, która wpłynie na ograniczenie zużycia źródeł energii, co jest uzasadnione ekonomicznie;
3. Nieuniknione wyrównanie poziomu życia i jakości mieszkańców na całym świecie ze względu na istniejącą duże dysproporcję w poziomie życia między biednymi a bogatymi.

Istotne znaczenie dla zrównoważonego rozwoju mają dwa zagadnienia⁶²:

- a) Pierwszym z nich jest spostrzeżenie, że sam rozwój gospodarczy nie umożliwi rozwiązania problemów, które dotyczą świat. Niezbędne jest komplementarne działanie trzech obszarów: gospodarczego, społecznego oraz środowiskowego. Skoncentrowanie się wyłącznie na jednym aspekcie prowadzi do dysfunkcji pozostałych obszarów, co przedstawił w przeszłości Hans Carl von Carlowitz - twórca pojęcia „trwałości”⁶³. Na przełomie XVII i XVIII wieku, nadmierne zapotrzebowanie surowca drzewnego w przemyśle (m.in. do opału pieców hutniczych, obróbki rudy, modernizacji kopalni) oraz w działaniach wojennych (budowa okrętów), doprowadziło do jego deficytu, a tym samym diametralnego wzrostu cen i bankructwa części odbiorców. Ponadto wysokie zyski ze sprzedaży drewna oraz możliwość pozyskiwania obszarów pod uprawy przyczyniły się do masowego karczowania lasów. Carlowitz zauważył, że ze względu na dalece oddalone korzyści materialne przeciętna grupa obywateli wykazała brak zainteresowania odbudową lasu i jednocześnie wzrostem zainteresowania polami uprawnymi, które umożliwiały uzyskanie corocznych profitów, czego był przeciwnikiem. „Był zdania, że rozwój handlu i przetwórstwa muszą służyć wspólnemu dobru” zgodnie z poglądem „trójkąta trwałości”: „gospodarka ma tworzyć dobrobyt społeczeństwa”⁶⁴. Pojęcie „trwałości” Hans Carl von Carlowitza zostało przejęte i stanowiło podstawę nowej nauki na początku XIX wieku na niemieckich Wyższych Szkołach Leśnych. Przeprowadzone działania naprawcze bazujące na ideologii „trwałości” spowolniły degradację lasów oraz rozwiązyły problemy niedoboru tego surowca. Niemieckie leśnictwo zyskało uznanie na całym świecie, w wyniku tego pojęcie to zostało przejęte przez naukowców z różnych krajów. Doczekało się również tłumaczenia na język angielski w formie Sustained Yield Forestry. W latach osiemdziesiątych XX wieku określeniem „sustainable” zainteresowali się ekolodzy i po raz kolejny wprowadzono je do debaty politycznej⁶⁵. Kluczowe wydarzenia z obszaru nauki

⁶² Obserwacje OECD, *Zrównoważony rozwój: powiązanie gospodarki, społeczeństwa i środowiska*, <https://www.oecd.org/insights/41774398.pdf>.

⁶³ Lusawa R., *Hans Carl Von Carlowitz twórca pojęcia „trwałości”*, *Ekonomia i Finanse*, Rocznik Naukowy Wydziału Zarządzania w Ciechanowie 1-2 (III), 2009, s. 7.

⁶⁴ Ibidem, s. 10.

⁶⁵ *Zrównoważony rozwój*, https://pl.wikipedia.org/wiki/Zrównoważony_rozwój.

i polityki, które miały wpływ na powstanie koncepcji zrównoważonego rozwoju zostały zaprezentowane w Tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Kluczowe wydarzenia, które wpłynęły na powstanie rozwoju zrównoważonego

Rok	Nauka	Polityka
1972	raport – granice wzrostu	konferencja środowiskowa w Sztokholmie (Human Enviroment)
1980	brak działań	Raport World Conservation Strategy - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN)
1983	brak działań	Organizacja - World Commission on Environment and Development (WCED)
1987	brak działań	raport Brundtland
1991	brak działań	raport “Caring for the Earth” IUCN
1992	raport nowe granice wzrostu	konferencja środowiskowa w Rio
ROZWÓJ ZRÓWNOWAŻONY		

Źródło: Opracowanie na podstawie: Ewa Mazur-Wierzbicka, Koncepcja zrównoważonego rozwoju jako podstawa gospodarowania środowiskiem przyrodniczym, 2005, s.36.

b) Spostrzeżeniem drugim jest to, że charakter zrównoważonego rozwoju oparty jest na obopólnych powiązaniach i obliuguje do przekraczania granic geograficznych, jak i również instytucjonalnych działań, które mają na celu koordynowanie strategii oraz stosownych decyzji⁶⁶.

Zasadniczą regułą dla koncepcji zrównoważonego rozwoju jest konieczność ciągłego uwzględnienia „trzech filarów”: gospodarki, społeczeństwa i środowiska. Niezależnie od kontekstu fundamentalna koncepcja pozostaje nie zmieniona: systemy gospodarcze, ludzie i środowisko są wspólnie powiązane. Bagatelizowanie tych wzajemnych zależności przez lata, biorąc za przykład błędy historyczne, stwarza podłoże do powstania dysfunkcji w tych obszarach oraz powstania kryzysu. Niezależnie od różnorodności krajów oraz ich struktur gospodarczych, społecznych, politycznych i korzeni historycznych, fundamentalne zasady zrównoważonego rozwoju powinny być respektowane przez wszystkich. Niewątpliwie rozwój gospodarczy jest istotny, lecz sam rozwój to za mało, gdyż bez poznania i pojęcia wszystkich czynników, które wpływają również na aspekt ekologiczny i społeczny nie

⁶⁶ Obserwacje OECD, *Zrównoważony rozwój.*, op.cit.

rozwiąże się problemów w tych obszarach w sposób zrównoważony. Godny podkreślenia jest fakt, iż powszechnie rozwój gospodarczy utożsamiany jest z ogólnie przyjętym wzrostem dobrobytu, lepszą służbą zdrowia, warunkami bytowymi i innymi dobrodziejstwami, ale mało kto interesuje się: w jaki sposób osiągany jest ten poziom, kto jest głównym beneficjentem oraz kto jest wykluczony i pozostaje daleko z tyłu za np. przedsiębiorstwami, które nie dbają w sposób zrównoważony o odpowiedzialność ekonomiczną, społeczną i ekologiczną.

2.1.2 Determinanty zrównoważonego zarządzania przedsiębiorstwem

Coraz częściej skutki uboczne generowane przez biznes (np. przez wyroby bądź usługi) wymuszają na przedsiębiorcach ponoszenie odpowiedzialności za nie. Odpowiedzialność biznesu odzwierciedla się w koncepcji zrównoważonego zarządzania, która kieruje przedsiębiorstwo w stronę zrównoważonego rozwoju. Ogólnie przyjęte jest, iż zrównoważone przedsiębiorstwo (biznes) cechuje się 3 wspólnymi obszarami⁶⁷ tj.: równomiernym podejściem do wymiaru ekonomicznego, społecznego oraz środowiskowego; kreowaniem działań zmierzających do poprawy społecznej; kooperacją z interesariuszami (proces pomiędzy tymi, na których oddziałuje przedsiębiorstwo oraz tymi, którzy mogą oddziaływać na nie). Kwestie zrównoważonego zarządzania rozszerzył Jabłoński A. wskazując, że droga do **zrównoważonego przedsiębiorstwa powinna prowadzić poprzez należyte wykorzystanie i odnawianie przez kadrę zarządzającą potencjału, stanowiącego podłoże do tworzenia efektywnego modelu biznesu oraz strategii. Uzyskanie tego stanu możliwe jest poprzez konstruktywne zestawienie poszczególnych części funkcji oraz zasobów przedsiębiorstwa z wzięciem pod uwagę aspektów ekonomicznych, ekologicznych oraz społecznych**⁶⁸. Istnieje więc możliwość stworzenie takiego modelu gospodarki, przedsiębiorstwa, który opierać się może na kryterium ekonomicznym, ekologicznym oraz społecznym, bazującym na koncepcji zrównoważonego rozwoju. W celu przybliżenia istoty zrównoważonego rozwoju m.in. w zarządzaniu przedsiębiorstwem zostały wymienione poniżej najistotniejsze czynniki, które mogą wspomóc stworzenie pożądanego modelu gospodarki, przedsiębiorstwa⁶⁹.

⁶⁷ Gasiński T., Piskalski G., *Zrównoważony biznes*, Podręcznik dla małych i średnich przedsiębiorstw, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009, s.15.

⁶⁸ Jabłoński A., *Modelowanie zrównoważonego biznesu w budowie długoterminowej wartości przedsiębiorstw z uwzględnieniem ich społecznej odpowiedzialności*, Difin, Warszawa 2013, s.47.

⁶⁹ Noga M., „Trzeba skończyć z "gospodarką kowbojską" Materiał pochodzi z portalu money.pl Noga M.

W 1972 roku ciało naukowe opracowało dla Klubu rzymskiego⁷⁰ raport *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, w którym po raz pierwszy wprowadzono pojęcie granic wzrostu⁷¹. W raporcie tym porusza się m.in. aspekt odnoszący się do wzrostu gospodarczego. W skrócie gremium prognozuje nieuchronne nadejście zmian odnośnie struktury wzrostu gospodarczego. Pomimo popularyzacji przez ekonomistów tradycyjnych form wzrostu gospodarczego konstrukcja ta nie przetrwa próby czasu, gdyż opiera się wyłącznie na nadmiernej konsumpcji bogactw naturalnych (proponowane zmiany to np. korekta szablonych mierników wzrostu oraz celów perspektywicznych)⁷². Dalsze działania w tej formie doprowadzą w przyszłości do ogólnego załamania na płaszczyźnie: gospodarczej, ekologicznej oraz społecznej, ogólnie mówiąc do światowego kryzysu gospodarczo - ekologicznego. Wnioski umieszczone w raporcie „Granice wzrostu” zostały zaoponowane m.in. przez następujących badaczy: Roberta U. Ayres, Josepha Stiglitz, Williama Nordhaus, Roberta Solow. Z upływem czasu niektórzy zagorzali przeciwnicy pesymistycznej wizji przedstawionej w raporcie „Granice wzrostu” zmienili swą opinie oraz skłonili się w kierunku pesymistycznych prognoz z raportu, byli to m.in.: Robert Ayres, Joseph Stiglitz, William Nordhaus⁷³. Dla przykładu można wymienić badacza Roberta Ayres, który w swojej pracy *Punkt zwrotny: koniec wzrostu wykładniczego? Turning Point: the End of Exponential Growth?* wyraża swój odmienny pogląd na tą sprawę niż był na początku⁷⁴. Ayres uważa, że prawa odpowiedzialne za impuls zmian na przestrzeni 200 lat napotykają coraz większe bariery nie do przejścia przez co tracą swą moc oraz słabną ich możliwości⁷⁵. Na skutek

⁷⁰ **Klub Rzymski** – „nieformalna, apolityczna organizacja międzynarodowa; powstała 1968 z inicjatywy A. Peccei, grupująca 100 naukowców i działaczy gospodarczych z ponad 50 krajów; pełni rolę inicjatora i mecenasu badań nad problematyką globalną; kolejne raporty dla Klubu Rzymskiego były poświęcone najważniejszym problemom współczesnego świata: granicom wzrostu gospodarczego, nowemu międzynarodowemu łaadowi ekonomicznemu, energii, zasobom, celom dla ludzkości, teorii wartości, oceanom, krajom rozwijającym się, mikroelektronice; raporty te przyczyniły się do stworzenia świadomości globalnej”, Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN.

⁷¹ **Granice wzrostu** – „ekon. pojęcie, opracowane przez zespół naukowców z Massachusetts Institute of Technology (D.L. Meadows i inni), na określenie skończonych rozmiarów zasobów globu ziemskiego”, Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN.

⁷² Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens, W.W., *The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Potomac, New York 1972.

⁷³ Kwaśnicki W., *Amalteiści i neomaltuzjanie – dwie wizje rozwoju*, Ekonomista Nr 3 2009, s. 3.

⁷⁴ Ayres R.U., *Turning Point: the End of Exponential Growth?*, Technological Forecasting & Social Change nr 73, 2006.

⁷⁵ Ibidem.

tego nie jest możliwy dalszy wzrost wykładniczy⁷⁶ w obecnym wieku, gdyż opiera się na zużytym mechanizmie, który cechuje⁷⁷:

- podział pracy proponowany przez Adama Smitha,
- globalizacja, handel międzynarodowy oraz związane w przeszłości z tym korzyści (np. efekt skali, światowy podział pracy),
- skutki urbanizacji, czyli niemożność zdyskontowania dotychczas darmowych robót w sektorze rolniczym oraz wybranych sektorach gospodarki,
- kapitał oraz lokowanie (stereotypowy kreator wzrostu),
- finansowanie potrzeb jednostki pożyczkami, perspektywy oraz wzrost konsumpcji niewynikający z niczego kluczowego i innowacyjnego,
- degradacja środowiska oraz utrata możliwości jego regenerowania się wraz z nadmierną eksploatacją bogactw naturalnych,
- wypracowanie wystarczająco dobrego poziomu technologicznego wraz z jego efektywnością, odpowiedzialnego za wymianę zasobów głównie energetycznych na potrzeby ogółu (np. energia).

Według Ayresa świat uprzemysłowiony wyczerpał swój rezerwuar w czterech powyżej wymienionych nurtach, natomiast kraje uwstecznione jeszcze nie. Ponadto czasy związane m.in. z wykorzystaniem ekonomii skali w handlu globalnym są przeszłością⁷⁸.

W 1992 roku w Rio de Janeiro (Brazylia) w dniach 3-14 czerwca odbyła się konferencja ONZ⁷⁹, na której uchwalono m.in. Agendę 21⁸⁰. Agenda 21 jest obszernym dokumentem złożonym z IV rozdziałów, które poruszają następujące zagadnienia⁸¹: kwestie społeczne oraz ekonomiczne (międzynarodowa kooperacja mająca na celu uintensywnienie trwałego i zrównoważonego rozwoju w państwach wschodzących, minimalizacja ubóstwa itd.); reguły ochrony oraz gospodarowania bogactwami naturalnymi (atmosfera, gleba, lasy itd.); kwestie

⁷⁶ **Wzrost wykładniczy** – „to proces, który zwiększa ilość w czasie. Występuje, gdy chwilowe tempo zmian (czyli pochodna) wielkości względem czasu jest proporcjonalne do samej wielkości. Opisana jako funkcja wielkość podlegająca wykładniczemu wzrostowi jest wykładniczą funkcją czasu, to znaczy zmienną reprezentującą czas jest wykładnik (w przeciwieństwie do innych typów wzrostu, takich jak wzrost kwadratowy)”, Wzrost wykładniczy, https://pl.qaz.wiki/wiki/Exponential_growth.

⁷⁷ Ayres R.U., *Turning Point: The End of Exponential Growth?* op. cit.

⁷⁸ Kwaśnicki W., *Amalteiści i neomaltuzjanie – dwie wizje rozwoju*, op. cit.

⁷⁹ **Konferencja ONZ** – “pt. „Środowisko i rozwój” (UNCED – United Nations Conference on Environment and Development)”, Kozłowski S., *Konferencja „Środowisko i rozwój” w Brazylii w roku 1992*, Kosmos 1993,42(1): s. 15.

⁸⁰ **Agenda 21** – „Dokument, w którym zamieszczono program działań na rzecz jakości życia człowieka w czasie obecnym oraz przyszłych pokoleń”, Gawor L., *Wizja nowej wspólnoty ludzkiej w idei zrównoważonego rozwoju*, „Problemy Ekorozwoju”, nr 2 2006, s. 61.

⁸¹ Berkowska E., *Realizacja polityki ekonomicznej w kontekście postanowień Szczytu Ziemi w Rio*, Kancelaria Sejmu – „Biuro Studiów i Ekspertyz” 1995, informacja nr 291, s. 3.

związane ze wzmocnieniem misji zróżnicowanych grup społecznych w przebiegu wprowadzania Agendy 21 (władze gminne, ludność lokalna itd.); kwestie związane z perspektywami realizacyjnymi zrównoważonego rozwoju (fundusze i aparaty finansowania, itd.).

W celu stworzenia odpowiedzialnego biznesu istotnie jest hasło „Działaj lokalnie myśl globalnie” (*Think globally, act locally*)⁸². Jest to fundamentalne hasło niosące mocny wzorec, gdyż to co się dzieje lokalnie ma wpływa na ogół. Gates w artykule *4 ways the U.S. can reassert leadership on climate change* porusza m.in. wpływ działań lokalnych i ich konsekwencje globalne cyt. „*Temperatury w Teksasie nie przestaną rosnąć dopóty, dopóki nie spadnie emisja zanieczyszczeń w Indiach i odwrotnie*”⁸³. Również według Profesor Nogi degradacja środowiska m.in. w obszarze lokalnym jest obecnie znaczącym problem, gdyż propagowanie tzw. „gospodarki kowbojskiej” tu i teraz prowadzi nieuchronnie świat do katastrofy ekologicznej i ekonomicznej.

Istotnym faktem jest to, że świat zindustrializowany zamieszkuje 20% światowej populacji, która zużywa 80% wszystkich bogactw naturalnych na świecie⁸⁴. Paradoks polega na tym, że aby pozostałym 80% populacji zagwarantować podobny dobrobyt przy dotychczasowym modelu gospodarki propagowanym przez większość ekonomistów, należałoby mieć w zanadru przynajmniej dwie planety typu Ziemia⁸⁵. Jak podkreśla Profesor Noga przedstawiciele nurtu ekonomicznego nie powinni promować modelu rozwoju gospodarki opartego jedynie na Produkcie Krajowym Brutto, który zasadniczo pochodzi z tzw. „brudnych technologii”. Należy zwrócić uwagę, że z PKB pokrywa się koszty związane m.in. z redukcją negatywnych skutków wyrządzonych środowisku naturalnemu oraz społeczeństwu (np. koszty ponoszone na leczenie wynikające z negatywnych skutków ubocznych z „brudnych technologii”)⁸⁶.

Powaga sytuacji tj. mało optymistyczne prognozy dla ludzkości przyczyniły się do powstania w ubiegłym stuleciu koncepcji zrównoważonego rozwoju, której przesłanie mówi o tym, aby „*rozwój, który zaspokaja potrzeby obecne, nie zagrażał możliwościom zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń*”⁸⁷. W wyniku tego poruszenia powstawały nowe mierniki, które

⁸² Ward B., Dubos R., *Only One Earth: The Care and Maintenance of a Small Planet*, Norton, 1972.

⁸³ Gates B., *4 ways the U.S. can reassert leadership on climate change*, Gates Notes The Blog of Bill Gates, <https://www.gatesnotes.com/Energy/4-ways-the-US-can-reassert-leadership-on-climate-change>, [data wejścia 22.01.2021].

⁸⁴ prof. Noga M., „Trzeba skończyć z "gospodarką kowbojską", op. cit.

⁸⁵ Ibidem.

⁸⁶ Ibidem.

⁸⁷ Raport Brundtland, *Our Common Future*, WCED 1987.

koncentrują się np. na: czynnikach ekologicznych, gospodarczo-społecznych oraz dobrostanie, lecz nie wszystkie z nich uzyskały ogólnoświatową aprobatę przez społeczeństwo jak m.in.⁸⁸ miernik szczęśliwej planety *Happy Planet Index*. Zrównoważony rozwój natomiast został przyjęty przez ogół światowego społeczeństwa wraz z Polską, dlatego dla celów dysertacji objęto analizą nadmienioną koncepcję.

2.1.3 Klasyfikacja zrównoważonego rozwoju w świetle literatury

Definicja „*Sustainable Development*” należy do prostych i czytelnych, istota pojęcia jest klarowna. Analizując źródła literaturowe okazuje się, że często esencja koncepcji „*Sustainable Development*” nie jest zrozumiała dla większości społeczeństwa oraz części środowiska naukowego⁸⁹. Sam przymiotnik „*Sustainable*” doczekał się kilku przekładów na język polski, co świadczy o niejednoznaczności tego pojęcia. W literaturze przedmiotu termin „zrównoważonego rozwoju” (*Sustainable Development*) tłumaczony jest na język polski na wiele sposobów m.in.: ekorozwój, rozwój trwały, rozwój ciągły itp. Zasadne jest stosowanie przekładu *Sustainable Development*, gdyż translacja np. na ekorozwój jest niestosowna, ponieważ „zrównoważony rozwój” jest pojęciem szerszym zakresowo od ekorozwoju. Według Komisji „*Brundtland Commission*” kwestię rozwoju „gospodarczego, społecznego, kulturowego oraz problemy ochrony środowiska przyrodniczego traktuje jako współzależną i współwarunkującą się całość, równolegle opartą na przekonaniu, iż to człowiek jest podmiotem zrównoważonego rozwoju i posiada prawo do zdrowego i produktywnego życia w harmonii z naturą”⁹⁰. Pojęcie w tym przekładzie zawarte jest m.in.: w ustawie zasadniczej - Konstytucji RP art. 5 z dnia 2 IV 1997 r., w której widnieje zapis: „Rzeczpospolita Polska (...) zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju”⁹¹, w aktach prawnych w obszarze prawa energetycznego⁹², ochrony środowiska⁹³ w strategii na rzecz zrównoważonego rozwoju przyjętą przez Unii Europejskiej w 2001 r.⁹⁴, która została zweryfikowana w 2006 roku i przekazuje, że „umożliwiła realizowanie długofalowej wizji

⁸⁸ prof. Noga M., „Trzeba skończyć z "gospodarką kowbojską", op. cit.

⁸⁹ Borys T., *Zrównoważony rozwój organizacji – co chcemy lub powinniśmy równoważyć?* [w:] Borys T., Rogala P., Skowron P., *Zrównoważony rozwój organizacji – odpowiedzialne zarządzanie*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2015, s. 14.

⁹⁰ Gerlach R., *Koncepcja zrównoważonego rozwoju jako nowa „filozofia” zarządzania*, [w:] Naznaczone pracą. Księga Jubileuszowa Profesora Czesława Plewki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, 2017, s. 44.

⁹¹ Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r., Dz.U. 1997 nr 78 poz. 483.

⁹² Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne.

⁹³ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.

⁹⁴ Communication from the Commission A Sustainable Europe for a Better World: A European Union Strategy for Sustainable Development. COM 2001, s. 264.

zrównoważonego rozwoju, który łączy w sobie wzajemnie się wspierające: wzrost gospodarczy, spójność społeczną i ochronę środowiska”⁹⁵.

Ponadto „zrównoważony rozwój” w różnych sektorach definiowany jest odmiennie⁹⁶, w wyniku czego w każdej z nich można go różnie określić⁹⁷:

- w ekonomii – to rozwój, który zapewni przyszłym pokoleniom uzyskanie wyższego dochodu niż posiada go obecne pokolenie,
- w socjologii - to rozwój, który wpływa na utrzymanie bliskich relacji społecznych w społeczeństwie,
- w ekologii - rozwój, który utrzymuje procesy ekologiczne, niezbędne ekosystemy oraz różnorodność gatunków.

W literaturze przedmiotu widoczna jest tocząca się polemika odnośnie podziału „zrównoważonego rozwoju” na kategorie tematyczne. W związku z tym, można wyróżnić parę obszarów tematycznych tj.⁹⁸:

- *konceptyjny*, który klasyfikuje się do kategorii dyskusji konceptualnej obejmując prace nad zrównoważonym rozwojem, uwypukla jego etymologię, cechy semantyczne oraz analizę koncepcji pod względem językowym. W wyniku tych działań uzyskuje się informacje, które umożliwiają uformowanie korpusu teoretycznego, a w jego strukturę wchodzi krytyczna wiedza. Zadaniem jej jest zbadanie słuszności oraz poddanie próbie użycie pojęcia pod względem językowym w najróżniejszych kontekstach kulturowych, uwzględniając przy tym odmienne bądź wykluczające konotacje.
- *kontekstowy*, powołuje się do kontekstu zrównoważonego rozwój pod kątem instytucjonalnym oraz akademickim. Instytucjonalny⁹⁹ pogląd dotyczy zawartych umów oraz strategii teorii zrównoważonego rozwoju uzyskanego w wyniku wypracowanego międzynarodowego konsensusu. Zaś kontekst akademicki

⁹⁵ EUR-LEX Baza aktów prawnych Unii Europejskiej, https://eur-lex.europa.eu/summary/glossary/sustainable_development.html?locale=pl.

⁹⁶ Ciegis, R., Zeleniute, R., *Ekonomikos plėtra darnaus vystymosi aspektu*, Taikomoji ekonomika: sisteminiai tyrimai, 2(1) 2008, s. 35-52.

⁹⁷ Pierantoni I. A., *Few Remarks on Methodological Aspects Related to Sustainable Development*, Measuring Sustainable Development: Integrated Economic, Environmental and Social Frameworks. OECD 2004.

⁹⁸ Osorio, R., L. A., Lobato, M. O., & del Castillo, X. A., *Debates on Sustainable Development: Towards a Holistic View of Reality*, Environment, Development and Sustainability (7) 2005, s. 501-518.

⁹⁹ Instytucja rozumiana jest jako zestaw reguł, według których podejmuje się decyzje odnośnie ustalenia kto może przedsięwziąć decyzje na pewnych rynkach (procesy, etapy) uwzględniając przy tym możliwości oraz ograniczenia potencjalnych działań itp., Hagedorn, K., *Particular requirements for institutional analysis in nature-related sectors*. *European Review of Agricultural Economics*, 35(3) 2008, s. 357-384.

zintegrowany jest z podejściem naukowym odwołującym się do dyskusji polityczno-instytucjonalnych uznawanych za inicjalne odnośnie ukazania się teorii.

- *akademicki* - dyskusja dyscyplinarna, której celem jest wyjaśnienie ewolucji w zakresach wiedzy tradycyjnie włączonej do analizy zrównoważonego rozwoju obejmując kwestie koncepcyjne, teoretyczne oraz sugestie metodologiczne. Kategoria ta spleciona jest połowicznie z powyżej opisanym obszarem akademickim, gdyż dyskusja dyscyplinarna skupia się ponadto na ewolucji modelu badawczego, który odpowiedzialny jest za zmierzenie się z wieloaspektowością zaistniałych okoliczności odnośnie zrównoważonego rozwój.
- *geopolityczny* - debata geopolityczna odnosi się do teoretycznych analiz o podłożu ideologicznym. W wyniku tego uzyskano podział na kraje rozwinięte oraz słabo rozwinięte uwzględniając odmienne podejście przez kraje zachodnie do koncepcji zrównoważonego rozwoju. Według Osorio i in., którzy opierali się na Morinie i Kernie, rozwój posiada dwa konteksty¹⁰⁰¹⁰¹: pierwszy to globalny mit o osiągnięciu dobrobytu przez społeczeństwo przemysłowe, a tym samym redukujący dysproporcje, nierówności społeczne; drugi wymiar to teoria redukcjonistyczna, gdzie wzrost gospodarczy jest konieczny i zarazem jest wystarczającym stymulatorem, aby mogły zajść zmiany na podłożu społecznym, moralnym oraz psychicznym.

Celem niniejszej dysertacji nie jest rozstrzygnięcie punktów spornych odnośnie konkretyzacji pojęcia zrównoważonego rozwoju ani translacji, w związku z czym nie podjęto próby rozstrzygnięcia sporu. W celu uporządkowania i zrozumienia koncepcji odwołano się do podstaw poprzez przykłady.

W literaturze kierunkowej można również natchnąć się na mnogość różnych definicji. Przykłady wybranych definicji zostały zaprezentowane w *Tabeli 2.2*.

¹⁰⁰ Ibidem, s. 357-384.

¹⁰¹ Morin E., Kern A. B., *Terre-Patrie*, Seuil 1993.

Tabela 2.2. Przykładowe definicje zrównoważonego rozwoju

Definicja	Taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń.	Autorstwo
		Ustawa Prawo ochrony środowiska
	Zrównoważony wzrost oznacza wzrost gospodarczy wspierany przez fizyczne i socjalne środowisko.	Pirages 1977 ¹⁰²
	Koncepcję Sustainable Development należy utożsamiać z ciągłym rozwojem określonych polityk sektorowych, w szczególności polityki środowiskowej, gospodarczej i społecznej. Dla racjonalnego rozwoju poszczególnych sektorów konieczna jest ich harmonizacja, czy też synchronizacja. Nadrzędnym segmentem ma być tutaj ochrona środowiska i środowisko, które to stanowią pewne paradygmaty dla rozwoju gospodarczego i społecznego.	Rosicki 2010, s. 46
	Zrównoważony rozwoju obejmuje stworzenie systemu społecznego i gospodarczego, który gwarantuje wsparcie dla następujących celów: wzrost realnych dochodów, poprawę - poziomu wykształcenia, stanu zdrowia populacji oraz ogólnej jakości życia.	Pearce D., Markandya A., Barbier, E. 1989 ¹⁰³
	Istotą zrównoważonego rozwoju jest trwała poprawa jakości życia współczesnych i przyszłych pokoleń osiągnięta przez kształtowanie właściwych proporcji w gospodarowaniu trzema rodzajami kapitału: ekonomicznym, społecznym oraz naturalnym.	Piontek 2000, s. 181
	Zrównoważony rozwój rozumiany jest jako odnawialne zasoby naturalne, gdzie brane są pod uwagę granice procesu rozwoju, nawet jeśli te granice ulegną zmienianiu przez technologie. Trwałość technologii można ocenić na podstawie tego, czy wzrasta produktywność przy jednoczesnym utrzymaniu środowiska oraz granic.	Holdgate, M. W., 1993 s. 481-482 ¹⁰⁴

Źródło: Opracowanie na podstawie: Pabiś Ł. (2017), *Zrównoważony rozwój w kontekście nowych koncepcji zarządzania publicznego: New Public Management i Public Governance (nowego zarządzania publicznego i zarządzania partycypacyjnego)*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Zarządzanie Nr 25 t. 2, s. 10.; Pirages, D.C., *A social design for sustainable growth*. In: *The Sustainable Society – Implications for Limited Growth*. New York 1977; Pearce D., Markandya A., Barbier, E., *Blueprint for a Green Economy*. London 1989; Holdgate, M.W., *The sustainable use of tropical coastal resources – a key conservation issue*. AMBIO (22) 1993.

¹⁰² Pirages, D.C., *A social design for sustainable growth*. In: *The Sustainable Society – Implications for Limited Growth*. New York 1977.

¹⁰³ Pearce D., Markandya A., Barbier, E., *Blueprint for a Green Economy*. London 1989.

¹⁰⁴ Holdgate, M.W., *The sustainable use of tropical coastal resources – a key conservation issue*. AMBIO (22) 1993, s. 481-482.

Literatura przedmiotu jest obfita w definicje zrównoważonego rozwoju^{105,106}. Ponadto pojęcie zrównoważonego rozwoju kierowane jest do różnych sektorów m.in. ekonomicznego, środowiskowego, społecznego, podkreślając tym samym postanowienia polityczne, filozoficzne, techniczne czy to kierownicze, co miało poniekąd wpływ na przedstawienie zróżnicowanych teorii zrównoważonego rozwoju (Pezzoli, 1997; Munasinghe, 1993; Pezzey, 1989; Pearce i in., 1989)^{107,108,109}.

We wcześniejszym opisie pracy uwypuklono problem mnogości definicji i jej niejednoznaczności. Analizując literaturę przedmiotu dostrzeżono, że występują komplikacje odnośnie: interpretacji, definicji, translacji zrównoważonego rozwoju. Wymienione problemy wynikają z tego, że zrównoważony rozwój cechuje się złożonością oraz wieloaspektowością. Ponadto musi zespolic równość, efektywność, sprawiedliwość międzygeneracyjną w trzech kluczowych aspektach: środowiskowym, ekonomicznym oraz społecznym.

2.1.4 Charakterystyka wymiarów zrównoważonego rozwoju

Zrównoważony rozwoju można sformułować opierając się na jednym z wybranych wymiarów tj. ekonomicznym, społecznym lub środowiskowym. Według Pierantoni pewne systemy ekonomiczne, zdarzenia społeczne lub cykle naturalne kojarzone są z trwałością, lecz wymagają zastosowania strategii krótkoterminowej bądź długoterminowej (np. inne wskaźniki stosowane są do oceny efektów krótkoterminowych oraz długoterminowych)¹¹⁰. Według Ciegis zastosowanie tej metody wpływa negatywnie na dobór wskaźników zrównoważonego rozwoju¹¹¹.

W celu przeprowadzenia komplementarnej analizy należy zestawzić ze sobą kluczowe wykładnie zrównoważonego rozwoju, z uwzględnieniem ujęcia politycznego, które znajdują się w obecnej literaturze przedmiotu - *Tabela 2.3*.

¹⁰⁵ Ciegis R., Ramanauskienė J., Martinkus B., *The Concept of Sustainable Development and its Use for Sustainability Scenarios*, Inžinerinė Ekonomika-Engineering Economics (2)., 2009, s. 29.

¹⁰⁶ Jacobs M., *Sustainable Development – From Broad Rhetoric to local Reality*, Conference Proceedings from Agenda 21 in Cheshire, 1 December 1994, Cheshire County Council, Document No. 49., 1995.

¹⁰⁷ Pezzoli K., *Sustainable development: A transdisciplinary overview of the literature*, Journal of Environmental Planning and management (40) 1997, s. 549-574.

¹⁰⁸ Munasinghe M., *Environmental Economics and Biodiversity Management in Developing Countries*, Ambio, 22(2-3) 1993, s. 126-135.

¹⁰⁹ Pezzey J., *Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development*, The World Bank Environmental Department Working Paper No 15. Washington D. C. 1989.

¹¹⁰ Pierantoni I. A., *Few Remarks on Methodological Aspects Related to Sustainable Development*, Measuring Sustainable Development: Integrated Economic, Environmental and Social Frameworks. OECD 2004.

¹¹¹ Ciegis R., *Darnaus vystymosi vertinimas*. Taikomoji ekonomika: sisteminiai tyrimai, 2009.

Tabela 2.3. Zestawienie kluczowych wykładni zrównoważonego rozwoju z ujęciem politycznym

Aspekty	Obszar wymiaru	Cel główny
Ekonomiczny	Fundamentem w tym aspekcie jest ogniwo trwałości gospodarczej. Według rozszerzonej teorii kapitału Solowa ^{112,113,114} zamienności oraz koncepcji równowagi Hicksa-Lindahla istotne jest to, aby dochód, który można oszczędzić oraz zasoby (kapitałowe), bogactwa pozostawić na potrzeby przyszłych pokoleń. Kierując się maksymą sprawiedliwego podziału między pokoleniami. Zrównoważony rozwój gospodarczy powinien zmierzać w kierunku maksymalizacji przepływu dochodu, generowania oraz utrzymania m.in. kapitału, który przynosi pozytywne efekty ^{115,116} .	Zabezpieczenie optymalnych kwot m.in. kapitału ogólnego dla przyszłych pokoleń.
Ekologiczny	Najistotniejsza w tym wymiarze jest stabilność biologiczna oraz fizyczna systemów, do których odnosi się m. in. w swoich pracach twórca ekonomii ekologicznej Holling ^{117,118,119} , w których to skupia się na ogólnej istotności oraz kondycji ekosystemów. Tak więc istotna jest żywotność podsystemów, od których zależy stabilność globalna, gdyż wpływają na ogół całego ekosystemu.	Wiodącym celem jest zachowanie różnorodności biologicznej na poziomie globalnym. Uwzględniając zrównoważony charakter wraz z elastycznością ekosystemu oraz możliwością zaadaptowania zmian w biosferze w celu zabezpieczenia przyszłego bytu.

¹¹² Solow R. M., *The economics of resources and the resources of economics*, American Economics Review (64) 1974, s. 1-14.

¹¹³ Solow, R. M., *On the intergenerational allocation of exhaustible resources*, Scandinavian Journal of Economics 1986., 88(2), s. 141-156.

¹¹⁴ Solow, R. M., *An Almost Practical Step towards Sustainability*, Resources Policy (19) 1993, s. 162-172.

¹¹⁵ Hicks, J., *Value and Capital*. Oxford 1946, UK.

¹¹⁶ Maler K. G., *Economic theory and environmental degradation: a survey of some problems*, Revista de Analisis Economico (5) 1990, s. 7-17.

¹¹⁷ Holling, C. S., *Resilience and stability of ecological systems*, Annual Review of Ecology and Systematics (4) 1973, s. 1-23.

¹¹⁸ Holling, C. S., *Adaptive Environmental Assessment and Management*. New York 1978.

¹¹⁹ Holling, C. S. *The resilience of terrestrial ecosystems: local surprises and global change*, Eds. Clark, W. C. & Munn, R. E. Sustainable Development of the Biosphere. Cambridge University Press, Cambridge, UK 1986, s. 292-317.

Społeczny	Obostrzenia nałożone na społeczeństwo wpływają na ograniczenie możliwości wymiany z sąsiadującymi systemami naturalnymi oraz systemami społecznymi. W tym ujęciu idea zrównoważonego rozwoju jest ukierunkowana na społeczeństwo ukazując w swym swoistym złączeniu rozwój oraz normy społeczne, które nadają ton, dążąc tym samym do utrzymania równowagi struktur społecznych.	Kluczowym prymem jest wypracowanie odporności na wstrząsy wraz z minimalizacją podatności oraz utrzymania zdrowego społeczeństwa wraz ze strukturą kulturową ^{120,121,122} .
Polityczny/ instytucjonalny	Działania polityczne są powiązane z wymiarem instytucjonalnym i są od niego zależne ¹²³ , tak więc sektor instytucjonalny oraz jego waga, znaczenie wraz z kompetencjami rzutują na strategię. W celu prowadzenia rzetelnej i skutecznej polityki zrównoważonego rozwoju należy ocenić organizacje instytucjonalne, które mają bezpośredni wpływ na rozwój oraz realizację działań ekonomicznych, środowiskowych oraz społecznych.	Stworzenie przez państwo silnego systemu zarządzania m.in. na szczeblu regionalnym wraz z jego klarownym instytucjonalnym podziałem funkcji w celu zapewnienia rozwoju oraz możliwości realizacji interesów, a w przypadku negatywnego wpływu na dobro ogółu, ich ograniczenia.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie:³⁵⁻⁴⁶

Analizując powyższe aspekty zrównoważonego rozwoju można dostrzec harmonijną ideę odnoszącą się do zabezpieczenia przyszłego bytu. Równocześnie należy zwrócić uwagę, że każdy aspekt zrównoważonego rozwoju charakteryzuje się istotnością, co może wpłynąć na poszczególną jego ocenę. Sytuacja ta powoduje konsternację, co wpływa na skalę trudności przy ocenie. Mimo to wszystkie trzy ujęcia powinno poddać się jednakowej ocenie, gdyż pominięcie lub zlekceważenie któregoś z nich grozi utratą ogółu trwałości¹²⁴. W klasycznym modelu zrównoważonego rozwoju ujmuje się trzy warianty: ekonomiczny, ekologiczny oraz

¹²⁰ Chambers, R., *Vulnerability, coping and policy*, IDS Bulletin, 20(2) 1989, s. 1–7.

¹²¹ Bohle, H. G., Downing, T. E., & Watts, M. J., *Climate change and social vulnerability: toward a sociology and geography of food insecurity*, Global Environmental Change, 4(1) 1994, s. 37-48.

¹²² Ribot, J. C., Najam, A., & Watson, G., *Climate variation, vulnerability and sustainable development in the semi-arid tropics*, Eds. Ribot, J. C., Magalhaes, A. R., & Pangides, S. S. Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the Semi-Arid Tropics. Cambridge 1996.

¹²³ Helm, D., *The assessment: environmental policy – objectives, instruments and institutions*, Oxford review policy, 14(4) 1998.

¹²⁴ Kahuthu, A., *Economic growth and environmental degradation in a global context*, Environ. Dev. Sustain 8 2006.

społeczny. Pominiecie aspektu instytucjonalnego wraz z ich kapitałem należy do uchybień¹²⁵. W celu uchwycenia pełniejszej koncepcji zrównoważonego rozwoju Mauerhofer¹²⁶ zaproponował trójwymiarowy model, w którym dodatkowo wprowadzono wymiar instytucjonalny. Podczas przeprowadzania analizy zrównoważonego rozwoju występują skłonności do uogólnienia zrównoważonego rozwoju, traktując go jako algebraiczną sumę czterech lub więcej wymiarów (ekonomicznego, ekologicznego i społecznego itd.). Nieporozumienie to może wynikać z powierzchownego przyjrzenia się założeniu przedstawionemu przez HR Jiliberto¹²⁷¹²⁸, według którego zrównoważony rozwój to scalony system składający się z podsystemów, co jest interpretowane, że nie wspomaga się wymiarami: ekonomicznym, ekologicznym, społecznym oraz instytucjonalnym, które wzajemnie oddziałują na siebie. Dlatego kluczowe jest zrozumienie, że analiza struktury zrównoważonego rozwoju powinna przebiegać wielowymiarowo. Interpretacja jednego wymiaru nie odzwierciedla faktycznego stanu działania w pełni. Nadmierna eksploracja złóż naturalnych może wpływać korzystnie w danym okresie czasu na ekonomie oraz na społeczeństwo. Natomiast działania te w przyszłości mogą okazać się katastrofalne w skutkach, a ewentualne próby np. odbudowy ekosystemu mogą stać się niemożliwe lub bardzo kosztowne, w wyniku czego ogólny bilans dla gatunku ludzkiego może okazać się ujemny, gdyż koszty przewyższą zyski oraz szeroko rozumiane obecne korzyści. Tak więc interpretacja jednowymiarowa ujmuje jedynie problemy dotyczące jednego wymiaru zrównoważonego rozwoju, więc jest to podejście niemiarodajne. Należy również zwrócić uwagę, że np. wymiar społeczny może składać się z różnych stref takich, jak np. przyroda, edukacja itp. Wymienione powyżej strefy powinno poddać się zespolonej analizie oraz przekształcić w struktury/systemy, które nazywa się jednostkami strukturalnymi. W celu przeprowadzenia analizy zrównoważonego rozwoju regionu jednostki strukturalne zespala się. Według Jiliberto należy zniwelować spłaszczony obraz relacji systemowych¹²⁹, gdyż zidentyfikowane korelacje podczas analizy zrównoważonego rozwoju mogą mieć inne znaczenie dla regionalnego mechanizmu zrównoważonego rozwoju. Tak więc w budowaniu instrumentu kluczowe jest konwertowanie

¹²⁵ Platje, J., "Institutional Capital" as a factor of sustainable development – The importance of an institutional equilibrium, *Technological and Economic Development of Economy*, 14(2) 2008, s. 144-150.

¹²⁶ Mauerhofer, V., 3-D Sustainability: An approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a Sustainable Development. *Ecological economics* (64) 2008, s. 496-506.

¹²⁷ Jiliberto, H. R., *Models for Regional Sustainability Assessment: the case of the region of Murcia, Spain*, Workshop 3: "Towards Regional Sustainable Development: Evaluation Methods and Tools". June. – Manchester (2003).

¹²⁸ Jiliberto, H. R., *A Holarchical Model for Regional Sustainability Assessment*, *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*. Vol. 6 (4) 2004.

¹²⁹ Ibidem.

rozpoznanych informacji z podsystemów, tworząc tym samym rozsądną kompozycję, która bazuje na idei poznawczej.

W celu pełnej analizy należy wyodrębnić cztery poziomy, które wskazał Hinterberger i in.¹³⁰:

- poziom mikro (firmy i nabywcy),
- poziom mezo (instytucje oraz ich siatka),
- poziom makro (fiskalny, monetarny oraz dystrybucja)
- metapoziom (misja, cele społeczne).

Zagadnienia zrównoważonego rozwoju powinno się przeanalizować wraz z rozwiązaniami na poziomie systemu. Istnieje możliwość systematycznego definiowania właściwych celów polityki zrównoważonego rozwoju osobno dla każdego z jego wymiarów (ekonomicznego, ekologicznego społecznego oraz instytucjonalnego), na każdym poziomie, tym samym generując matrycę logiczną celów dla strategii zrównoważonego rozwoju¹³¹. Dzięki tym działaniom istnieje możliwość przygotowania koncepcji zrównoważonego rozwoju obejmującą wszystkie powyższe wymiary oraz poziomy.

2.1.5 Krytyczne spojrzenie na koncepcję zrównoważonego rozwój

W literaturze przedmiotu polskiej i zagranicznej występuje w znacznej przewadze pozytywne podejście do idei zrównoważonego rozwoju. Koncepcja znajduje zastosowanie w wielu gałęziach gospodarki, nauce, polityce z powodu interdyscyplinarnej i wieloaspektowej formy. Pomimo wielu pozytywnych opinii w literaturze kierunkowej koncepcji zrównoważonego rozwoju, występują przeciwnicy z mocnymi argumentami przeciwko jej wdrażaniu. Część poglądów przeciwko idei zrównoważonego rozwoju jest o charakterze filozoficzno-etycznym, dotyczą teorii zrównoważonego rozwoju, zaś pozostałe koncentrują się na aspekcie praktycznym, podczas wprowadzania i osiągniętych rezultatów¹³².

Najistotniejsze krytyczne poglądy odnośnie zrównoważonego rozwoju przedstawia *Tabela 2.4*.

¹³⁰ Hinterberger, F., Luks, F., & Schmidt-Bleek, F., *Material flows vs. natural capital – What makes an economy sustainable?*, Ecological Economics (23) 1997, s. 1-14.

¹³¹ Spangenberg, J. H., Omann, I., Bockermann, A., & Meyer, B., *Modelling sustainable development*, Eds. Matthies, M., & Malchow, H. Integrative Systems Approaches to Natural and Social Dynamics, Berlin 2000.

¹³² Poczta-Wajda A., Sapa Agnieszka, Paradygmat rozwoju zrównoważonego – ujęcie krytyczne, Progres in Economic Sciences Nr 4 2017, s. 134.

Tabela 2.4. *Spojrzenie krytyczne na koncepcję zrównoważonego rozwoju*

Obszar	Uzasadnienie	Autorstwo
<i>Kolizja</i> między pozytywnym oraz negatywnym wpływem wzrostu gospodarczego – powód/panaceum.	Istotnymi częściami dwóch z trzech komponentów zrównoważonego rozwoju jest swoboda gospodarcza oraz wolność wyboru w różnych sferach życia ¹³³ (wzrost gospodarczy oraz rozwój społeczny). Zaś dyktowanie przedsiębiorstwom określonych działań, wprowadzanie obostrzeń oraz wymuszonych norm, wpływa niekorzystnie na wzrost gospodarczy oraz rozwój społeczny. Paradoks polega na tym, iż z jednym z celów zrównoważonego rozwoju jest wzrost gospodarczy, który bezpośrednio bądź pośrednio wpływa w większości na powstawanie problemów we współczesnym świecie. Tak więc występuje kolizja między pozytywnym oraz negatywnym wpływem wzrostu gospodarczego, gdyż nie może być tak, że jest coś powodem i panaceum.	Kosiek T. 2015, s 238.
<i>Trudności</i> z utrzymaniem wzrostu gospodarczego w perspektywie długoterminowej (przy uwzględnieniu poprawy efektywności wykorzystania surowców) z powodu ograniczeń środowiskowych.	Według Lippert ¹³⁴ zrównoważony rozwój w dłuższej perspektywie nie ma racji bytu, gdyż nie jest możliwe utrzymanie wzrostu gospodarczego przy prowadzeniu „gospodarki kowbojskiej” w dłuższy okresie czasu, z powodu ograniczeń środowiskowych (zasoby Ziemi są ograniczone, co uniemożliwia zapewnienie wszystkim równego/zbliżonego np. statutu społecznego). Choćby uwzględnić wzrost oparty na poprawie efektywności w spożytkowaniu dostępnych surowców, w celu utrzymania nieograniczonego wzrostu w długim przedziale czasu, należałoby koniecznie utrzymać stały poziom konsumpcji, co według Poczta-Wajda i Sapa jest nieosiągalne ¹³⁵ .	Lippert 2004, s.22.
<i>Obowiązek</i> zaspokojenia potrzeby obecnych oraz przyszłych pokoleń na poziomie co najmniej	Kosiek twierdzi, iż nie wiadomo jakie potrzeby będą miały przyszłe pokolenia. Zważywszy na postęp technologiczny, który może wpłynąć na ograniczenie lub brak zainteresowania surowcami, które obecnie są rzadkie oraz niezbędne, a w przyszłości mogą okazać się niepotrzebne ¹³⁶ . Kingsnorth poruszył istotny fakt, na który należy zwrócić uwagę, że podpieranie się niezbędnością zaspokajania	Kosiek T. 2015, s 238; Kingsnorth P., 2012.

¹³³ Kosiek T., Zrównoważony rozwój – rozwiązanie czy ideologia? Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie, Politechnika Śląska 85, 2015, s. 238.

¹³⁴ Lippert I., An Introduction to the Criticism on Sustainable Development. Brandenburg University of Technology, Cottbus, 2004, s. 22.

¹³⁵ Poczta-Wajda A., Sapa Agnieszka, Paradygmat rozwoju zrównoważonego – ujęcie krytyczne, op. cit. 135.

¹³⁶ KOSIEK T., Zrównoważony rozwój – rozwiązanie czy ideologia? op. cit.

porównywalnym jak współcześnie.	potrzeb przyszłych pokoleń umieszcza homo sapiens w centrum koncepcji zrównoważonego rozwoju, zamiast środowisko. Zadaniem zrównoważonego rozwoju nie jest zabezpieczenie Ziemi przed człowiekiem jest natomiast według zamożnej i uprzemysłowionej części świata zagwarantowanie ludzkiej populacji komfortu na poziomie przyjętym przez cywilizowane i zamożne kraje ¹³⁷ .	
<i>Definicje</i> niejasne - brak zgodności co równoważyć oraz jak zoperacjonalizować zrównoważenie. <i>Problemy</i> z pomiarem rozwoju zrównoważonego oraz doбором właściwych mierników i metod.	Jabareen twierdzi, że określenia koncepcji zrównoważonego rozwoju są wieloznaczne, gdyż nie są zgodne w zakresie co równoważyć oraz nie posiadają procedury zrównoważenia. Ponadto Jabareen wymienia jako zaniedbanie brak możliwości pomiaru zrównoważonego rozwoju, uwypuklając problem w postaci braku metody oceny owego zjawiska przyjętego przez ogół (brak ustaleń odnośnie istotności zmiennych środowiskowych, ekonomicznych oraz społecznych ¹³⁸ .	Jabareen Y. 2008, s. 179.
<i>Problemy</i> z doбором właściwych metod.	Matuszczak porusza problem doboru różnych metod, które są zależne od posiadanych danych, jakości analiz bądź celu, wykorzystywanych przez państwa, instytucje, badaczy zajmujących się koncepcją zrównoważonego rozwoju ¹³⁹	Matuszczak A. 2013.
<i>Wada</i> stosowanych mierników.	Według Bell i Morse istnieje problem w stosowanych miernikach. Główny mankamentem używanych mierników jest zbyt proste objęcie zdarzeń cechujących się skomplikowaną postacią oraz wielopłaszczyznowością ¹⁴⁰ .	Bell i Morse, 2008.
<i>Nasilające się</i> nierówności społeczne między zamożnymi, a ubogim.	Nasilają się nierówności społeczne między zamożną Północą a ubogim Południem. Według raportu międzynarodowego OXFAM z 2017 roku wynik, że grupa najbogatszych ludzi na świecie (osiem osób) posiada majątek większy niż uboższa połowa świata (w latach 1988 -2011 przeciętny dochód 10% najuboższych ludzi na świecie podniósł się około o 3 USD, tymczasem grupa 1% najzamożniejszych osób na świecie zwiększyła swe dochody o 182 razy ¹⁴¹ . Według Koroneos i Roks	Raport OXFAM, 2017; Koroneos C., Rokos D., 2012.; Sobczuk S., 2013, s. 26;

¹³⁷ Kingsnorth P., *Why sustainability is bad for the environment*. Environment, 2012, <http://www.abc.net.au/environment/articles/2012/10/02/3601337.htm>, [data dostępu 27.02.2017].

¹³⁸ Jabareen Y., *A new conceptual framework for sustainable development*, Environment, Development and Sustainability 10(2) 2008, 179–192.

¹³⁹ Matuszczak A., *Zróżnicowanie rozwoju rolnictwa w regionach Unii Europejskiej w aspekcie jego zrównoważenia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.

¹⁴⁰ BELL S., MORSE S., *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?* Earthscan, Nowy Jork 2008.

¹⁴¹ OXFAM, *An economy for the 99%. Full report*. Oxford 2017, <https://www.oxfam.org/>

	założenia w raporcie Bruntland nie zostały zrealizowane, co więcej sprawiają wrażenie bardziej dalekich¹⁴². Ponadto według Sobczuk ugruntowują się niewłaściwe wzorce konsumpcji, kierujące do trwonienia surowców, co prowadzi do coraz większego kryzysu ekologicznego¹⁴³. Natomiast Hove zwraca uwagę na to, że na rozkwit i spopularyzowanie idei zrównoważonego rozwój wpływają uczeni z krajów zamożnych, którzy „decydują o tym, co jest dobre dla reszty świata”¹⁴⁴.	Hove H., 2004, s. 51.
<i>Oszustwo interwencjonizm</i>¹⁴⁵, <i>protekcjonizm</i>¹⁴⁶.	Szumowski twierdzi, iż koncepcja zrównoważonego to oszustwo cyt. „I wreszcie, idea zrównoważonego rozwoju, która powstała można rzec spontanicznie jako pozytywna reakcja na negatywne zjawiska ekonomiczne i społeczne, przekształciła się w instrument celowej manipulacji społecznej w rękach elit władzy światowej. Jako swoiste „opium dla ludu” służy on do uspokajania rewolucyjnych nastrojów społecznych i mamienia ludzi kolejnym rajem na Ziemi. Z tej racji uważam, że idea rozwoju zrównoważonego jest zwykłym oszustwem”¹⁴⁷. Zrównoważony rozwój uważany jest za hasło, które jest używane w celu potwierdzenia słuszności działań niemających poparcia społecznego. Wielokrotnie przywoływany przykład argumentujący słuszność interwencjonizmu oraz protekcjonizmu rolnego jest stosowany w krajach rozwiniętych, tłumaczony przymusem wprowadzania koncepcji zrównoważonego rozwoju i rolnictwa multifunkcyjnego¹⁴⁸. Wyśrubowane standardy	Sztumski W. 2008, s. 139; Paarlberg P., Bredahal M., Lee J., 2002; Raffer K., Singer H., 2001, s.189.

sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/bp-economy-for-99-percent-160117-en.pdf [data dostępu 27.02.2017].

¹⁴² Koroneos C., Rokos D., Sustainable and Integrated Development – A Critical Analysis, Sustainability 4, 141–153, DOI: 10.3390/su4010141, 2012.

¹⁴³ Sobczuk S., Kryzys ekologiczny ostrzeżeniem i przestrogą dla współczesnego świata i człowieka. Rozprawy Społeczne 2(VII), 2013, s. 26.

¹⁴⁴ Hove H., Critiquing Sustainable Development: A Meaningful Way of Mediating the Development Impasse? Undercurrent 1(1), 2004, s. 51.

¹⁴⁵ **Interwencjonizm** – „ekon. system polityki gospodarczej państwa polegający na bezpośrednim oddziaływaniu państwa na gospodarkę w makroskali; także zespół środków, za pomocą których państwo realizuje tę politykę”.

¹⁴⁶ **Protekcjonizm** – „ekon. polityka ochrony produkcji i handlu krajowego przed konkurencją zagraniczną”, Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN.

¹⁴⁷ Sztumski W., Refleksje na temat rozwoju zrównoważonego. (Czy rozwój zrównoważony jest fikcją, utopią, iluzją czy oszustwem?). Problemy Ekorozwoju 3(2) 2008, s. 139.

¹⁴⁸ Paarlberg P., Bredahal M., Lee J., Multifunctionality and Agricultural Trade Negotiations. Review of Agricultural Economics 24(2), 322–335, DOI: 10.1111/1467-9353.00022, 2002.

	środowiskowe wdrażane przez kraje uprzemysłowione określane są jako ekoprotekcjonizmem ¹⁴⁹	
Korzyści ze zrównoważonego rozwoju przeważnie dla krajów uprzemysłowionych.	Według Fernando za współczesny kryzys ekologiczny odpowiadają zasadniczo kraje bogate, propagujące nieumiarkowany konsumpcjonizm, które zarzucają krajom rozwijającym się (Indie, Chiny) lekceważenie koncepcji zrównoważonego rozwoju ¹⁵⁰ . Ponadto podkreśla się, że kraje uprzemysłowione, które prowadzą „kowbojską gospodarkę” doprowadziły do dużej dewastacji środowiska. Chcą one również przerzucić koszty na społeczeństwo biednych krajów. Zaś społeczność biednych krajów także chce konsumować zdobycze bieżącej technologii. Dlatego według sceptyków zrównoważonego rozwoju wdrażanie tej koncepcji służy głównie krajom uprzemysłowionym.	Fernando J., 2003, s.19.
Zbyt szerokie pojmowanie - nadużywanie idei zrównoważonego – rozwoju przez instytucje, przedsiębiorstwa itd.	Obecnie pojęcie zrównoważonego rozwoju używane jest zarówno przez duże, jak i małe firmy w odniesieniu do m.in.: produkcji, banków, nauki, hodowli zwierząt, paliwa, sportu, itd. Dochodzi do tego, że można skosztować zrównoważony napój ze zrównoważonej słomki, potaćzyć na zrównoważonym parkiecie ¹⁵¹ , a następnie nakarmić swojego psa zrównoważoną karmą. Problem polega na tym, iż termin jest zbyt szeroko pojmowany, co prowadzi do częstych nadużyć. Zjawisko to wynika ze zbyt dużej możliwości oraz wolności na polu interpretacji, co prowadzi do stronniczości oraz braku ładu ¹⁵² . W związku z powyższym Laszlo twierdzi, że stan ten wpływa negatywnie na kultywowanie koncepcji zrównoważonego rozwoju, ponieważ państwa i przedsiębiorstwa, pomimo chęci działania zgodnie z powyższą ideą, kontynuują dotychczasowe procesy ¹⁵³ . Natomiast Wolczek ukazuje, że brakuje dokładnych rozwiązań oraz wytycznych umożliwiających	CIWEM, 2013, s.18; Laszlo K., 2010.; Wolczek P., 2014, s. 215.

¹⁴⁹ Raffer K., Singer H., The economic North-South divide: six decades of unequal development. Edward Elgar. Cheltenham, 2001, DOI: 10.4337/9781843761457, s. 189.

¹⁵⁰ Fernando J., The power of unsustainable development: What is to be done? The Annals of the American Academy 590, 6–31, DOI: 10.1177/0002716203258283, 2003.

¹⁵¹ <http://www.energy-floors.com/sustainable-dance-floor/>.

¹⁵² CIWEM, *Re-framing sustainable development: a critical analysis*, <http://www.ciwem.org/wp-content/uploads/2016/02/Reframing-Sustainability.pdf>, 2013, s.18, [data dostępu 27.02.2017].

¹⁵³ Laszlo K., “Sustainability as Usual” Isn’t Good Enough, (010, <http://www.triplepundit.com/2010/05/sustainability-as-usual-isnt-good-enough/> [data dostępu 27.20.2017].

	naprowadzenie indywidualne podmioty na kurs zrównoważonego rozwoju ¹⁵⁴ .	
--	---	--

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Kosiek T. 2015, s. 238; Lippert 2004, s.22; Kingsnorth P., 2012; Jabareen Y. 2008, s. 179; Matuszczak A. 2013; Bell i Morse, 2008; Raport OXFAM, 2017; Koroneos C., Rokos D., 2012.; Sobczuk S., 2013, s. 26; Hove H., 2004, s. 51; Sztumski W. 2008, s. 139; Paarlberg P., Bredahal M., Lee J., 2002; Raffer K., Singer H., 2001, s.189; Fernando J., 2003, s.19; CIWEM, 2013, s.18; Laszlo K., 2010.; Wolczek P., 2014, s. 215.

Ponadto w literaturze kierunkowej zbliżone argumenty uwypuklają inni badacze, które według nich przyczyniają się do wypaczenia koncepcji oraz użyteczności zrównoważonego rozwoju i są to^{155,156,157}.

- powierzchowność interpretacji koncepcji,
- rozwarstwienie idei w celu uzyskania korzyści interesariuszy,
- brak szczegółowych instrukcji dotyczących zastosowania, działań koncepcji zrównoważonego rozwoju w praktyce,
- częstokroć uznawane za wyimaginowane morały, których nie można zastosować praktycznie,
- brak identyfikacji mierzalnych kryteriów (ustalenie czy kryteria zostały spełnione pomimo różnych poglądów, przekonań, wartości osób lub grup).

Również odnośnie niejasności definicji zrównoważonego rozwoju powstało zamieszanie^{158,159}, w 1994 roku Heinen zwrócił uwagę, że nie ma jednolitego podejścia do „zrównoważonego rozwoju”¹⁶⁰. Wskazał, iż powodem niejednorodności podejścia do „zrównoważonego rozwoju” jest różnokierunkowość zakresów typowych dla zabezpieczeń poszczególnych instytucji, społeczeństw oraz programów¹⁶¹, podobne wnioski na ten temat wysnuł Radermacher¹⁶². Natomiast Spedding skonstatował, że przypuszczalnie ta sytuacja wywołała lawinę licznych publikacji, książek oraz innych materiałów, które w tytule zawierają m.in.

¹⁵⁴ Wolczek P., Ewolucja podejścia do koncepcji zrównoważonego rozwoju na arenie międzynarodowej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 338, 2014, s. 215.

¹⁵⁵ Kates R., Parris T., Leiserowitz A., *What is Sustainable Development...*, op. cit.

¹⁵⁶ Ghosh N., *The Road from Economic Growth to Sustainable Development...*, op. cit.

¹⁵⁷ Ciegis R., Ramanauskiene J., Martinkus B., *The Concept of Sustainable Development...*, op. cit.

¹⁵⁸ Ciegis R., Ramanauskiene J., Martinkus B., *The Concept of Sustainable Development...*, op. cit. s. 29.

¹⁵⁹ Ciegis R., *Ekonomika ir aplinka: subalansuotos plėtros valdymas*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla 2004.

¹⁶⁰ Ciegis R., Ramanauskiene J., Martinkus B., *The Concept of Sustainable Development...*, op. cit. s. 29.

¹⁶¹ Ibidem.

¹⁶² Radermacher, W., *Indicators, Green Accounting and Environment Statistics-Information Requirements for Sustainable Development*. *International Statistics Review* (67), 1999, s. 339-354.

„zrównoważony rozwój”, „zrównoważony” lecz nie podają definicji tego terminu¹⁶³. Według Ciegisa niewykluczone jest, że idea zrównoważonego rozwoju zmagą się z problemem w nazewnictwie z powodu dwójakiej specyfikacji tj. zrównoważonego rozwoju oraz rozwoju¹⁶⁴.

Idea zrównoważonego rozwoju znajduje zastosowanie w różnych gałęziach życia i płaszczyznach. Niestety często działania te prowadzą do nadużyć w celu uzyskania określonych korzyści danych podmiotów wykorzystując oraz dostosowując w tym celu koncepcję zrównoważonego rozwoju do swoich potrzeb. Zachowania te prowadzą do oddalenia się od realizacji szczytnych celów ujętych w raporcie Brundtland. Wpływ na ten stan ma też definicja, której daleko do doskonałości. Dlatego w literaturze przedmiotu krytycy podnoszą coraz bardziej głos, że koncepcja zrównoważonego rozwoju dedykowana jest do określonej grupy społecznej, najbogatszych krajów. Inne zadanie na ten temat mają zwolennicy zrównoważonego rozwoju. Odpierają argumenty o nieefektywności koncepcji tłumacząc nierespektowaniem przez kraje ustaleń przyjętych m.in. na szczytach w Rio, ONZ oraz niewystarczającą i kompetentną wiedzą o ekorozwoju oraz małą świadomością społeczną wpływającą na ten stan¹⁶⁵. Krytycy w tych okolicznościach podkreślają, że wyznaczanie nieklarownych celów to za mało, aby móc osiągnąć zharmonizowany rozwój. Niezbędna jest przemiana cywilizacyjna, transformacja świadomości społecznej, przeskok do nowego okresu rozwoju człowieka. Konieczne jest wprowadzenie rzeczywistych działań tj. silnej współpracy między reprezentantami wszystkich krajów, podparte właściwym wsparciem finansowym.

Pogłębiające się nierówności społeczne, anomalie pogodowe, spustoszenia środowiska naturalnego wynikające z działalności człowieka, należy powstrzymać. W tym celu konieczne jest zmodernizowanie definicji zrównoważonego rozwoju, która obecnie jest nadużywana dla uzyskania określonych korzyści przez dane podmioty. W wyniku tych niekorzystnych praktyk potrzeba konkretnej definicji określającej jasno kierunek i zasady. Zasadność tych działań podparta jest literaturą przedmiotu, w której m.in. Poczta-Wajda i Sapa twierdzą, iż **„potrzeba nowej, bardziej jednoznacznej definicji, wskazania konkretnych celów i działań oraz rezygnacji z postaw antropocentrycznych”**.¹⁶⁶ Konkretyzacja zasad rozwoju zrównoważonego nie jest łatwym zadaniem pod tym względem. Ponadto do realizacji

¹⁶³ Spedding, C.R.W., *Agriculture and the Citizen*, Chapman & Hall, 1996, s. 149-157.

¹⁶⁴ Ciegis, R., *Ekonomika ir aplinka: subalansuotos plėtros valdymas...*, op. cit.

¹⁶⁵ Brendzel-Skowera K., *Bariery w realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju w Polsce*, Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy 14, 2009, s. 104.

¹⁶⁶ Poczta-Wajda A., Sapa Agnieszka, *Paradygmat rozwoju zrównoważonego – ujęcie krytyczne.*, op. cit. 138.

zrównoważonego rozwoju szczególnie w kontekście coraz szybszego przebiegu globalizacyjnego wskazane jest poznanie źródeł tej koncepcji¹⁶⁷.

Zważając na powyższe aspekty należy rozpatrzyć istotną rzecz, że idea „zrównoważonego rozwoju” może stać się niejednoznaczna, trudna we właściwej interpretacji oraz przyjmować różne znaczenia, gdyż wpływ na to może mieć źródło analizowanej literatury¹⁶⁸. Zaistniała sytuacja spowodowana jest tym, że idea koncepcji zrównoważonego rozwoju poddawana jest nieustannej analizie, rozszerzeniom oraz modyfikacjom, w wyniku czego pojęcie to nie jest „precyzyjnie zdefiniowane”¹⁶⁹.

2.1.6 Rola innowacji w zrównoważonym przemyśle

Zrównoważony rozwój jest obecny w ekonomii heterodoksyjnej tak, jak np. ekonomia neoinstytucjonalna, ekonomia postkeynsovska¹⁷⁰. Istnieje również w naukach społecznych, technicznych oraz przyrodniczych (np. psychologii, termodynamice oraz analizie energetycznej itp.). Nadto, formułują się nowe dyscypliny społeczno-ekonomiczne z założeniem, iż na samym starcie uwzględniają istotność tej kategorii, próbując rozleglej ująć zakres polityki ekologicznej oraz rozwoju zrównoważonego. Znaczący ładunek wnoszą również nauki o zarządzaniu. Należy również zaznaczyć, iż pomimo coraz szerszego lokowania koncepcji zrównoważonego rozwoju w różne dziedziny, nadal model rozwoju gospodarki oparty jest zasadniczo na Produkcie Krajowym Brutto, który głównie pochodzi z tzw. „brudnych technologii”. Świat szuka rozwiązania tej patowej sytuacji dążąc do stworzenia „zielonej” gospodarki tj. troszczącej się o środowisko, ekologię, jak również przynoszącej zyski, wzrost gospodarczy. Znaczącą rolę w realizacji tego kierunku może odegrać ponownie m.in. przemysł, którego kluczowym ogniwem będą innowacje respektujące m.in. wymogi ekologiczne¹⁷¹.

W związku z powyższym następujący podrozdział będzie poświęcony innowacjom zmierzającym w kierunku zrównoważenia.

¹⁶⁷ Jeżowski P., *Rozwój zrównoważony i jego nowe wyzwania*, Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego, Studia I Prace, (2) 2012, s. 99-124.

¹⁶⁸ Pierantoni I.A., *Few Remarks on Methodological Aspects Related to Sustainable Development...*op. cit.

¹⁶⁹ Mazur-Wierzbicka E., *Koncepcja zrównoważonego rozwoju jako podstawa gospodarowania środowiskiem przyrodniczym*, [w:] Kopcińska D. (red.), *Funkcjonowanie gospodarki polskiej w warunkach integracji i globalizacji*, Wydawnictwo Naukowe Katedry Mikroekonomii Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2005, s. 36.

¹⁷⁰ Jeżowski P., *Rozwój zrównoważony i jego nowe wyzwania*, Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego, Studia I Prace, (2) 2012, s. 99-124.

¹⁷¹ Kożuch M., *Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego*, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr 50 (2/2017), s. 66.

2.2 Idea innowacji w zrównoważonym przemyśle motoryzacyjnym

W obecnej rzeczywistości charakteryzujące się nieustającymi zmianami przedsiębiorstwa¹⁷², aby mogły skutecznie działać na rynku, według Zastempowskiego (2010), powinny zastosować tzw. „katalizator”, za który przyjęło się innowacje¹⁷³. Dlatego istotną rolę w stabilizacji gospodarki oraz jej rozwoju może odegrać ponownie przemysł (np. motoryzacyjny), którego kluczowym ogniwem będą innowacje respektujące m.in. wymogi ekologiczne¹⁷⁴. Istnieje również problem, iż nie wszystkie innowacje zostaną przyjęte od razu, niektóre z nich wymagają czasu, aby mogły zostać zaakceptowane, natomiast inne zostaną odrzucone¹⁷⁵. Istotne jest również czy innowacja zgodna jest z ideą zrównoważonego rozwoju. Zważywszy na powyższe w dysertacji została przybliżona najistotniejsza wiedza na podstawie analizy polskich i zagranicznych źródeł literatury.

2.2.1 Innowacja - wczesne ujęcie

Pierwsze informacje odnośnie innowacji jakie można odleźć w kontekście odnowienia lub zmiany datują się w 400 r. n.e.¹⁷⁶. Wyraz innowacja pochodzi od łacińskiego słowa *innovare*, który początkowo oznaczał „robić coś nowego”. Słowo innowacja w powszechnej interpretacji oznacza nowość, która charakteryzuje się innością od tego co trwało dotychczas. Janasz i Koziół podkreślają, że termin innowacja z reguły ma wydźwięk pozytywny. Innowacja nie zamyka się tylko w ramach „nowości”, ale jest również wydajniejsza, sprawniejsza itd.¹⁷⁷. Oprócz strefy technicznej zmiany zachodzą także w organizacji, działalności gospodarczej oraz płaszczyźnie ludzkiego życia¹⁷⁸. Innowacje, innowacyjność są w obszarze zainteresowania różnych dziedzin nauki m.in. społecznych (ekonomia – zarządzanie), technicznych etc.¹⁷⁹.

¹⁷² Przedsiębiorstwo należy rozumieć jako „jednostka (podmiot) prowadząca działalność gospodarczą, dążąca do zaspokojenia potrzeb innych podmiotów życia społecznego (osób i/lub instytucji) przez wytwarzanie produktów i/lub świadczenie usług, przy czym działalność ta jest motywowana chęcią uzyskania korzyści majątkowych i prowadzona samo- dzielnie na ryzyko właściciela/właścicieli” - Sudoł S., *Przedsiębiorstwo. Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. Zarządzanie przedsiębiorstwem*, PWE, Warszawa 2006, s. 36.

¹⁷³ Zastempowski M., *Uwarunkowania budowy potencjału innowacyjnego polskich małych i średnich przedsiębiorstw*, UMK, Toruń 2010, s. 55-56.

¹⁷⁴ Koźuch M., Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr 50 (2/2017), s. 66.

¹⁷⁵ Muras M., Zabłocki W., *Zastosowanie teorii dyfuzji innowacji na przykładzie wprowadzenia na rynek airbusa a380*, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, z. 89., Transport 2013, s. 137.

¹⁷⁶ Leszczyński M., *Innowacyjność gospodarki jako czynnik postrzegania państwa w środowisku międzynarodowym – casus Unii Europejskiej*, [w:] *Innowacyjność wyzwaniem dla współczesnej gospodarki*, Pająk K., (red.), CeDeWu, Warszawa 2016, s. 212.

¹⁷⁷ Janasz W., Koziół K., *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2006.

¹⁷⁸ Matusiak K.B., *Innowacje i transfer technologii – słownik pojęć*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2011, S. 111.

¹⁷⁹ Oslo Manual. *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition. OECD/Eurostat 2005.

Powyższa tematyka jest znacząca również dla państw, gałęzi gospodarek, przedsiębiorstw oraz zbiorowości. Trzmiel-Grzybowska podkreśla znaczenie innowacji wraz z jej wielkim wpływem na rozwój społeczno – gospodarczy państwa¹⁸⁰ oraz znaczącym czynnikiem w kreowaniu konkurencyjności¹⁸¹. Natomiast w skali makro przyjmuje się, że jest bodźcem pobudzającym rozwój gospodarki. W skali mikro umożliwia zaś uzyskanie oraz utrzymanie przewagi konkurencyjnej za pomocą nowych produktów wprowadzonych przez przedsiębiorstwa na rynek. Działania te mogą wpłynąć na osiągnięcie przewagi konkurencyjnej oraz ekspansję rynku.

Innowacje nie zawsze cieszyły się przez naukę tak wielkim zainteresowaniem jak w chwili obecnej. Jeszcze w latach 40 XX wieku pomimo rozpowszechnienia pojęcia innowacji w literaturze przedmiotu w roku 1911 zainteresowanie „nowościami” było znikome¹⁸². Schumpeter jako pierwszy opracował i wprowadził termin innowacji do nauk ekonomicznych. Twierdził, że innowacje to czynnik inicjujący rozwój gospodarki¹⁸³¹⁸⁴. Według Schumpetera na początku lat XX w. innowacje były połączone integralnie z przedsiębiorstwami przemysłowymi tworząc tym samym podłoże kapitalistycznej gospodarki. Na zainteresowanie tą tematyką należało poczekać kilkanaście lat, dopiero późniejsze lata XX wieku przyniosły bardzo żywiłowy rozwój teorii naukowych odnoszących się do innowacji. W wyniku zainteresowania innowacyjnością przez różne dziedziny nauki stworzono wiele teorii ekonomicznych począwszy od czasów współczesnych - teorie innowacyjnych gospodarek, narodowych systemów innowacji po wcześniejsze lata i teorie ekonomicznego rozwoju Schumpetera, którego to **podejście uznaje się za klasyczne. Schumpeter twierdzi, iż stymulantem rozwoju jest „twórcza destrukcja”, która jest odpowiedzialna za wyparcie starych technologii za pomocą nowych. W tym toku ulegają destrukcji stare struktury gospodarki, które są unicestwiane przez nowe (efektywniejsze, lepsze).** Schumpeter wyodrębnił dwa podstawowe rodzaje innowacji: **radikalne i stopniowe.**

¹⁸⁰ Trzmiel-Grzybowska W., *Rozwój przedsiębiorczości przez innowacje w Polsce Wschodniej*, [w:] Czas na pieniądź. Zarządzanie finansami. Współczesne wyzwania teorii i praktyki, red. D. Zarzecki, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2011, s. 353.

¹⁸¹ Konkurencyjność jest to „zdolność przystosowania się gospodarki, a raczej działających w niej podmiotów albo ich produkcji do zmieniających się warunków, pozwalająca utrzymać lub poprawić ich pozycję na rynku w warunkach globalnych”, Żukrowska K., *Konkurencyjność systemowa w procesie transformacji. Przykład Polski*, [w:] *Konkurencyjność gospodarki Polski w dobie integracji z Unią Europejską i globalizacji*, red. J. Bossak, W. Bieńkowski, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2005, 175.

¹⁸² Fiedor B., *Teoria innowacji*, PWN, Warszawa 1979, s. 18.

¹⁸³ Schumpeter, J., *The Theory of Economic Development*, Cambridge, Mass: Harvard University Press 1934.

¹⁸⁴ Janasz W., Koziół K., *Determinanty działalności innowacyjnej...*, op. cit.

Innowacja radykalna – wywołuje gwałtowne zmiany w otoczeniu konkurencyjnym usług, produktu, jak również przyczynia się do powstania kompletnie nowych przedsiębiorstw¹⁸⁵. Innowacja ta charakteryzuje się tym, że wywołuje duże i nagłe zmiany oraz radykalnie zmienia struktury sektorów rynków i przemysłu. Innowacja ta należy do rzadko występujących.

Innowacja stopniowa - cechuje się tym, że istniejący produkt, usługa lub technologia ulega tylko modyfikacji¹⁸⁶. Innowacja ta charakteryzuje się stałym, aczkolwiek niewielkim stopniem stymulującym proces przemian.

Schumpeter skoncentrował się głównie na badaniu innowacji radykalnych tj. wpływu ich na gospodarkę w skali makro. Gdzie innowacje radykalne uważane są za postęp techniczny.

Ujął on innowację w pięć następujących kategoriach¹⁸⁷:

1. Wprowadzenie nowego produktu (przez nowy produkt, usługę itp. rozumie się coś nowego lub posiadającego cechy nowatorskie, jakie nie były wcześniej dostępne dla klientów),
2. Wprowadzenie nowej metody produkcji (niewypróbowanej w danym obszarze przemysłu),
3. Otwarcie nowych rynków (na których określony rodzaj krajowego przemysłu wcześniej nie był obecny, bez względu na to czy rynek egzystował wcześniej lub nie występował),
4. Uzyskanie nowych źródeł surowców lub półfabrykatów (niezależnie od tego, czy takowe są, czy należy będzie stworzyć),
5. Utworzenie nowych struktur rynkowych w danym obszarze przemysłu (np. stworzenie lub przełamanie monopolu).

Należy zwrócić uwagę, że teoria Schumpetera ma określone ramy, gdyż zagadnienie innowacji ujmowane jest wyłącznie z perspektywy przedsiębiorstwa oraz gospodarki. Nie uwzględnia czynników, które są obecnie stosowane m.in. metody zarządzania przedsiębiorstwem oraz organizacji pracy. Niewątpliwie wkład Schumpetera dla świata nauki jest nieoceniony, ponieważ zagadnienie innowacji zainicjowało szereg badań oraz wprowadziło tą tematykę m.in. do nauk ekonomiczno-społecznych.

Nastąpiła zmiana w sposobie myślenia i postrzegania postępu społeczno-gospodarczego. Tradycyjne wartości, które wiodły wcześniej prym ulegały zmianie, właściciele przedsiębiorstw przestali kierować się głównie aspektem finansowym oraz profitami (zyskiem) wyłącznie dla siebie. Transformacji uległo podejście, gdyż główną rolą przedsiębiorstw stało się generowanie rozwoju¹⁸⁸. Przemiany te zaintrygowały oraz zwróciły uwagę świata nauki.

¹⁸⁵ Projekt "Innowacyjne technologie kluczem do sukcesu podkarpackich przedsiębiorstw – certyfikowane szkolenia Autodesk", *Korzyści z wdrażania innowacji*, Rzeszów 2015, s. 5.

¹⁸⁶ Griffin R., *Podstawy zarządzania organizacjami.*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996, s. 427.

¹⁸⁷ Schumpeter, J., *The Theory of Economic...*, op. cit.

¹⁸⁸ Bielski I., *Przebieg i uwarunkowania procesów innowacyjnych*, OPO, Bydgoszcz 2000, s.6.

W wyniku tego pod koniec lat 40 ubiegłego stulecia powstało wiele definicji. Ujmują one innowacje w szerokim lub wąskim znaczeniu, wyróżniając inicjalny aspekt technologicznych po obszerne kategorie dotyczące następujących dyscyplin: technika bądź przyroda, życie społeczne oraz gospodarcze¹⁸⁹. W celu przybliżenia definicji w ujęciu wąskim oraz szerokim autor dokonał przeglądu i przedłożył je w *Tabela 2.5*.

Tabela 2.5. Zestawienie definicji innowacji w szerokim i wąskim ujęciu

SZEROKIE UJĘCIE DEFINICJI	WĄSKIE UJĘCIE DEFINICJI
„Wszelkie zmiany, które w danych warunkach przestrzennych i czasowych postrzegane są jako nośniki nowości dotyczące w równej mierze wytworów kultury materialne, jak i niematerialnej ¹⁹⁰ ”	Pierwsze (w rozumieniu handlowym) zastosowanie nowatorskiego produktu, procesu, systemu lub urządzenia (maszyny) ^{191,192}
„Innowacją jest wprowadzenie do szerokiego użytku nowych produktów, procesów lub sposobów postępowania ^{193,194} ”	
Wszystkie dziedziny, które poprzez subiektywne odczucia rejestrowane są i oceniane jako nowość, niezależnie do realnego stopnia nowatorstwa rzeczonoego przedmiotu lub myśli ¹⁹⁵	„Wprowadzenie wynalazku ¹⁹⁶ stanowiącego część niewykorzystanej wiedzy technologicznej ¹⁹⁷ ”
Każda modyfikacja bazująca na asymilacji przekazywanej wiedzy ¹⁹⁸	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Sikora J., Uziębło A., Innowacja w przedsiębiorstwie - próba zdefiniowania, Zarządzanie i Finanse 2013, s. 354., Haffer M., Determinanty strategii nowego produktu polskich przedsiębiorstw przemysłowych, UMK, Toruń 1998, Allen J.A., Scientific innovation and industrial prosperity, Longman, London 1966, Zastempowski M., Uwarunkowania budowy potencjału innowacyjnego polskich małych i średnich przedsiębiorstw, UMK, Toruń 2010, Rogers, E.M., Diffusion of Innovations. 5th edition, New York 2003, The Free Press, Whitfield P.R., Innowacje w przemyśle, PWE, Warszawa 1979, Freeman Ch., The economics of technical change, „Cambridge Journal of Economic” 1994 vol. 18, no. 5., Munsfield E., Industrial Research and Technology Innovation, Norton W.W. and Co. New York 1968.

¹⁸⁹ Zastempowski M., Uwarunkowania budowy potencjału innowacyjnego..., op. cit., s. 55-56.

¹⁹⁰ Haffer M., Determinanty strategii nowego produktu polskich przedsiębiorstw przemysłowych, UMK, Toruń 1998, s.27.

¹⁹¹ Freeman Ch., The economics of technical change, „Cambridge Journal of Economic” 1994 vol. 18, no. 5., s.463.

¹⁹² Munsfield E., Industrial Research and Technology Innovation, Norton W.W. and Co. New York 1968, s.1.

¹⁹³ Allen J.A., Scientific innovation and industrial prosperity, Longman, London 1966, s. 7.

¹⁹⁴ Zastempowski M., Uwarunkowania budowy potencjału innowacyjnego..., op. cit., s. 58-59.

¹⁹⁵ Rogers, E.M., Diffusion of Innovations. 5th edition, New York 2003, The Free Press, s.12.

¹⁹⁶ Pojęcia „innowacja” i „wynalazek” - zostały rozgraniczone przez Schumpeter argumentował to tym, że „duża liczba wynalazków nie stanie się innowacjami, ponieważ nie zostanie wprowadzona do produkcji”, Sikora J., Uziębło A., Innowacja w przedsiębiorstwie - próba zdefiniowania, Zarządzanie i Finanse 2013, s. 354.

¹⁹⁷ Carter C.F., Williams B.R., Industry and technological process, Oxford University Press, London 1958, s.29.

¹⁹⁸ Whitfield P.R., Innowacje w przemyśle, PWE, Warszawa 1979, s.26.

Przyjmuje się, że każda nowość w ujęciu wąskim to innowacja. W definicjach tych widoczny jest prym, który dokładnie charakteryzuje istotę innowacji. Głównymi przykładami są powyższe określenia innowacji wprowadzone przez Mansfielda, Freemana oraz Cartera i Williamsa. Zaś inaczej określił innowację Barnett. Przyjął on, że innowacja to: „konceptja, stanowisko, pomysł albo rzecz, która będzie się charakteryzowała jakością wyróżniającą w stosunku do innych obecnych do tej pory”¹⁹⁹. Określenie to mieści się w ramie, która szeroko ujmuje innowację, akcentuje przy tym procesowy charakter oraz zawiera rozmaite zabiegi, które prowadzą do rozwijania, tworzenia oraz przyjmowania nowych wartości²⁰⁰. **Definicje w szerokim ujęciu wprowadzili m. in. Schumpeter, Rogers, Allen i inni.**

2.2.2 Rodzaje innowacji

Terminy innowacji ekologicznych oraz innowacji w literaturze przedmiotu są bogato opisane, zaś oba te pojęcia charakteryzują się złożonością. Ważnym podkreśleniem jest fakt, iż niemało pojęć innowacji ekologicznych ujętych jest zbyt ogólnikowo, co według Carrillo-Hermosilla i innych²⁰¹ może wpłynąć na zakwalifikowanie wielu z nich jako innowacje ekologiczne. Fussler i James byli twórcami, którzy jedni z pierwszych zdefiniowali ekoinnowację. Według nich innowacje ekologiczne to: „nowe produkty i procesy, które zapewniają wartość dla klientów biznesowych, jednocześnie zmniejszając wpływ na środowisko”²⁰². Zbieżny stosunek do ekoinnowacji mają badacze m.in. Kemp i Pearson²⁰³, Oltra i Saint Jean²⁰⁴ oraz Kemp i Arundel²⁰⁵. W 2004 roku Komisja Europejska innowacje ekologiczne określała jako rodzaj technologii środowiskowych przyjaźniejszych dla środowiska w zestawieniu z rozwiązaniami alternatywnymi²⁰⁶. Ujęcie to z biegiem czasu zostało rozszerzone przez Komisję Europejską. Według rozszerzenia zaproponowanego przez Komisję **innowacje ekologiczne to „wszelkie formy innowacji zmierzające do znacznego i widocznego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju, poprzez**

¹⁹⁹ Borowski P.F., *Przedsiębiorstwa XXI wieku*, „Europejski Doradca Samorządowy”, t. 17, nr 2, 2011, s.8-13.

²⁰⁰ Niedzielski P., Rychlik K., *Innowacje i Kreatywność*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2006, s.21.

²⁰¹ Carrillo-Hermosilla J., del Río P., Könnölä T., *Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies*, „Journal of Cleaner Production” 2010, Vol. 18, s. 1073.

²⁰² Karakaya E., Hidalgo A., Nuur C., *Diffusion of eco-innovations: A review*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2014, Vol. 33, s. 394.

²⁰³ Kemp R., Pearson P., *Final report of the MEI project measuring eco-innovation*, UM-MERIT, 2007.

²⁰⁴ Oltra V., Saint Jean M., *Sectoral systems of environmental innovation: an application to the French automotive industry*, „Technological Forecasting & Social Change” 2009, Vol. 76, s. 567-583.

²⁰⁵ Kemp R., Arundel A., *Survey indicators for Environmental Innovation*. IDEA report, STEP Group, Oslo 1998.

²⁰⁶ Stimulating technologies for sustainable development: an environmental technologies action plan for the European Union, European Commission, 28 January COM (2004) 38 final, Brussels 2004, dostęp: <http://europa.eu.int/comm/environment/etap>.

ograniczanie negatywnego oddziaływania na środowisko lub osiąganie większej skuteczności i odpowiedzialnego korzystania z zasobów naturalnych²⁰⁷. Komisja wskazała, że ten rodzaj innowacyjności dotyczy również procesów produkcyjnych, metod zarządzania oraz usług. Działania te mają na celu uniemożliwienie bądź istotne zredukowanie zanieczyszczenia wraz z innymi ujemnymi następstwami eksploatacji dóbr naturalnych, a także energii²⁰⁸.

Natomiast **innowacje ekologiczne według Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju** (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) to „**tworzenie lub wdrażanie nowych lub znacząco ulepszonych produktów, procesów, metod marketingowych, struktur organizacyjnych i rozwiązań instytucjonalnych, które prowadzą do poprawy stanu środowiska naturalnego w porównaniu do odpowiednich rozwiązań alternatywnych**”²⁰⁹. W ekoinnowacjach istotna jest akceptacja społeczna, gdyż bez niej mogą zostać one odrzucone. W tych okolicznościach człon jakim jest społeczeństwo może wspomóc implementację innowacji ekologicznych. Ponadto uwzględniając element społeczny w określeniu, wywołuje to powstanie bardziej zespolonego aparatu zrównoważonego rozwoju²¹⁰

Analizując literaturę przedmiotu można wyróżnić **zasadnicze typy innowacji ekologicznych**. Istotny podział ekoinnowacji znajduje się m.in. w publikacji Oslo, który wyróżnia następujące innowacje ekologiczne^{211,212}:

- **produktowe** (np. wprowadzenie i/lub zamiana środków produkcji surowcami unowocześnionymi w celu usprawnienia produktu obecnego na rynku, bądź wdrożenia zupełnie nowego). Innowacja produktowa istnieje wyłącznie wtedy, gdy prowadzi do unowocześnienia parametrów technicznych wyrobu, materiałów, podzespołów, funkcjonalności oraz wyglądu. Ponadto innowacja produktowa występuje, jeśli unowocześnia się produkty obecne na rynku bądź wdraża na rynek nowe wyroby, które umożliwią zaspokojenie nowych potrzeb konsumentów;

²⁰⁷ Olejniczak K., *Innowacje ekologiczne jako narzędzie wspierania zrównoważonego rozwoju*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Zarządzanie Nr 19 (2015), s. 56., [za] *Competitiveness and Innovation Framework Programme*, European Commission, Brussels 2007.

²⁰⁸ *Call for proposals under the Eco-innovation 2008 programme*. DG Environment, European Commission, 2008, http://ec.europa.eu/environment/etap/ecoinnovation/library_en.htm.

²⁰⁹ *Eco-innovation in Industry: enabling green growth*, OECD, Paris 2009.

²¹⁰ Tundys B., *Miary ekoinnowacyjności jako element zielonego łańcucha dostaw*, „Logistyka” 2015, nr 2, s. 784.

²¹¹ Matejun M., *Zarządzanie innowacjami ekologicznymi we współczesnym przedsiębiorstwie*, [w:] *Rozwój zrównoważony – zarządzanie innowacjami ekologicznymi*, red. Grądzki R., Matejun M., Media Press, Katedra Podstaw Techniki i Ekologii Przemysłowej Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009, s. 21-22.

²¹² Publikacja Oslo: *Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji*, Wydanie trzecie, OECD/Wspólnoty Europejskiej, 2005.

- **procesowe technologiczne** (np. modernizacja technologii produkcji bądź wprowadzenie nowej, która zredukuje oraz umożliwi ograniczenie ujemnych następstw wynikających z jej eksploatacji wraz z docieraniem wyrobu do klientów). Innowacja technologiczna występuje wtedy, kiedy (np. w przedsiębiorstwie, organizacji) zachodzą zmiany w wykorzystywanych sposobach wytwarzania tj. usprawnienie bądź wdrożenie nowej technologii produkcji (np. usprawnienie linii produkcyjnej pod względem redukcji poboru energii, robotyzacja linii produkcyjnej);
- **organizacyjne** (np. implementacja aparatu zarządzania środowiskiem m.in. ISO itd.). Innowacja organizacyjna ma miejsce, jeśli zachodzi modyfikacja organizacji w sposobie zarządzania oraz generowania wyrobów;
- **marketingowe** (np. nowoczesne metody marketingowe opierające się na promowaniu ekologii tj. nowe opakowania ekologiczne, promocja itd.).

Następny istotny podział innowacji ekologicznych zaproponowany został w raporcie MEI Project²¹³, który wyróżnia: *environmental technologies* - technologie środowiskowe, *organisational innovations* - innowacje organizacyjne, *product and service innovations* - nowości produktowe i usługowe, *green system innovations* - systemowe innowacje „zielone”.

Anderson natomiast twierdzi, iż badania związane z innowacjami ekologicznymi powinny zasadniczo kłaść nacisk na obserwacje zachodzących powiązań w procesie gospodarczym²¹⁴, proponując tym samym utworzenie zielonego rynku. Anderson wyodrębnia w sposób następujący innowacje ekologiczne:

- dodatkowe eko innowacje *add-on eco-innovations* – są odzewem na powstałe komplikacje środowiskowe ex-post;
- zintegrowane eko innowacje *integrated eco-innovations* – zawierają lepsze technologie pod względem ekologicznym tzw. „czystsze technologie”;
- alternatywne eko innowacje produktowe *alternative product eco-innovations* – innowacje zmniejszające wydzielanie zanieczyszczeń;
- makroorganizacyjne eko innowacje *macro-organizational eco-innovations* – są to innowacje zwiększające efektywność ekologiczną procesów produkcyjnych;
- podstawowe eko innowacje *general purpose eco-innovations* - to innowacje ułatwiające oraz upowszechniające rezultaty środowiskowe nowości.

²¹³ Kemp R., Pearson P., Final report of the MEI project measuring eco-innovation, op. cit.

²¹⁴ Andersen M.M., *Organising Interfirm Learning – as the Market Begins to Turn Green*, [w:] Partnership and Leadership – Building Alliances for a Sustainable Future, ed. T.J. De Bruijn, A. Tukker, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2002, s. 103-119.

O innowacji ekologicznej²¹⁵ mówimy wtedy, jeśli innowacja procesowa (technologiczna) oraz innowacja produktowa zmierzają do poprawy gospodarki naturalnej poprzez zabezpieczenie szkodliwych odpadów z procesów produkcyjnych wraz z redukcją pozostałości (np. odzysk, recykling)²¹⁶.

2.2.3 Determinanty innowacji i adopcji w branży motoryzacyjnej

Postępowe firmy powinny wykazywać się dużymi umiejętnościami, aby mogły istnieć na tak konkurującym rynku jaki jest obecnie. Istotny wpływ na kształt dzisiejszego rynku, który charakteryzuje się nieustanną walką o przetrwanie wywarły m.in.: Internet, handel międzynarodowy oraz marketing. W wyniku tego branża motoryzacyjny wraz z innymi gałęziami, aby móc skutecznie działać na rynku, potrzebują innowacji. Przedsiębiorstwa w tej sytuacji stają przed wyzwaniem, jak przekonać oraz zachęcić klientów do zakupu innowacyjnych produktów. Firmom zależy, aby produkt innowacyjny odniósł nie tylko sukces technologiczny, ale również rynkowy poprzez pozytywne przyjęcie przez klientów. Przed tym wyzwaniem stoją firmy, które tworzą i wdrażają produkty nowoczesne oraz innowacje technologiczne.

2.3 Uwarunkowania branży motoryzacyjnej a adopcja innowacji

Wprowadzenie innowacji na rynek oraz rozpowszechnienie wraz z upowszechnienie jej w obszarach przedsiębiorstw gospodarek to proces, który określony jest jako dyfuzja innowacji²¹⁷. W ujęciu tym zawarta jest wiedza z zakresu marketingu, tworzenia strategii, zdobyczy technicznych oraz psychologii. Oprócz Schumpetera, istotną postacią w świecie nauki jest Profesor Rogers, który w czasie swojej aktywności zawodowej rozwijał oraz uzupełniał teorię innowacji, która uważana jest za klasyczną w swojej dyscyplinie. **Według Rogersa „Dyfuzja jest procesem, dzięki któremu dochodzi do zakomunikowania innowacji, przez określone w czasie kanały, wśród członków systemu społecznego. Jest to specjalny rodzaj komunikacji, w którym wiadomość dotyczy nowych idei. Komunikacja jest procesem, w którym uczestnicy kreują i dzielą się informacją ze sobą w celu osiągnięcia obopólnego zrozumienia”²¹⁸.** Wybitny teoretyk podkreśla, że „Dyfuzja jest rodzajem

²¹⁵ Gajda P., Bajdur W.M., Innowacje w aspekcie zrównoważonego rozwoju społeczno – gospodarczego, Tom I, Artykuły IZIP 2016, s. 58.

²¹⁶ Janikowski R., *Analiza warunków rozwoju technologii środowiskowych w Polsce*, Technologie Ekoinnowacyjne w Badaniach i Praktyce. Wydaw. Ekonomia i Środowisko, Katowice, 2006.

²¹⁷ Dyfuzja to „proces przyswajania danej innowacji w coraz to nowszych systemach społecznych”, Pomykański A., *Innowacje*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2001, s. 110.

²¹⁸ Rogers, E.M., *Diffusion of Innovations*. 4th edition, New York 1995, The Free Press, s. 5.

społecznej zmiany, definiowana jako proces, w którym zmiana pojawia się w strukturze i funkcjonuje w systemie społecznym”²¹⁹. W cyklu tym innowacja przenika do różnych systemów stymulując tym samym uczestników rynku, w wyniku czego rozpoczyna się tzw. „proces uczenia się” dla²²⁰:

- producentów - inicjatorzy innowacji, (w celu ulepszenia innowacyjnego produktu korzystają z informacji zwrotnych),
- potencjalnych nabywców – zainteresowani nowym produktem, którzy rozważają jego zakup,
- przyszłych naśladowców – wszyscy, którzy chcą poznać i opanować proces tworzenia innowacji z zamiarem rozpoczęcia produkcji.

W procesie, w którym innowacja przenika oraz rozpowszechnienia się w różnych systemach: przedsiębiorstwie, społeczeństwie, nabywców itd., wykorzystuje w tym celu dostępne kanały komunikacji, które określone zostały przez Rogersa jako dyfuzja innowacji²²¹. Według Brzezińskiego „Dyfuzja innowacyjna jest procesem rozprzestrzeniania się, upowszechniania innowacji w firmie i gospodarce, występującym wówczas, gdy po pierwszym udanym zastosowaniu nowego rozwiązania technicznego lub organizacyjnego następuje jej przyswojenie przez inne przedsiębiorstwa”²²².

Teoria Rogersa jest złożona, składa się z wielu pojęć. W literaturze przedmiotu poświęca się jej dużo uwagi i powszechnie wykorzystuje w pracach z zakresu innowacji. Poniżej w pracy autor wyłoni i opisz kluczowe terminy, które są istotne w procesie upowszechnienia się innowacji.

2.3.1 Dyfuzja innowacji - model Rogersa

Nie wszystkie innowacje zostaną przyjęte od razu, niektóre z nich wymagają czasu, aby mogły zostać zaakceptowane, natomiast inne zostaną odrzucone²²³. W tym celu Rogers wyróżnił pięć atrybutów, które rzutują na adopcję innowacji²²⁴.

Atrybuty innowacji, które rzutują na jej akceptację lub odrzucenie²²⁵:

- **Względna przewaga innowacji** jest to stopień przewagi jaki posiada oferowana

²¹⁹ Ibidem, s. 6.

²²⁰ Brzeziński M., [red.], *Zarządzanie innowacjami technicznymi i organizacyjnymi*, Difin, Warszawa 2001, s. 111.

²²¹ Rogers, E.M., *Diffusion...*, op. cit.

²²² Brzeziński M., *Zarządzanie innowacjami technicznymi i organizacyjnymi*, Difin 2001, s.104.

²²³ Muras M., Zabłocki W., *Zastosowanie teorii dyfuzji innowacji na przykładzie wprowadzenia na rynek airbusa a380*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 89., Transport 2013, s. 137.

²²⁴ **Adopcja innowacji** przyjmuje się również jako akceptację innowacji, która przejawia się głównie poprzez nabycie oraz korzystanie z produktu.

²²⁵ Pomykański A., op. cit., s. 113-114.

innowacja w stosunku do produktów obecnych na rynku. Unikatowość innowacji umożliwia uzyskanie przewagi nad konkurencją, przychylność oraz aprobatę środowiska, która wpływa na szybszą ich adopcję.

- **Przystawalność innowacji.** Im większy jest stopień kompatybilność z obecnymi normami, potrzebami oraz doświadczeniami, tym łatwiejsza i szybsza będzie droga do adopcji innowacji przez środowisko.
- **Kompleksowość innowacji** – innowacje zawile, skomplikowane w zastosowaniu, mało zrozumiałe będą trudniej adoptowane przez środowisko.
- **Możliwość przetestowania innowacji** – możliwość wypróbowania, uzyskania dostępu do innowacji z możliwością jej przetestowania, minimalizuje poczucie niepewności oraz ogranicza „grę w ciemno”. Kroki te dają możliwość zapoznania się z innowacją, a tym samym ułatwiają proces przyjęcia jej w systemie.
- **Zauważalność innowacji** – widoczne, namacalne, pozytywne aspekty z zastosowania innowacji ułatwią i przyspieszą przyjęcie jej przez nabywców.

Istotną rolę w procesie akceptacji innowacji przez jednostki odgrywają poszczególne cechy: unikatowość, użyteczność, przejrzystość, złożoność, zawilość itd., które rzutują na ten proces. Przez wiele lat Rogers tworzył teorię dyfuzji innowacji oraz konsekwentnie ją uzupełniał posiłkując się wynikami z przeprowadzonych badań. Pomimo tego, że fundamenty tej idei powstały na potrzeby amerykańskiego rynku rolnego, nie ogranicza to jej zastosowania wyłącznie do badań w tym obszarze. Uniwersalność teorii Rogersa pozwoliła na zastosowanie jej w różnych gałęziach przemysłu m.in. telekomunikacyjnym, farmaceutycznym i innych. Wszechstronność teorii dyfuzji innowacji umożliwia z powodzeniem zastosowanie jej w przemyśle motoryzacyjnym. Koncepcja tej teorii daje możliwość badania organizacji jako jednostki adaptującej innowację, jak również konsumentów.

2.4 Charakterystyka innowacyjnych technologii elektrycznych oraz przegląd metod do ich oceny

2.4.1 Zarys postępu technologii elektrycznej w branży motoryzacyjnej²²⁶

Należy zwrócić uwagę, iż przemysł motoryzacyjny reaktywuje na szeroką skalę ideę z XIX i XX wieku, w której stosowano w pojazdach napęd elektryczny. Samochody elektryczne w tamtych czasach cieszyły się dużym zainteresowaniem. W 1890 roku w USA wartość sprzedanych samochodów elektrycznych była większa niż m.in. samochodów spalinowych²²⁷. Samochody te charakteryzowały się łatwością w obsłudze/rozruch, niskim poziomem emitowanego hałasu oraz brakiem spalin. Pomimo zalet, pojazdy elektryczne zostały wyparte przez samochody spalinowe ze względu na „braki technologiczne” i lobby naftowe. Do tamtejszych kluczowych wad pojazdów napędzanych silnikiem elektrycznych należały m.in.: duża masa pojazdu, długi czas ładowania oraz krótki zasięg na jednym ładowaniu²²⁸.

Współczesne samochody elektryczne również zmagają się z licznymi wadami. Pojazdy te wyposażone są w pakiet akumulatorów, który znacząco wpływa na masę pojazdu. W samochodzie klasy średniej wynosi on ok. 450 kilogramów²²⁹. Dodatkowe wzmocnienia chroniące podczas wypadku zwiększają łączną wagę pojazdu do ok. 700 kg²³⁰. Doliczając konstrukcję i pozostałe wyposażenie całkowita masa własna pojazdu oscyluje na poziomie 1700 kg (waga uzależniona jest m.in. od zastosowania pojemności akumulatora w danym modelu). Wysoka masa pojazdu elektrycznego negatywnie wpływa m.in. na zużycie energii, zasięg, przyspieszenie pojazdu oraz szybkość rozładowania²³¹. Wychodząc naprzeciw powyższym problemom, obecne koncerny produkujące pojazdy elektryczne, podejmują działania badawczo-rozwojowe związane z m.in. opracowaniem innowacyjnych rozwiązań wpływających na zmianę rozmieszczenia akumulatorów w samochodzie elektrycznym oraz obniżenie ich masy, w zakresie nowych rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych, bazując zasadniczo na inżynierii materiałowej w obszarze: polimerów, metaloznawstwa, ceramiki i innych. Poza konstrukcyjnymi, kompozytowymi rozwiązaniami skupiającymi się na

²²⁶ Rozdział oparty głównie na opracowaniu: Kowalski DJ., Ilka A., Innowacyjne rozwiązania materiałowe w samochodach elektrycznych, Przegląd Włókienniczy – Włókno, Odzież, Skóra, Wydawnictwo SIGMA-NOT 2020.

²²⁷ <http://www.businessinsider.com/electric-car-history-20175?IR=T/#the-electric-car-burst-onto-the-scene-in-the-late-1800s-and-early-1900s-1>.

²²⁸ Top 7 Disadvantages of Electric Cars, <https://autowise.com/top-7-disadvantages-of-electric-cars/>.

²²⁹ Ibidem.

²³⁰ The impact of electric vehicles on steel and ArcelorMittal, <https://automotive.arcelormittal.com/2018ElectricVehiclesImpactOnSteel>.

²³¹ Top 7 Disadvantages of Electric Cars, op. cit.

obniżeniu masy pojazdów, korzystne jest również wykorzystanie wysokowydajnych tworzyw sztucznych, które charakteryzują się niewielką wagą. Obecne samochody składają się w ponad 50% z plastiku, który stanowi tylko 8-10% całkowitej masy pojazdu²³². Przemysł tworzyw sztucznych szuka nowych materiałów, które będą pomocne branży motoryzacyjnej w stworzeniu samochodu przyszłości, który sprosta np. nowym regulacjom rządowym. Przykładem nowoczesnych koncepcji w tym zakresie jest realizowany przez naukowców z Instytutu Technologii Chemicznej Fraunhofer ICT, współpracujących z Instytutem Technologicznym w Karlsruhe, projekt „plastikowego silnika elektrycznego”²³³, do którego budowy wykorzystane zostaną materiały polimerowe wzmocnione włóknami. Obecnie zastosowanie tworzyw sztucznych i kompozytów w samochodach może w znaczący sposób przyczynić się do stworzenia pojazdu ekonomiczniejszego, który będzie m.in. lżejszy oraz bezpieczniejszy. Prognozy są obiecujące, gdyż mówią, że zachowując obecne tempo rozwoju techniki uda się w niedługim czasie zredukować masę pojazdu średnio o 50% ²³⁴, która niewątpliwie wpłynie korzystnie m.in. na energooszczędność. Rozwiązania te zmierzają do zwiększenia pojemności akumulatorów oraz zmniejszenia masy pojazdu poprzez zamienniki oparte np. na materiałach kompozytowych i innych, spełniających wysokie wymagania związane z właściwościami wytrzymałościowymi, eksploatacyjnymi i środowiskowymi uwzględniającymi materiałowy recykling poużytkowy. Wszystko to ma zapewnić zrównoważony rozwój i spełnić wymagania restrykcyjnych norm z obszaru ochrony środowiska²³⁵.

2.4.2 Charakterystyka współczesnego pojazdu z napędem elektryczny i infrastruktury

Nowe formy napędu, pojazd elektryczny a spalinowy

Pojazd z napędem elektrycznym to środek lokomocji, który wykorzystuje jako jednostkę napędową silnik elektryczny przekształcający energię elektryczną na energię mechaniczną²³⁶. Energia niezbędna do funkcjonowania silnika elektrycznego może pochodzić ze źródła zewnętrznego, ta forma wykorzystywana jest m.in. w trolejbusach bądź źródła wewnętrznego, pochodząca z akumulatorów osadzonych np. w samochodach osobowych.

²³² Why plastics are the future of automotive hardware, www.craftechind.com/Why-Plastics-Are-the-Future-of-Automotive-Hardware/

²³³ Plastikowy silnik elektryczny? www.autoexpert.pl/technika-i-serwis/Plastikowy-silnik-elektryczny,13276,1.

²³⁴ Bielefeldt K., Walkowiak J., Papacz W., Wzmocnione tworzywa sztuczne w motoryzacji, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów 1(97) /2014.

²³⁵ Pach J., Mayer P., Kompozyty polimerowe z roślinnymi włóknami naturalnymi na potrzeby współczesnej motoryzacji, MECHANIK NR 3/2010.

²³⁶ Samochód elektryczny, Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN.

Akumulatory trakcyjne stosowane w samochodach elektrycznych mają możliwość wielokrotnego ładowania, które doładowuje się ze źródła zewnętrznego (np. ładowarki publicznej, domowej sieci elektroenergetycznej bądź zasobnika energii). Pod względem budowy jednostki elektryczne są zdecydowanie mniejsze niż silnik spalinowy, posiadają mniej oprzyrządowania oraz nie wymagają tak dużego chłodzenia, jak silniki tradycyjne. Nowe formy rozwiązań i napędu np. akumulatory, silnik elektryczny, sprężony gaz itd. dają bogatszą możliwość projektantom na tworzenie nowych brył oraz środka pojazdu z uwagi na redukcję ograniczeń poprzez zastosowanie innowacyjnych np. technologii. Przykładem takich praktyk może być zastosowanie nowatorskiego rozwiązania poprzez umieszczenie silnika elektrycznego w piaście koła wraz z układem kierowniczym. Zastosowanie tego rozwiązania umożliwia swobodniejsze rozmieszczenie, „upakowanie” niezbędnych elementów, części w pojeździe (np. akumulatora, kabli prowadzących do silników w kołach itd.), poszerzając tym samym pole projektantom w kreowaniu innowacyjnego samochodu. Napęd elektryczny otwiera również nowe możliwości w tworzeniu niekonwencjonalnych rozwiązań w sportowych samochodach poprzez możliwość pominięcia koniecznych połączeń m.in. wielkich przekładni i sprzęgieł, które należy stosować w pojazdach z napędem tradycyjnym. Ponadto zastosowanie napędu elektrycznego w tym sektorze aut daje większą swobodę i możliwość umiejscowienia elementów, części w miejscach, które mogą przełożyć się na lepsze osiągi tych pojazdów na torze wyścigowym. Należy również pokreślić, iż pojazdy z napędem elektrycznym w stosunku do pojazdów spalinowych mają do dyspozycji więcej wolnej przestrzeni np. Tesla S posiada pięć foteli dla dorosłych, dwa siedzenia rozkładane dla dzieci i dwa bagażniki z tyłu i z przodu. Modele BMW, Volvo i inne wyposażone są w elektrycznie napędzane osie umożliwiając poruszanie się napędem na cztery koła. Pojawia się wiele nowych rozwiązań, które można zastosować w pojazdach elektrycznych, podnosząc tym samym ich konkurencyjność w stosunku do alternatywnych samochodów. Ponadto występuje coraz większa paleta pojazdów z napędem elektrycznym m.in. pod względem mocy ładowania.

Podział pojazdów elektrycznych w ujęciu mocy ładowania

Obecne na polskim rynku samochodowym dostępnych jest wiele rodzajów pojazdów elektrycznych. Dla celów identyfikacyjnych tego środka transportu można zastosować podział uwzględniający moc ładowania²³⁷:

- pojazdy małe: 50 - <150 kW²³⁸;

²³⁷ Elektromobilność w praktyce, PSPA 2019.

²³⁸ kW – oznaczenie jednostki mocy, Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN.

- pojazdy średniej klasy: 120 – 150 kW;
- pojazdy luksusowe: ~ 300/350 kW.

Powyższy podział umożliwi lepsze posegregowanie pojazdów elektrycznych dostępnych na rynku, dając możliwość doboru odpowiedniej jednostki do określonego przeznaczenia.

Klasyfikacja samochodów elektrycznych z uwzględnieniem rodzaju napędu

Samochody elektryczne dostępne na rynku polskim i zagranicznym różnią się między sobą. W celu doboru właściwej jednostki można je sklasyfikować m.in. pod względem mocy ładowania (podział został przedstawiony w powyższej części pracy) oraz rodzaju zastosowanego napędu elektrycznego. Do określenia prawidłowego rodzaju napędu w pojeździe może posłużyć główny podział, który segreguje samochody elektryczne w następujący sposób ^{239,240,241}:

- HEV (*Hybrid Electric Vehicles*) – są to pojazdy hybrydowe, w których zastosowano dwa rodzaje napędów tj. silnik spalinowy oraz silnik elektryczny. Pojazdy te wyposażone są w akumulator, który ładowany jest przez rekuperację²⁴² bądź pracę silnika spalinowego. Istotne jest to, że w tym rodzaju napędu nie można naładować akumulatorów wykorzystując w tym celu zewnętrzne źródła energii,
- PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicles*) - są to pojazdy hybrydowe o rozbudowanym napędzie. W napędzie PHEV zastosowano również dwa rodzaje napędów tj. silnik spalinowy oraz silnik elektryczny. W przeciwieństwie do pojazdów HEV, akumulatory w pojazdach PHEV można doładować z zewnętrznych źródeł (np. ładowarka typu wallbox),
- EREV (*Extended Rang Electric Vehicles*) – budowa tego modelu przypomina plug-in. Różnica między tymi pojazdami polega na zastosowaniu silnika spalinowego do innego celu. W modelu EREV silnik spalinowy nie napędza kół pojazdu tak, jak jest w przypadku PHEV, lecz wykorzystywany jest on do ładowania baterii.
- BEV (*Battery Electric Vehicle*) – w tym typie pojazdów zastosowano wyłącznie jeden rodzaj napędu tj. silnik elektryczny, który zasilany jest poprzez akumulatory trakcyjne.

²³⁹ Marta R. Jabłońska, Jerzy S. Zieliński: „Wpływ pojazdów elektrycznych na sieci Smart Grid” Acta Energetica, 2/11, 2012, str. 13–16.

²⁴⁰ Rodzaje napędów samochodów elektrycznych, <https://elektromobilnosc.com.pl/articles/rodzaje-napedow-samochodow-elektrycznych.html>.

²⁴¹ Types of Electric Vehicles, <https://www.evgo.com/ev-drivers/types-of-evs/>.

²⁴² **rekuperacja** – „techn. odzyskiwanie energii; r. energii elektr. — odzyskiwanie energii elektr. dzięki przełączaniu maszyny elektr. z pracy silnikowej na prądnicową (np. w pojeździe elektrycznym przy hamowaniu)”, Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN.

Akumulatory trakcyjne ładowane są z zewnętrznych źródeł energii (np. gniazdko) bądź poprzez rekuperację,

- FCEV (*Fuel Cell Electric Vehicles*) - w tego rodzaju pojazdach zastosowano silnik elektryczny jako napęd. FCEV odróżnia się od BEV tym, że nie posiada akumulatorów trakcyjnych, lecz zbiornik na wodór. Zachodząca reakcja chemiczna w ogniwach paliwowych produkuje prąd niezbędny do zasilania silnika elektrycznego, skutkiem ubocznym natomiast jest para wodna.

Standardy ładowania, rodzaje napięcia AC i DC

Współcześnie w Europie źródłem energii jest prąd zmienny rozprowadzany w sieci 3 – fazowej, w dodatku jego natężenie zmienia się swobodnie 50 razy/s. Na starym kontynencie odeszło się od przesyłu prądu stałego z powodu jego niskiej efektywności na dalekie odcinki. Warto podkreślić jest to, iż znaczna część urządzeń przeznaczonych do użytku gospodarstw domowych bazuje na prądzie zmiennym zasilanych prądem 1-fazowym (np. gniazdko elektryczne w domu). W mniejszości są urządzenia w gospodarstwie domowym, które zasilane są prądem zmiennym 3-fazowym np. piekarniki przemysłowe/domowe. Natomiast np. urządzenia wyposażone w akumulatory (smartfony, tablety itd.) pracują na prądzie stałym. Pojazdy elektryczne posiadają akumulatory trakcyjne, które również muszą być ładowane tym samym rodzajem napięcia. Podczas procesu ładowania pojazdu elektrycznego zachodzi przemiana prądu zmiennego na prąd stały. Przemiana prądu zachodzi w budowanej ładowarce pojazdu elektrycznego *Rysunek 2.1* i jest konieczna, aby zatrzymać energię w baterii. W przypadku braku przemiany prądu z AC na DC akumulator nie zostanie naładowany m.in. z powodu wpływu i wypływu energii z baterii litowo-jonowej podczas ładowania. Inna dostępna forma zmiany napięcia zachodzi poza pojazdem elektrycznym np. w stacjach szybkich DC. Zazwyczaj są to stacje ogólnodostępne na terenie całego kraju dysponujące mocą rzędu 41-145 kW²⁴³. Ładowarki te umożliwiają naładowanie akumulatorów trakcyjnych niektórych pojazdów z napędem elektrycznym do 80% ich pojemności w niecałe 30 min.

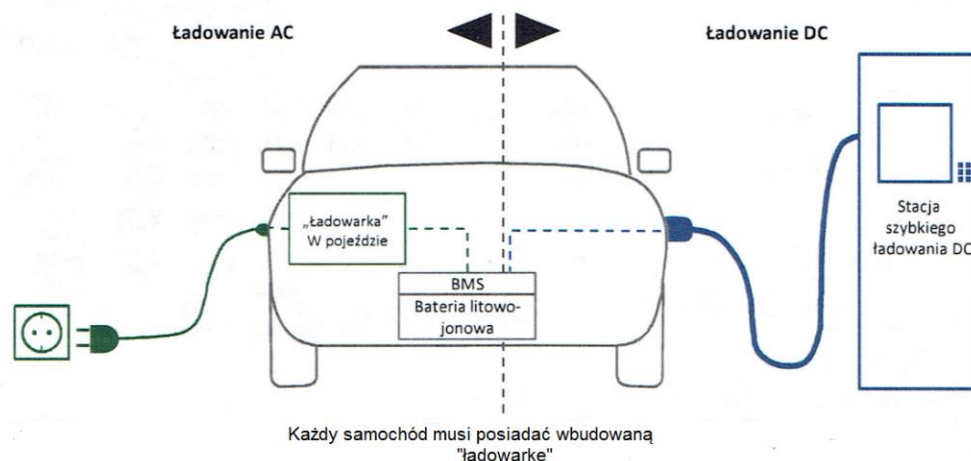
Schemat ładowania pojazdu elektrycznego obrazujący różnicę pomiędzy ładowaniem prądem przemiennym AC (*Alternating Current*)²⁴⁴ a prądem stałym DC (*Direct Current*)²⁴⁵ widoczny jest na *Rysunek 2.1*.

²⁴³ Elektromobilność w praktyce, op. cit.

²⁴⁴ **AC** – napięcie prądu przemiennego, Rada Techniczna ENEA Operator, *Stacje elektroenergetyczne 110 Kv*, Zeszyt 1. Stacje dwutransformatorowe 110 kV/SN, 2017, s.11.

²⁴⁵ **DC** – napięcie prądu stałego, Ibidem, s. 11.

Zazwyczaj na stanie wyposażania pojazdu elektrycznego są m.in. ładowarka 1 - fazowa 3,7 kW lub 3 - fazowa 11 kW (w zależności od marki i modelu). Należy zaznaczyć, iż najsłabszym punktem podczas ładowania może okazać się gniazdko bądź kabel, co może wpłynąć na obniżenie efektywności tego procesu. Producenci samochodów elektrycznych w celu zwiększenia efektywności ładowania poza punktami DC rekomendują stacje Wallbox²⁴⁶.



Rysunek 2.1 Kluczowe formy ładowania prądem AC i DC pojazdów elektrycznych wraz ze wskazanymi różnicami

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Elektromobilność w praktyce, PSPA 2019.

Identyfikacja oznaczeń odzwierciedlających moc napędu i formy ładowania

W pojazdach z napędem tradycyjnym moc silnika określana jest m.in. przez konie mechaniczne (KM)²⁴⁷. Natomiast w pojazdach z napędem elektrycznym moc silnika elektrycznego przekazywana jest w kilowatach (kW). Czyli „watt (W) i kilowat (kW) to jednostki mocy oznaczające ilość energii dostarczonej lub zużytej w ciągu sekundy”²⁴⁸. Tak więc wydajność energetyczną urządzeń zazwyczaj podaje się w watach bądź kilowatach np.:

- Żarówka: 100 W,
- Grzejnik elektryczny: 1500W = 1,5 kW,
- Silnik elektryczny BMW i3: 125 kW =170 KM.

²⁴⁶ **Stacja ładowania Wallbox** – „Domowa stacja paliw. Zamontowana na stałe stacja Wallbox umożliwia szybkie, niezawodne i wygodne ładowanie z mocą do 22 kW. Oprócz tego istnieje możliwość ochrony dostępu do Wallbox za pomocą karty”, <https://www.bmw.pl/pl/topics/offers-and-services/konfigurator-akcesoriow.stacja-%C5%82adowania-bmw-wallbox-plus.html>

²⁴⁷ **koń mechaniczny (KM)** - jednostka mocy (głównie silników spalinowych), Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN.

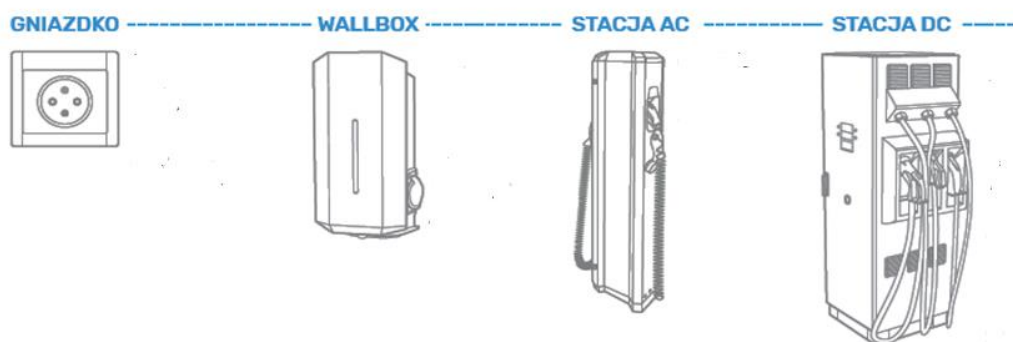
²⁴⁸ Rodzaje napięcia. Prąd stały i prąd zmienny, fazy napięcia i jednostka mocy, <https://www.opel.pl/e-mobilnosc/index/rodzaje-napiecia.html>

W samochodach z napędem tradycyjnym istotnym aspektem jest zużycie paliwa, ponieważ czynnik ten przekłada się na rzeczywiste koszty eksploatacji pojazdu. Bierzemy się pod uwagę średnie spalanie na 100 km²⁴⁹ (np. 7 l²⁵⁰/100) km. Natomiast w pojazdach elektrycznych odpowiednikiem są kilowatogodziny (kWh)²⁵¹. Jednostka mocy kWh mówi o zużyciu energii przez pojazd na 100 km (np. BMW i3 15,8 kWh/100 km) bądź określa pojemność akumulatorów trakcyjnych (np. pojemność akumulatora w BMW i3 to 42,2 kWh).

Pojazd z napędem elektrycznym, a dokładnie ujmując akumulatory litowo-jonowe, można naładować za pomocą następujących sposobów²⁵²:

- domowe gniazdko,
- stacje ładowania Wallbox,
- stacje ładowania prądem (AC i DC),
- w przyszłości ładowanie indukcyjne²⁵³

Graficzne ujęcie punktów ładowania pojazdów elektrycznych przedstawia *Rysunek 2.2*.



Rysunek 2.2. Punkty ładowania pojazdów elektrycznych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Przewodnik infograficzny po wybranych zagadnieniach, Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych, PSPA Warszawa 2018.

Infrastruktura - stacje ładowania i rodzaje wtyczek

Zmagazynowana energia w baterii pojazdu umożliwia pokonanie określonego dystansu oraz jest źródłem energii dla urządzeń pokładowych. Za uzupełnienie zapasów energii w baterii

²⁴⁹ **Kilometr (km)** – „powszechnie stosowana wielokrotność metra, podstawowej jednostki długości w układzie SI. Dokładniej, kilometr to 1000 metrów”, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kilometr>.

²⁵⁰ **Litr (l)** – pozaukładowa jednostka objętości, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Litr>

²⁵¹ **Kilowatogodzina (kWh)** – „to jednostka mocy przechowywanej lub zużytej, odpowiadającej wartości zużycia paliwa np. przez samochód z silnikiem spalinowym”, Ibidem.

²⁵² Przewodnik infograficzny po wybranych zagadnieniach, Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych, PSPA Warszawa 2018, s. 50.

²⁵³ Bezprzewodowe ładowanie samochodów elektrycznych musi stać się standardem, <https://spidersweb.pl/autoblog/bezprzewodowe-ladowanie/>.

pojazdu odpowiada układ ładowania, który połączony jest przez specjalny port oraz kabel z siecią elektryczną. Istnieje kilka rodzajów punktów/stacji ładowania, które przeznaczone są do przesyłu energii elektrycznej w celu uzupełnienia energii w pojeździe elektrycznym.

Wyróżnia się podstawowy podział stacji ładowania dedykowanych do pojazdów elektrycznych:

- stacje ładowania prądem zmiennym (AC):
 - wallbox do 7 kW,
 - stacje AC 7-43 kW,
- stacje ładowania prądem stałym (DC):
 - szybkie 43 – 145 kW,
 - ultraszybkie 150 – 350 kW.

Należy również zaznaczyć, że obecnie nie są ustandaryzowane wtyczki przeznaczone do ładowania pojazdów elektrycznych co oznacza, że każdy producent stosuje własne rozwiązanie. Główny podział wtyczek przedstawia *Rysunek 2.3*. Zasadniczy podział dzieli je na trzy typy²⁵⁴: Typ 2, CHAdeMO, CCS Combo.



Rysunek 2.3. Najpopularniejsze rodzaje wtyczek przeznaczone do ładowania pojazdów elektrycznych w Europie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Przewodnik infograficzny po wybranych zagadnieniach, Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych, PSPA Warszawa 2018.

Reasumując, wykorzystując źródło energii z domowego gniazdka w celu naładowania baterii litowo-jonowych w pojeździe, zachodzi proces przekształcania napięcia w budowanej ładowarce samochodowej. Ładowanie w tej formie nie należy do szybkich, a w celu

²⁵⁴ Przewodnik infograficzny po wybranych zagadnieniach, op. cit. s. 50.

przyspieszenia procesu można skorzystać ze stacji Wallbox. Istnieje możliwość naładowania pojazdu szybciej tj. ładowarkami o mocniejszym przepływie energii (kW/h). Należą do nich ładowarki prądu stałego, które są przeznaczone do użytku publicznego.

Zasada działania napędu elektrycznego w pojeździe elektrycznym

Zadaniem silnika elektrycznego jest m.in. wytworzenie energii mechanicznej (wirnik i magnesy wytwarzają pole magnetyczne), w tym celu wykorzystywany jest prąd zmagazynowany w akumulatorze trakcyjnym. Wytworzony moment obrotowy²⁵⁵ przekłada się na oś pojazdu (częstotliwość napięcia wpływa na prędkość obrotową). Silnik elektryczny charakteryzuje się wysoką sprawnością przetwarzania energii elektrycznej na poziomie ok. 70-80%, natomiast jednostki spalinowe ok. 15-20%²⁵⁶. Producenci pojazdów elektrycznych wykorzystują silniki prądu stałego, jak również silniki prądu zmiennego²⁵⁷. Silniki elektryczne to wydajne urządzenia, prawie bezobsługowe, nieemitujące spalin oraz nadmiernego hałasu.

Przeznaczenie i rodzaje akumulatorów w pojazdach z napędem elektrycznym²⁵⁸

Zastosowanie zaawansowanych technologicznie akumulatorów litowo-jonowych w modelu Tesli Roadster dało impuls do rozwoju obszaru elektromobilności. Wsparcie przez Państwa oraz ich czynne zaangażowanie w procesie rozwoju nowych technologii również pozytywnie wpłynie na transformację przemysłu samochodowego. Dowodem na to są widoczne zmiany zachodzące w Azji, gdzie duży nacisk kładzie się na rozwój transportu przyjaznego dla środowiska, gdyż jest to priorytetowy obszar polityki transportowej²⁵⁹. Obecnie samochody elektryczne wyposażone są w pakiet akumulatorów, który znacząco wpływa na ogólną masę samochodu. W autach elektrycznych klasy średniej ciężar akumulatorów to ok. 450 kilogramów¹³. Na masę całkowitą samochodu wpływa również wzmocnienie chroniące podczas wypadku, podnosząc jego wagę do ok. 700 kg¹⁴. Doliczając

²⁵⁵ **Moment obrotowy silnika elektrycznego** – „jest to pojęcie określające wydajność obrotową wirnika. Każdy silnik ma swój maksymalny moment obrotowy. Obciążenie powyżej tej wartości oznacza, że silnik nie będzie w stanie wykonywać ruchu wirowego. Przy normalnym obciążeniu silnik pracuje najczęściej poniżej maksymalnej wartości momentu obrotowego, jednakże faza rozruchu wywołuje dodatkowe obciążenie”, Encyklopedia pneumatyki, http://pneumatyka.info.pl/index.php/Moment_obrotowy_silnika_elektrycznego

²⁵⁶ Rudnicki T., *Pojazdy z silnikami elektrycznymi*, Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 80/2008, s. 245.

²⁵⁷ Ibidem.

²⁵⁸ Rozdział oparty głównie na opracowaniu: Kowalski DJ., Iliska A., *Innowacyjne rozwiązania materiałowe w samochodach elektrycznych*, Przegląd Włókienniczy – Włókno, Odzież, Skóra, Wydawnictwo SIGMA-NOT 2020.

²⁵⁹ Makarova I., Shubenkova K., Gabsalikhova L., *Analysis of the city transport system's development strategy design principles with account of risk and specific features of spatial development* [w: TRANSPORT PROBLEMS. VOLUME 12, Issue 1, Wydawnictwo Politechnika Śląska, Gliwice 2017., s. 127.

pozostałe elementy tj. konstrukcję plus pozostałe wyposażenie pojazdu, całkowita waga pojazdu znacznie wzrasta oraz oscyluje na poziomie 1700 kg (waga zależna jest m.in. od użytej pojemności akumulatora w określonym modelu). Wysoka masa samochodu z napędem elektrycznym niekorzystnie wpływa m.in. na zasięg, zużycie energii, przyspieszenie pojazdu oraz zużycie zmagazynowanego prądu w bateriach¹³. Chcąc sprostać powyższym problemom, branża motoryzacyjna produkująca auta z napędem elektrycznym podejmuje kroki badawczo-rozwojowe w obszarze nowych rozwiązań konstrukcyjnych oraz materiałowych opierając się m.in. na: inżynierii materiałowej, sektorze polimerów, ceramiki, metaloznawstwa i innych. Rozwiązania te mają na celu zwiększyć pojemności baterii oraz zmniejszyć masę całkowitą pojazdu, stosując substytuty bazujące np. na materiałach kompozytowych i innych rozwiązaniach. Zastosowane innowacyjne np. materiały muszą spełnić wyśrubowane normy związane z właściwościami wytrzymałościowymi, jak również eksploatacyjnymi oraz środowiskowymi, biorąc pod uwagę materiałowy recykling poużytkowy. Działania te mają przebiegać zgodnie z koncepcją zrównoważonego rozwój, dlatego koncerny motoryzacyjne muszą sprostać restrykcyjnym wymogom, które regulują przepisy z zakresu ochrony środowiska¹⁵.

Najczęściej w pojazdach z napędem elektrycznym wykorzystywane są akumulatory wysokiego napięcia litowo-jonowe (Li-ion), które nie posiadają tzw. „efektu pamięci”²⁶⁰. Montaż większej ilości baterii w podwoziu umożliwia kompaktowa budowa. Ponadto litowo-jonowa konstrukcja chemiczna zwiększa odporność cieplną, im lepsza jest odporność cieplna (utrzymanie optymalnej temperatury akumulatorów), tym dłuższy jest zasięg pojazdu. Czyli im mniej energii spożytkowane jest na schłodzenie zespołu akumulatorów, tym więcej jest jej w zapasie (większy zapas energii w akumulatorach przekłada się na dłuższy zasięg). Należy zaznaczyć, że w pojazdach elektrycznych układ chłodzenia odpowiada za chłodzenie zespołu akumulatorów oraz układ napędowy. Istotne jest, że rola układu chłodzenia zespołu akumulatorów nie ogranicza się wyłącznie do ich schładzania, ponieważ jest również odpowiedzialny za utrzymanie optymalnej temperatur baterii przy zbyt niskich temperaturach. Wyróżnia się następujący podział układów chłodzenia w pojazdach z napędem elektrycznym²⁶¹:

²⁶⁰ **Efekt pamięci ogniw** – „zjawisko, a właściwie kilka różnych zjawisk obserwowanych w niektórych typach akumulatorów i powodujące utratę rzeczywistej, bądź tylko pozorną utratę pojemności akumulatora”, https://pl.wikipedia.org/wiki/Efekt_pami%C4%99ci.

²⁶¹ *Jak działa silnik w autach elektrycznych?* <https://electromobilitypoland.pl/baza-wiedzy/2018/09/18/jak-to-dziala-jak-dziala-silnik-w-autach-elektrycznych/>.

- chłodzone cieczą – ciecz wykorzystywana jest do chłodzenia zestawu akumulatorów. Ten rodzaj chłodzenia akumulatorów zastosowano w większości pojazdów dostępnych na rynku polskim m.in.: BMW i3, Oplu Amperze E, Tesli,
- chłodzone powietrzem – powietrze wykorzystywane jest do chłodzenia akumulatorów. Rozwiązanie to zastosowano m.in. w modelach: Hyundai Ioniq Electric, Renault Zoe,
- chłodzone pasywnie – ten rodzaj chłodzenia opiera się na usuwaniu nadmiaru ciepła przez ścianę obudowy akumulatora. Rozwiązanie to zastosowano m.in. w modelach: Volkswagen e-Golf oraz Nissan Leaf.

Pojazdy elektryczne posiadają gwarancję na zestaw akumulatorów. Każdy z producentów oferuje inne pakiety gwarancyjne oraz serwisowe dla swoich modeli. Generalnie okres gwarancyjny ustala się na określona liczbę lat np. 8 bądź przebieg kilometrów np. 160 000. W przypadku, kiedy bateria nie zachowa minimum 70% początkowej pojemności w okresie gwarancyjnym producenci pojazdów są zobowiązani do usunięcia usterki. Zużyte akumulatory można poddać regeneracji oraz wykorzystać w innych celach takich jak np. zbiornik energii. W przypadku braku możliwości ich regeneracji oraz braku szansy zastosowania w innym celu poddaje się je przetworzeniu.

Analiza zespołu czynników rzutujących na zasięg pojazdu elektrycznego

Obecnie zasięg pojazdów elektrycznych mierzony jest cyklem WLTP²⁶² (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicle Test Procedure) wprowadzono go 01.09.2017 roku wyłącznie dla nowych samochodów (w 2018 r. obowiązkowy jest dla wszystkich pojazdów osobowych) wypierając tym samym cykl NEDC (New European Driving Cycle). Cykl WLTP jak cykl NEDC przeprowadzany jest w warunkach laboratoryjnych, pomimo tego WLTP daje miarodajne wyniki, gdyż bardziej odzwierciedla rzeczywistą eksploatację pojazdu.

Cykl WLTP bieżę pod uwagę²⁶³:

- dynamikę jazdy oraz temperaturę otoczenia zbliżoną do realnych warunków,
- dłuższe odcinki przeznaczone na pomiary,
- realniejsze prędkości średnie oraz maksymalne,
- skrócenie czasu postojów,
- realniejszą formę użytkowania (np. hamowanie oraz przyspieszanie).

Pomimo tego, że podane wyniki zasięgu WLTP przez producentów pojazdów elektrycznych są bliskie prawdy, należy wziąć na nie poprawkę. Wynika to z tego, iż na zasięg

²⁶² WLTP VS. NEDC, <https://www.opel.pl/tools/spalanie.html>.

²⁶³ Ibidem.

pojazdu z napędem elektrycznego wpływa m.in. pojemności akumulatorów oraz szereg czynników eksploatacyjnych, do głównych należą²⁶⁴:

- prędkość jazdy – utrzymując prędkość jazdy pojazdu elektrycznego na poziomie 130km/h podany zasięg według cyklu WLTP spada prawie o połowę,
- sposób jazdy – wpływa na skrócenie zasięgu (np. dynamiczna jazda, szybkie ruszanie i hamowanie) bądź wydłuża zasięgu prawie o 15% (np. delikatne i płynne ruszanie, odzyskiwanie energii podczas hamowania),
- temperatura w środku pojazdu – za utrzymanie optymalnych warunków w środku pojazdu odpowiada m.in. klimatyzacja lub ogrzewanie. Istotną rolę odgrywają warunki pogodowe zależne od pory roku w których pojazd się znajduje, gdyż przy wysokich temperaturach dodatnich lub ujemnych występuje konieczność używania klimatyzacji bądź ogrzewania. Częstotliwość i moc używanych urządzeń zależą m.in. od temperatury na zewnątrz pojazdu oraz preferencji użytkowników. Zasięg pojazdu podczas korzystania urządzeń wspomagających utrzymanie temperatury w środku pojazdu może zmniejszyć się nawet o 35%.

Istnieje możliwość wydłużenia zasięgu pojazdu poprzez proste zabiegi rekomendowane przez producentów pojazdów elektrycznych. Do najprostszych należą: styl jazdy (np. łagodny), nadbagaż (np. usunąć niepotrzebne rzeczy z pojazdu) oraz utrzymanie prawidłowego ciśnienia w oponach.

2.4.3 Zrównoważone wnętrze na przykładzie pojazdu elektrycznego BMW i3²⁶⁵

BMW Group jest producentem samochodów kładącym największy nacisk na zrównoważony rozwój. W swojej ofercie posiada m.in. model samochodu elektrycznego BMW i3²⁶⁶, którego kabina w większości wykonana jest z karbonu, pochodzącego w około 10 % z recyklingu²⁶⁷. Wnętrze pojazdu przedstawia *Rysunek 2.4*. Są to w znacznej części materiały naturalne²⁶⁸:

- kenaf - bardzo lekki materiał, który pozyskiwany jest z łodyg ketmii np. (konopiowatej), używa się go również do wyrobu np. sznurków, worków itp.,

²⁶⁴ Ibidem.

²⁶⁵ Kowalski DJ., Iliska A., Innowacyjne rozwiązania materiałowe w samochodach elektrycznych., op. cit.

²⁶⁶ BMW i3, www.bmw-frankcars.pl/www/media/pricelist-brochure/BMW_Catalogue_i3.pdf.asset.1467375414899.pdf.

²⁶⁷ Zero spalin, kenaf i liście oliwne, <http://ustamagazyn.pl/2016/04/zero-spalin-kenaf-i-liscie-oliwne/>

²⁶⁸ BMW i3, www.bmw-frankcars.pl, op. cit.

- tkaniny z żywej wełny, będącej surowcem odnawialnym, zapewniającym wysoki komfort podczas użytkowania,
- drewno eukaliptusowe, należy do jednych z najszybciej rosnących drzew co predysponuje ten gatunek do zastosowań w przemyśle,
- skóra garbowaną liśćmi oliwnymi jest całkowicie garbowana przyjaznym dla środowiska, naturalnym ekstraktem z liści oliwnych.



Rysunek 2.4. Wnętrze samochodu BMW i3

Źródło: Katalog BMW i3²⁶⁹

2.4.4 Czynniki wpływające na adopcję innowacji w branży motoryzacyjnej

Innowacje utożsamiane są z pozytywnym impulsem, a działania związane z nimi z powszechną akceptacją. Pomimo niosącego przez innowacje zwykle pozytywnego ładunku, nie wszystkie zostaną szybko upowszechnione, niektóre z nich będą potrzebowały na to więcej czasu, natomiast inne zostaną odrzucone²⁷⁰. Schemat ten odnosi się również do branży motoryzacyjnej, w której dochodziło częstokroć do odrzucenia świetnych innowacyjnych rozwiązań bądź odłożenie ich produkcji na inny czas. Poniżej zostały przedstawione następujące kluczowe przykłady odrzucenia, hibernacji nowatorskich rozwiązań w przemyśle motoryzacyjnym²⁷¹:

²⁶⁹ Ibidem.

²⁷⁰ Muras M., Zabłocki W., *Zastosowanie teorii dyfuzji innowacji na przykładzie wprowadzenia na rynek airbusa a380*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 89., Transport 2013, s. 137.

²⁷¹ Lewin T., *Wiedza w pigułce. Projektowanie samochodów*, Magraf, Warszawa 2019, s. 58.

- w 1994 roku odrzucenie zaproponowanego przez Volkswagena rozwiązania systemu wyłączania silnika podczas postoju, z przyczyny braku zainteresowania to funkcją (obecnie funkcja powszechnie stosowana w samochodach spalinowych),
- w 2000 roku Audi zaprezentowało nowatorskie rozwiązanie modelu A2, zbudowanego wyłącznie z aluminium na przestrzennej ramie, co czyniło go autem prostym i lekkim. Model o tych walorach był pierwszym małym samochodem oferowanym na rynku. Nie zyskał uznania m.in. z powodu „klinicznego” i surowego wykonania (pojawienie się modelu w terminie późniejszym ok. pięciu lat, umożliwiło odniesienie sukcesu),
- w 2005-2012 roku Mercedes klasa R nie był do końca zdefiniowany pod względem przeznaczenia (kombi, minivan, SUV), z tego powodu sprzedaż nie ruszyła na pełnych obrotach (przyczyną niepowodzenia był brak określenia nabywcy klarownego komunikatu odnośnie przeznaczenia pojazdu),
- w 2003 roku Toyota Motor Corporation utworzyła nową markę Scion²⁷² (lata produkcji 2003–2016, która została skierowana tylko na rynek amerykański. Toyota Scion była zbyt „smart”, ponieważ w tym modelu Toyota zastosował mały wydajny silnik, dopasowany do małej bryły auta. Przyzwoite parametry jezdne, dobre prowadzenie oraz bezpieczeństwo nie miały znaczenia, gdyż pojazd był niewiele większy od obecnego na rynku Smarta. Pomimo tego, iż zamiast dwóch miejsc miał cztery, w tamtych czasach tylko cztery, koncepcja ta spotkała się z porażką,
- przełom XIX i XX wieku to era dominacji pojazdów elektrycznych nad innymi rozwiązaniami (pojazdy spalinowe, parowe). W 1890 roku wartość sprzedanych samochodów elektrycznych w USA była większa niż samochodów spalinowych oraz z napędem parowym²⁷³. Pomimo znacznej przewagi pod względem sprzedaży, innowacyjne rozwiązanie zostało odrzucone m.in. przez braki technologiczne oraz lobby naftowe²⁷⁴.

Pomimo dobroczynnego wpływu nowatorskich rozwiązań na np. środowisko, przypadków ich odrzucenia bądź przyjęcia w okresie dużo późniejszym w przemyśle motoryzacyjnym jest bardzo dużo. Należy mieć na uwadze, że bez względu na to, jak innowacyjny może być wynalazek nie uzyska on sukcesu, póki nabywcy nie będą gotowi na niego bądź nie będą mieli na niego potrzeby²⁷⁵. Zważywszy na zdarzenia w historii, które miały wpływ na akceptację

²⁷² <https://pressroom.toyota.com/scion-fact-sheet/>.

²⁷³ <http://www.businessinsider.com/electric-car-history-20175?IR=T/#the-electric-car-burst-onto-the-scene-in-the-late-1800s-and-early-1900s-1>.

²⁷⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Pojazd_elektryczny.

²⁷⁵ Lewin T., Wiedza w pigułce. Projektowanie samochodów, op. cit., s. 58.

nowatorskich rozwiązań oraz odnosząc się do literatury przedmiotu, należy uwzględnić atrybuty, które rzutują na adopcje innowacji tj. pojazdów elektrycznych.

2.4.5 Znaczenie innowacyjności w zrównoważonym przedsiębiorstwie

Innowacje technologiczne, innowacje rzutujące na styl organizacji i zarządzania przedsiębiorstwem oraz innowacje ekologiczne są ściśle powiązane z ideą zrównoważonego rozwoju. W wyniku wprowadzenia innowacji, przedsiębiorstwa są w stanie zwiększyć zyski oraz przychody m.in. poprzez obniżenie zużycia materiałów oraz podzespołów. Innowacyjność niesie za sobą potencjalne korzyści, daje możliwości rozwoju, wpływa korzystnie na wzrost atrakcyjności oraz konkurencyjności w gospodarce²⁷⁶. Działania te widziane są jako ekologiczne, jak również umożliwiające uzyskanie dodatkowych dochodów wraz nowymi szansami na nowe projekty²⁷⁷. Należy zwrócić uwagę, że innowacje nie niosą wyłącznie za sobą korzyści, lecz czasami mogą negatywnie wpłynąć na inne aspekty m.in. na ekologię. Może mieć to miejsce w przypadku, kiedy to innowacje znacząco pobudzą wzrost konsumpcji i wzrost gospodarczy (np. zwiększenie wydobycia surowców naturalnych w celu zaspokojenia zapotrzebowania na produkty, większe wydobycie paliw kopalnych, wzrost dwutlenku węgla itd.). Ze względu na ten aspekt należy oceniać innowacje również pod kątem m.in. ich wpływu na środowisko naturalne. Wart podkreślenia jest fakt, iż w celu ograniczenia niekorzystnego wpływu wynikającego z korzystania z rentownych rozwiązań np. przez przedsiębiorstwa, lecz szkodzących ekologii stosuje się opłaty i kary ekologiczne w celu minimalizacji szkodliwych oddziaływań. Dyrektywy, jak m.in. *Industrial Emissions Directive* IED wraz z obligatoryjnością respektowania norm środowiskowych²⁷⁸ jest impulsem do przemian przedsiębiorstw torując tym samym drogę do wdrożeń innowacji efektywniejszych pod względem wykorzystania dóbr naturalnych charakteryzujących się niskoemisyjnością. Ponadto znaczna części przedsiębiorstw wdraża eko-innowacje z następujących przyczyn²⁷⁹:

- niwelacji obciążeń powiązanych z zanieczyszczaniem środowiska,
- możliwości uzyskania dopłat na wdrożenia innowacji,
- wzmocnienia wizerunku firmy,

²⁷⁶ Tidd J., Bessant J., *Zarządzanie innowacjami: integracja zmian technologicznych, rynkowych i organizacyjnych*, Wydaw. Wolters Kluwer Polska Sp. z o. o., Warszawa 2013.

²⁷⁷ Bossink B., *Eco-Innovation and Sustainability Management*, Routledge Taylor & Francis Group, New York, 2012.

²⁷⁸ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych, Dz. Urz. UE 2010, L 334/17.

²⁷⁹ Kożuch M., Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr 50 (2/2017), s. 66.

- wskazania „ekologicznych” praktyk gospodarowania,
- wysokich kosztów mediów (energii, wody),
- wysokich kosztów materiałów,
- obostrzeń w ramach zamówień publicznych (niezbędne kryteria do spełnienia w celu możliwości podpisania umowy).

Oprócz powyższych przyczyn ekoinnovazione wprowadzane są ze względu na możliwość uzyskania benefitów. Korzyści z wdrożenia ekoinnovazione w przedsiębiorstwach to²⁸⁰:

- redukcja materiałochłonności na jednostkę wyrobu,
- zmniejszenie energochłonności procesów wytwórczych,
- ograniczenie zanieczyszczeń (powietrza, gruntów, wody),
- redukcja poziomu hałasu.

Ekoinnovazione ułatwiają wykorzystanie materiałów przyjaźniejszych środowisku naturalnemu, ponownego zagospodarowania pozostałości bądź wody wykorzystywanej w toku produkcji, użycia wyrobów charakteryzujących się większą wytrzymałością oraz trwałością, co umożliwia wydłużony okres ich eksploatacji. Postępowania te są namacalnym oraz realistycznym dowodem spełnienia norm zrównoważonego rozwoju. Niestety pomimo znacznego zaawansowania technologicznego obecny rozwój gospodarczy oraz postęp okupiony jest ceną w postaci degradacji środowiska naturalnego i jego wartości. Niezbędne jest więc wprowadzenia działań, które zahamują bądź zatrzymają negatywne skutki wynikające z przemian gospodarczych. Działania te przeprowadza się zgodnie ze strategią zrównoważonego rozwoju, mogą one być również przeprowadzane zgodnie z polityką państw, gmin bądź przedsiębiorstw. Oprócz pozytywnych aspektów ekonomicznych oraz techniczno-produkcyjnych innowacje pełnią również znaczącą rolę w wymiarach ekologicznym i społecznym. Przedsiębiorstwa zasadniczo wdrażają nowe sposoby produkcji (nowoczesny park maszynowy i inne rozwiązania) w celu maksymalizacji uzyskania korzyści, które to umożliwiają spełnienie norm ekologicznych oraz przestrzeganie wytycznych zrównoważonego rozwoju. W efekcie finalnym przekłada się to na zmniejszenie negatywnych skutków wynikających z działalności gospodarczej na ekologię oraz zwiększenie efektywności dysponowania zasobami naturalnymi.

²⁸⁰ Ibidem.

Podsumowanie

Obecnie tematem innowacji zainteresowani są badacze z różnych dziedzin, gdyż widzą jak ważną rolę odgrywa ona we współczesnym świecie. Lecz nie zawsze tak było, przykładem jest teoria Schumpetera, która nie cieszyła się szczególnym powodzeniem przez ówczesnych w ten czas ekonomistów²⁸¹, a obecnie uznawana jest za klasyczną. Odkryto ją ponownie w późniejszych latach, a na jej podwalinie powstały współczesne pojęcia ekonomiczne, doszło również do transformacji zakresu podmiotowego innowacji. Uwypuklanie we wcześniejszych latach technologicznego ujęcia wraz z pogrupowanymi działaniami, nie są dziś tak mocno wyróżniane. Natomiast obecnie koncentruje się na sieciowość oraz systemowym działaniu, zwracając szczególną uwagę na przepływ wiedzy, kreatywność oraz interakcje w obszarze kształcenia się. Zdarzenia te są spowodowane oraz wzmagane zmianami technologicznymi, nowymi realiami (np. globalne zmiany społeczno-gospodarcze), w których przedsiębiorstwa się znalazły oraz muszą się w nich poruszać. Zaś środowisko, które je otacza jest turbulentnie cechujące się energicznymi procesy zachodzącymi w systemie gospodarek i ich podmiotach. Współcześnie innowacje określa się jako zasadniczy czynnik, który dynamizuje wzrost gospodarczy²⁸² oraz jako główną siłę napędową²⁸³. Balcerowicz i Rzońcy twierdzą, iż trwały wzrost gospodarczy jest możliwy pod warunkiem, że będą występowały innowacje, które wpływają na wzrost produktywności czynników wytwórczych, a stan ten będzie trwał tak długo, jak długo będą one obecne²⁸⁴. Innowacje to w obecnym świecie istotne narzędzia, które tworzą zdolności do współzawodnictwa między przedsiębiorstwami, regionami bądź krajami na obszarze prowadzącym swoją działalność²⁸⁵, tak więc bezcenne jest połączenie innowacji z wiedzą. Coraz częściej podkreśla się, że istotną rolę w stabilizacji gospodarki oraz wywołaniu impulsu wpływającego na rozwój, będzie odgrywał ponownie przemysł z tym, że przemysł

²⁸¹ Powodem tego było, że w przeszłości m.in. dominowało podejścia neoklasyczne, problemy z modelowaniem teorii, jak również brak relacji z ogólną równowagą oraz bardziej werbalnym opisem tej koncepcji, Piech K., *Technologie, edukacja i innowacje w teoriach wzrostu gospodarczego*, Polityka Gospodarcza 2004, nr 9, s. 142.

²⁸² Zienkowski zalicza je „do tzw. długookresowych, pośrednich czynników determinujących tempo wzrostu; pozostałe determinanty to: krótkookresowe, bezpośrednie (kapitał, praca, niezależny postęp techniczno-organizacyjny) i średniookresowe, pośrednie (warunki prowadzenia działalności gospodarczej oraz polityka gospodarcza i społeczna)”, Zienkowski L., *Zamierzenia – hipotezy – wyniki, w: Co sprzyja rozwojowi gospodarczemu*, red. L. Zienkowski, WN Scholar, Warszawa 2005, s. 12.

²⁸³ Gomułka S., *Teoria innowacji i wzrostu gospodarczego*, CASE, Warszawa 1998, s. 23.

²⁸⁴ Balcerowicz L., Rzońca A., *Systemy instytucjonalne a siły napędowe gospodarki, w: Zagadki wzrostu gospodarczego. Siły napędowe i kryzysy – analiza porównawcza*, red. L. Balcerowicz, A. Rzońca, C.H. Beck, Warszawa 2010, s. 45.

²⁸⁵ Grzybowska B., *Wiedza i innowacje jako współczesne czynniki wzrostu gospodarczego*, Ekonomista 2013, nr 4, s. 524.

bazujący na innowacjach ekologicznych, które mają wpływ na „gospodarkę niskoemisyjną”²⁸⁶. Zważywszy na powyższe **istotną rolę w rozwoju gospodarki/przedsiębiorstw ogrywają eko-innowacje**, gdyż są zwarciem zintegrowane z możliwościami z jakimi zagospodarowane są dobra natury, uwzględniają przebieg procesu produkcji wraz z rodzajem zużycia. Ponadto łączą się z eko-efektywnością oraz rozwojem przemysłu aparatu ochrony środowiska, co wpływa korzystnie na zmianę technologii przez przedsiębiorstwa tzw. „końca rury” na metodę „zamkniętego obiegu”. Technologie zintegrowane (zamkniętego obiegu) redukują obieg materiałów i energii w toku wytwórczym, umożliwiają osiągnięcie przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw, a w następstwie przez ekologizację gospodarki²⁸⁷ kierują ją do rozwoju zrównoważonego²⁸⁸.

2.5 Przegląd metod oceny technologii

2.5.1 Podział i analiza wybranych metod oceny technologii

W celu utrzymania nurtu rozwoju branży motoryzacyjnej, który istnieje od ponad stu lat, niezbędny jest oprócz poprawy organizacji i optymalizacji całego procesu produkcji, wybór odpowiedniej technologii, która wpływa korzystnie na rozwój przedsiębiorstwa, gospodarki²⁸⁹, środowiska i społeczeństwa. Termin technologia opisuje naukę o rzemiośle albo sztuce²⁹⁰ lub wiedzę o metodach wytwarzania²⁹¹. Należy zwrócić uwagę, że istnieje różnica między technologią a techniką, gdyż technika zawiera czynności oraz procedury używane przy produkcji określonego wyrobu. Reasumując technologia to część techniki z połączeniem nauki. Przy wyborze technologii bądź ocenie już posiadanej, należy przeprowadzić analizę oraz ocenę, gdyż bez przeprowadzenia tych czynności nie jest możliwy właściwy wybór bądź ocena rzeczywistego (wkład pozytywny lub negatywny) wpływu eksploatowanej technologii na różne aspekty w przedsiębiorstwie/organizacji. Przed podjęciem decyzji związanych

²⁸⁶ Koźuch M., *Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego*, Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy, nr 50 (2/2017), s. 66.

²⁸⁷ **Pojęcie ekologizacji** - „jest starą kategorią związaną z gospodarką leśną, a także łowiecką, rybacką, pszczelarską, nawet rolnictwem. Polega ona bowiem na wykorzystaniu naturalnych mechanizmów dla wzmocnienia procesów gospodarczych. Jako taka nazywana jest ekologizacją pierwotną”, Famielec J., *Ekologizacja jako paradygmat rozwoju społeczno-gospodarczego*, [w:] *Ekologizacja gospodarki*, (red.) Koźuch M., Wydawnictwo Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2016., s.11.

²⁸⁸ Koźuch M., *Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego*. Op. Cit. s. 66.

²⁸⁹ Skonieczny J., Świda A., *Twórczość jako podstawowy czynnik rozwoju gospodarki*. [w:] *Wiedza w gospodarce i gospodarka oparta na wiedzy. Edukacja w gospodarce opartej na wiedzy*. pod red. Hopeja M., Moszkowicz M., Skalika J., Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław, 2010, str. 179.

²⁹⁰ Słownik Wyrazów Obcych PWN. PWN, Warszawa, 1980 str. 748.

²⁹¹ Pszczołowski T., *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*. Zakład Narodowy Ossolińskich – Wydawnictwo, Wrocław, 1978.

z projektowaniem lub zakupem innowacyjnych technologii, wskazane jest dokonanie kompleksowej analizy w wielu płaszczyznach: technicznej, ekonomicznej, środowiskowej, społecznej, prawnej lub finansowej. Ocena przeprowadzona w ten sposób umożliwi sprawdzenie tezy dotyczącej przypuszczalnego sukcesu rynkowego uzyskanego przez lokowanie w rozwój badanej technologii²⁹². W ocenie powinny zostać użyte najistotniejsze wymiary wraz z miernikami, które służą do oceny technologii uwzględniając ich odpowiedzialność do uzyskania założonych celów. W celu uzyskania całościowych informacji należy zastosować model oceny, który oprócz prostego sumowania skutków, da możliwość poznania i zrozumienia związków i interakcji zachodzących między różnymi typami wymiarów oraz mierników, które są następstwem swoistości innowacyjnej technologii elektrycznej. Stosując uwzględniony model oceny, konieczne jest użycie narzędzi do szczegółowych analiz, jak również metod agregowania tych wyników w kolejnych etapach oceny. Uchwycenie w ten sposób problemu można nazwać holistycznym podejściem do oceny^{293,294} technologii, gdyż na uwadze ma oprócz społecznej odpowiedzialności biznesu ochronę środowiska naturalnego²⁹⁵. Ponadto istotne są również aspekty ekonomiczne, technologiczne oraz prawne. Wykorzystywane technologie stanowią składnik analizy potencjału organizacji i są punktem rozpoczęcia jej strategii rozwoju. Godne uwagi jest to, że zgodnie z dzisiejszymi nurtami proces ten nie opiera się wyłącznie na ocenie sprawności technicznej i ekonomicznej racjonalności, lecz obok tych analiz powinno ujmować badania aspiracji grup społecznych, ekologicznych oraz konsekwencji prawnych^{296,297}, które mogą wynikać z wdrożenia bądź eksploataowania innowacyjnej technologii elektrycznej. W celu przeprowadzenia przeglądu metod oceny technologii przeprowadzono eksplorację literatury kierunkowej.

²⁹² Kalinowski B., Uryszek T.: *Zasady komercjalizacji i finansowania innowacyjnych rozwiązań* [w:] Markiewicz D. (red.) *Komercjalizacja wyników badań naukowych krok po kroku*. Centrum Transferu Technologii Politechnika Krakowska, Kraków, 2009, s. 43-44.

²⁹³ Marciniak S.: *Holistic System of Evaluation of Production Systems Efficiency* [in:] Strzelczak S., Balda P., Garetti M., Lobov A. (red.) *Open Knowledge-Driven Manufacturing & Logistics. The eScop Approach*. Warsaw University of Technology Publishing House, Warsaw, 2015, pp. 95-108.

²⁹⁴ Marciniak S.: *Technology Evaluation Using Modified Integrated Method of Technical Project Assessment*. APMS Conference, session: "Ontology-aided Production - Towards Open and Knowledge-driven Planning and Control", Tokyo, 2015.

²⁹⁵ Marciniak S., Ejsmont K.: *Ocena efektywności zintegrowanych systemów produkcyjnych w ujęciu holistycznym – podejście jakościowe*. Przegląd Organizacji, nr 06/2015, 2015, s. 25-33.

²⁹⁶ Karczewska M., Materzok J., Skonieczny J., *Współczesne Narzędzia Oceny Technologii* [w:] Knosala R. (red), *Innowacje w zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, Wydawnictwo PTZP, Opole 2011, str. 456.

²⁹⁷ Ejsmont K., *Model Oceny Inteligentnych Technologii*, Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych.

W literaturze przedmiotu można odnaleźć około 100 metod, które można zastosować do oceny technologii. Dla celu orientacyjnego zostały wybrane metody używane przy ocenie pojedynczych technologii, które można pogrupować w następujący sposób^{298,299,300}:

- *Jakościowe* (np. metoda delficka; planowanie rozwoju technologii; lista kontrolna) – główne zastosowanie to określenie prawidłowości oraz funkcjonalności danej technologii. Oprócz tego umożliwiają one ocenę technologii pod kątem wyselekcjonowanych kryteriów.
- *Ilościowe* (np. metody: punktacji mieszanej, matematyczne; współczynnikowe oraz inwestycyjne) – umożliwiają przeprowadzenie oceny technologii m.in. w sposób wymierny. Głównie są używane w przypadku chęci uzyskania dokładnych danych na temat opłacalności, efektywności bądź wydajności badanej technologii.
- *Strukturalizujące* (np. analizy: łańcuchów procesowych; wejścia wyjścia; przepływów; oddziaływań na środowisko oraz ekobilansowanie) – systemowe interpretowanie zasadniczych sprzężeń oraz korelacji powstających w wewnętrznej strukturze danej technologii oraz pomiędzy technologią wraz z wyszczególnionym otoczeniem na każdym etapie życia produktu (rozwój, popularyzacja, skomercjalizowanie, spopularyzowanie, gaśnięcie oraz wyjście z obiegu/recykling/wyparcie),
- *Ewaluacyjne* (np. analizy: dyskursu; kosztów-korzyści; istotności; opłacalności oraz metody ekspertowe i drzewo wartości) - umożliwiają złączenie działania technologii z otoczeniem zewnętrznym oraz włączają w ocenę środowisko i społeczeństwo.
- *Zorientowane technologicznie* (np. metody: analizy preferencji wyrażonych; rekonstrukcji preferencji implikowanych; ujawnionych oraz szacownie ryzyka oraz ustalanie wartości progowych) – analizy probabilistyczne oraz deterministyczne umożliwiają ustalenie wartości możliwości pojawienia się szkód oraz ocenę ich wielkości. Ponadto określają margines ryzyka, którego nie powinno się przejść.
- *Zapożyczenia z mikro- oraz makroekonomii* (np. metody wskaźnikowe; analiza marginalna) – zasadniczy cel to optymalizacja bezpieczeństwa przy eksploataowaniu technologii.

²⁹⁸ Chyba Z., Porównanie wybranych metod oceny i selekcji technologii, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie, z 93, nr kol. 1957, 2016, s. 73-84.

²⁹⁹ Buczacki A., Metody oceny technologii [w:] Wirkus M., Lis A. (red.), Zarządzanie projektami badawczo-rozwojowymi, Wyd. Difin, Warszawa 2012, s.

³⁰⁰ Michalski K., Przegląd metod i procedur wykorzystywanych w ocenie technologii, Studia BAS, nr 3(43), s. 55-86.

- *Systematyczne metody bilansowe (np. metody planistyczne oraz analizy: korzyści i ryzyka; kosztów – korzyści)* - przeznaczone są do obopólnego porównania oraz pokazania korelacji pomiędzy korzyściami, kosztami oraz ryzykiem, jak również są podparciem w procesie decyzyjny połączonym z eksploataowaniem technologii.

Powyżej opisane metod wykorzystywane są również w dziedzinach pokrewnych. W literaturze kierunkowej ³⁰¹ wyróżnionych jest wiele podziałów technologii uwzględniających ich obszar zastosowania oraz poziom przydatności. W obszarze nauk o zarządzaniu widoczne jest, iż kluczowy jest podział technologii w ujęciu przedsiębiorstwa, gdyż istotne jest ustalenie jak technologia wpływa na wybrane aspekty przedsiębiorstwa/organizacji (np. stopień realizacji strategii, ocena pozycji konkurencyjności itd.). W jednostkach tych zazwyczaj stosowany jest wachlarz różnych technologii, które nazywane są zbiorem technologicznym³⁰². W zbiorze technologicznym nazywanym również portfelem technologicznym można wyróżnić pewne zbiory technologii, w których za kryterium podziału można przyjąć obszar i istotność oraz uwzględnić inne założenia: fazę rozwinięcia technologicznego, stopień cyklu życia technologii, a także stopień konkurencyjności np. przedsiębiorstwa. Uwzględniając to, iż niniejsza dysertacja koncentruje się na ocenie pojedynczej innowacyjnej technologii elektrycznej, obszar odnoszący się do oceny zbioru technologicznego nie będzie szerzej opisywany.

Nawiązując do powyższego, w celu określenia najprostszego podziału metod pojedynczych technologii wyszczególnić można ujęcie jakościowe i ilościowe w następującej formie:

- jakościowe – np. ocena opisowa; listy pytań kontrolnych, metoda planowania rozwoju technologii oraz opinie ekspertów,
- ilościowe – np. efekty wymierne ekonomicznie (pieniężne) oraz efekty niewymierne ekonomicznie (niepieniężne).

Metody jakościowe - zasadniczo w metodach jakościowych³⁰³ stosuje się kryteria opisowe. Do najprostszej w użyciu można zaliczyć metodę listy pytań kontrolnych, która cechuje się prostotą i łatwością w użyciu, ponadto metodę tą można zastosować na każdym etapie życia produktu/technologii. Pomimo kilku aspektów pozytywnych, metoda ta posiada widoczne

³⁰¹ Michalski K., *Przegląd metod*, op. cit., s. 55-86.

³⁰² Romanowska M., Giereszewska G., *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, Wyd. PWN, Warszawa 2001, s. 87-112; Stabryła A., *Zarządzanie strategiczne w teorii i praktyce*, Wyd. PWN, Warszawa 2000, s. 114 -134.

³⁰³ Jemielniak D., Czym są badania jakościowe? [w:] Jemielniak D (red.), *Badania jakościowe: Podejścia i teorie*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2012; Flick U., *Projektowanie badania jakościowego*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2012; Silverman D., *Prowadzenie badań jakościowych*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2008.

mankamenty m.in.³⁰⁴: nazbyt ramowa forma (szczegółowe opracowanie listy wiąże się ze żmudnym, czasochłonnym procesem), otrzymane wyniki są subiektywne, odzwierciedlając tym samym wiedzę oraz doświadczenie eksploratora. Dodatkowo niestaranne opracowanie zestawu pytań doprowadza do niepoprawnych wyników badań³⁰⁵. Do bardziej zaawansowanych metod jakościowych można zaliczyć np. metodę planowania rozwoju. Metoda ta potrzebuje stosunkowo większego zaangażowania oraz wiedzy od oceniającego przykład, może stanowić np. technology roadmapping³⁰⁶. Metoda ta wymaga od badacza bogatej specjalistycznej wiedzy oraz stosownych środków finansowych. Technology roadmapping można zastosować również na poziomie działań badawczo – rozwojowych. Dość mocno rozpowszechniona oraz nierzadko używana i uwzględniona w tym podziale jest metoda delficka³⁰⁷, która bazuje na kwestionariuszu stworzonym przez grupę ekspertów. Ten rodzaj badania stosuje się zasadniczo w prognozowaniu technologicznym, jak również do wskazania socjologicznego progressu połączonego z postępem technologii. Do istotnych zalet tej metody można zaliczyć m.in.: zoptymalizowanie rozpoznania oraz udzielenie pierwszeństwa czynnościom koniecznym do rozwoju danej technologii, jak również umożliwienie określenia opinii ekspertów na temat czynności, których nie można zmierzyć bezpośrednio poprzez zastosowanie typowych metod (np. metody statystycznej). Konstrukcja tej metody umożliwia zagwarantowanie korzyści z agregowania oraz wymiany ocen oraz wzajemne uczenie się ankietowanych wraz z eliminacją niepotrzebnego wpływu innych uczestników na badanego. *Metody ilościowe*³⁰⁸ – spośród tych metod można wyłonić dwie kluczowe grupy. W skład pierwszej grupy wchodzi metody, które kładą jedynie nacisk na efekty wymierne ekonomicznie (pieniężne) opierając się na wejściowych danych finansowych. Tą grupę stanowią głównie metody współczynnikowe oraz inwestycyjne, których zasadniczym ograniczeniem jest użycie wyłącznie w technologiach będących na poziomie wdrożenia. Za zaletę metod z tej grupy można uznać dość niską pracochłonność podczas jej stosowania.

³⁰⁴ Parfitt M.K., Sanvido V.E., *Checklist of critical success factors for building projects*, Journal of Management in Engineering, 9 (3), 1993, pp 243 – 249.

³⁰⁵ Trojanowski M., Marketing bezpośredni. Koncepcja – zarządzanie – instrumenty, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2010, s. 61-74.

³⁰⁶ Nad tematyką tego obszaru koncentruje się w swojej pracy dr hab. inż. Katarzyna Halicka, patrz: Halicka K., Zarządzanie technologiami z wykorzystaniem metody technology roadmapping, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie, z. 73, 2014, s. 211 -223.

³⁰⁷ Cieślak M., Prognozowanie gospodarcze: metody i zastosowanie, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2001.

³⁰⁸ Roessner D., *Quantitative and qualitative methods in the evaluation of research*, Research Evaluation, vol 8, no. 2, August 2000, pp. 125 -132; Cetron M. J., Matrino J., Roepcke L., The Selection of R&D Program Content – Survey of Quantitative Methods, IEEE Transactions on Engineering Management, vol. em 14, no. 1., march 1967, pp 4 -13.

Do składu drugiej grupy metod ilościowych powinno się zakwalifikować te, które uwzględniają podczas przebiegu oceny dodatkowo efekty niewymierne ekonomicznie (niepieniężne). W tej grupie można wyszczególnić metody punktacji mieszanej. Metodę tą można użyć podczas przebiegu oceny nowych technologii oraz na każdym etapie okresu życia danej technologii. Należy wyszczególnić, iż metoda ta potrzebuje niejednorodnych danych procesu m.in. finansowych oraz umiarkowanego nakładu sił w celu jej przeprowadzenia. Do oceny technologii również można zastosować metody matematyczne, które służą do oceny nowych technologii, lecz można je tylko użyć na poziomie implementacji. Szacowany stopień pracochłonności w tej metodzie jest umiarkowany.

W celu przeprowadzenia dokładnej eksploracji poszczególnych metod, które można zastosować do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej, przeprowadzono przegląd literatury przedmiotu³⁰⁹ mający na celu umożliwienie dokonania rzetelnej analizy wyszczególnionych metod zaprezentowanych w *Tabela 2.6*.

Tabela 2.6. Analiza wyszczególnionych metod oceny technologii

Nazwa metody	Forma danych	Postępowość technologii	Stopień rozwoju technologii	Integralność z celami otoczenia	Sposobność uczenia się	Wysilek odnoszący się do użycia
Metody współczynnikowe	Głównie finansowe	Każda technologia	Etap wdrożenia	Niska	Niska	Niski
Metody inwestycyjne	Finansowe	Poznana technologia	Etap wdrożenia	Średnia	Niska	Niski/Średni
Metody punktacji mieszanej	Finansowe, inne	Nowa technologia	Każdy etap	Średnia	Niska	Średni
Metody matematyczne	Finansowe, inne	Nowa technologia	Etap wdrożenia	Niska	Średnia	Średni/Wysoki
Metody listy kontrolnej	Pytania kontrolne	Każda technologia	Każdy etap	Średnia	Niska	Niski
Metoda delficka	Ankieta	Każda technologia	Każdy etap	Wysoka	Niska	Średni/Wysoki

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Buczacki A., *Ocena technologii w praktyce biznesowej przedsiębiorstwa usługowego*, PARP; Tidd J., Bessant J., *Zarządzanie innowacjami. Integracja zmian technologicznych rynkowych i organizacyjnych*, Wydawnictwo Wolters Kluwer, Warszawa 2011.

³⁰⁹ Analiza wybranych metod oparta na przeglądzie następującej literatury przedmiotu: Tran T. A., *Review of Methods and Tools Applied in Technology Assessment Literature* [in:] Kocaoglu D. F., Anderson T. R., Daim T. U. (eds.) *Proceedings Management of Converging Technologies*, Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Portland (Oh) 2007, pp 1651 – 1660; Tran T. A., Daim T. U., A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 75 (9), 2008, pp 1396 – 1405; Porter A. L. et. al., *A guidebook for technology assessment of new technology for the manufacturing enterprise*, North Holland, New York 1980; Stasik A., *Jak prowadzić partycypacyjną ocenę technologii? Przegląd metod i technik*, *Studia BAS*, nr 3(43), 2015, s. 87 – 111; Michalski K., *Przegląd metod i procedur wykorzystywanych w ocenie technologii*, *Studia BAS*, nr 3(43), s. 55-86.

Wybrane metody do oceny technologii, przedstawione w Tabeli 2.6, można zastosować do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej, aczkolwiek po przeprowadzeniu rzetelnej analizy można zauważyć, że widoczne są ograniczenia we wszystkich wyszczególnionych metodach oraz są one niezdolne do całkowitego zawarcia swoistości tego rodzaju technologii (widoczne jest ograniczenie m.in. na stopniu rozwoju technologii, pewne metody stosuje się na etapie wyłącznie wdrożenia, natomiast inne można zastosować do wszystkich stopni). Ponadto wyszczególnione zbiory metod są integralne z celami otoczenia w małym stopniu, charakteryzuje je niski stopień perspektywy uczenia się, a zastosowanie ich jest pracochłonne. Powyższe metody posiadają mankamenty na skutek czego, uzyskane wyniki za ich pomocą mogą być niedostateczne, prezentując przy tym spłyconą ocenę działania innowacyjnej technologii elektrycznej. Prawdopodobnie stosowne będzie użycie tych metod w przypadku chęci pozyskania podstawowych informacji o konkretnej innowacyjnej technologii elektrycznej (identyfikacja oraz podstawowa ocena), niezawierających jej wieloaspektowości i nowych zastosowań. Wymienione metody tylko na nieznacznym poziomie umożliwiają przeanalizowanie wpływu oddziaływania innowacyjnej technologii elektrycznej na poszczególne wymiary oraz aspekty zrównoważonego rozwoju, jak również określenie stopnia realizacji wybranych Celów Agendy 2030.

W celu pełniejszego rekonesansu dostępnych metod służących do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej należy nadmienić o m.in.: benchmarkingu (opieranie się na wzorowych rozwiązaniach wdrożonych np. w innych przedsiębiorstwach/organizacjach) oraz analizie SWOT³¹⁰ (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*, porządkowanie informacji oraz analizy według systemu: mocnych stron, słabych stron, szans, zagrożeń; otoczenia zewnętrznego i wewnętrznego). Metody te są powszechnie stosowane, aczkolwiek dają ogólne informacje, które mogą posłużyć do dalszych badań oraz eksploracji. Dostępne są również rozmaite narzędzia statystyczne, które można wykorzystać do oceny nadmienionej technologii, jak m.in. prognozowanie eksploracyjne umożliwiające przygotowanie różnych scenariuszy postępu wraz z ich analizą w kilku wariantach. Oprócz powyższych najbardziej rozpowszechnione są również m.in. następujące metody: metody heurystyczne (np. burza mózgów), badania eksperckie oraz scenariuszowe, analizy wewnętrzne³¹¹.

³¹⁰ Kalinowska B., Uryszek., *Zasady komercjalizacji i finansowania innowacyjnych rozwiązań* [w:] Markiewicz D. (red.) *Komercjalizacja wyników badań naukowych krok po kroku*, Centrum Transferu Technologii Politechnika Krakowska, Kraków 2009.

³¹¹ Szerzej odnośnie nadmienionych zagadnień w książce, Durlik I., Santarek K., *Inżynieria zarządzania III. Naukowe, techniczne i inwestycyjne przygotowanie wyrobów wysokiej techniki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2015.

Do bardziej ukierunkowanych oraz zaawansowanych narzędzi przeznaczonych do analizy oraz oceny technologii zakwalifikować można m.in.³¹²:

- Model Akceptacji Technologii (*Technology Acceptance Model* – TAM),
- Wywiad technologiczny (*Quick Technology Intelligence Processes* - QTIP),
- Ocena technologii (*Technology assessment* - TA),
- Foresight technologiczny,
- Prognozowanie technologiczne.

Model Akceptacji Technologii – umożliwi potencjalnym odbiorcom nowej technologii wyeksponowanie wielu czynników rzutujących na decyzję o jej zastosowaniu. W metodzie tej wyróżnia się dwie kluczowe cechy postrzegane jako użyteczności *perceived usefulness* oraz postrzegane jako łatwe w użyciu *perceived easy of use*³¹³. Przez użyteczność rozumie się poziom przekonania odbiorcy, iż użytkowanie konkretnej technologii podwyższy efektywność pracy³¹⁴ (użyteczność ogrywa najważniejszą rolę w tym modelu), natomiast przez łatwość użytkowania rozumie się poziom przekonania odbiorcy, iż użytkowanie konkretnego systemu będzie proste³¹⁵. Pomimo tego, iż jedna cecha jest istotniejsza to obie rzutują na postępowanie osób oraz ustosunkowanie się do danej technologii. W konsekwencji odczucia wpływają na postawę odbiorcy, co może przełożyć się na możliwości użytkowania danej technologii.

*Wywiad technologiczny (QTIP)*³¹⁶ - identyfikacja możliwości oraz zagrożeń związanych z implementacją technologii, które mogą rzutować na jej postęp w przyszłości³¹⁷. Istotą tego wywiadu jest zbiór oraz spopularyzowanie informacji technologicznych w okresie planowania strategicznego. QTIP to narzędzie przydatne szczególnie do określenia predykcji kierunku postępu technologii, szczególnie w erze jej krótszego okresu życia.

Ocena technologii (Technology assessment - TA) - foresight technologiczny oraz prognozowanie technologiczne są obszernie i dogłębnie³¹⁸ zaprezentowane w literaturze kierunkowej, polskiej oraz zagranicznej, a ich zdaniem zasadniczym jest prognozowanie

³¹² Karczewska M., Materzok J., Skonieczny J., *Współczesne Narzędzia.*, op. cit., s. 454-462.

³¹³ Venkatesh V., Davis F. D., *A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies*, Management Science, vol. 46 (2), 2000, pp. 186 – 204.

³¹⁴ Davids E.D., Bagozzi R. P., Warshaw P. R., *User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models*, Decision Science, vol. 35(8), 1989, pp 982 – 1003.

³¹⁵ Davids E.D., *Perceived usefulness, perceived easy of use and user acceptance of information technology*, MIS Quarterly, vol. 13(3), 1989, pp. 319 -340.

³¹⁶ Kasprzak W.A., Pelc K.I.: Strategie innowacyjne i techniczne. Prognozy. PALMApress, Wrocław, 2008, str. 94.

³¹⁷ Bielińska – Dusza E., *Audyty technologiczne narzędziem oceny potencjału przedsiębiorstwa – wskazania metodologiczne*, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 6/2016 (84), cz. 1, 2016, s. 281 -291.

³¹⁸ Metody szczegółowo opisuje i prezentuje m.in.: Decker M. (ed.), *Interdyscyplinarny in Technology Assessment. Implementation and its Chance and Limit*, Springer, Germany 2010.

i tworzenie wizji przyszłości³¹⁹. W związku z tym, iż założenia w rozprawie doktorskiej koncentrują się głównie na ocenie innowacyjnej technologii w czasie rzeczywistym, odstąpiono od analizy tych metod.

Można więc wnioskować, iż poprzez regularne oraz poprawne wykorzystywanie metod analizy oraz oceny technologii elektrycznej powinno uzyskać się wymierne korzyści, z których do najgłówniejszych zalicza się³²⁰:

- sposobność wskazania prawdopodobnego wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej m.in. na aspekty: ekonomiczne, społeczne, środowiskowe itd.,
- rozpoznanie prawdopodobnych sektorów oraz możliwości rozwoju innowacyjnej technologii elektrycznej,
- minimalizacja ryzyka powiązanego z zastosowaniem innowacyjnej technologii elektrycznej,
- zwrócenie uwagi na istotne aspekty powiązane z użytkowaniem innowacyjnej technologii elektrycznej,
- łatwiejszy dostęp do konsultacji między przedstawicielami wszelkich grup interesu, jak również danie możliwości do stworzenia nici porozumienia między nimi,
- podjęcie racjonalnych decyzji odnoszących się do działań połączonych z innowacyjnymi technologiami elektrycznymi, wsparte rzeczowymi argumentami.

Priorytetem badań analizy i oceny technologii elektrycznej jest zapewnienie racjonalnych przesłanek przy wyborze danej technologii w procesie decyzyjnym. Należy mieć na uwadze to, że dokonany wybór nie zawsze będzie trafny, lecz wykorzystanie sprawdzonych narzędzi w praktyce pomoże w racjonalnym wyborze ograniczając niepewność, która jest obecna przy dokonywaniu wyboru. Instrumenty służące do analizy oraz oceny technologii dają możliwość rozpoznania stref, wskazując stosowny kierunek dalszego postępu oraz używania technologii. Dodatkowo umożliwiają wychwycenie, które przypuszczenia bądź obawy współtowarzyszą podczas podejmowania decyzji o korzystaniu, czy też nie określonej technologii, jak również dostrzeżenia stopnia ryzyka pojawiającego się obok możliwych opcji przy jej wdrożeniu.

³¹⁹ Naarko J., Ejdyś J. (red.), *Metodologia i procedury badawcze w projekcie Foresight Technologiczny*, NT FOR Podlaskie 2020, *Regionalna Strategia Rozwoju Nanotechnologii*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2011.

³²⁰ Karczewska M., Materzok J., Skonieczny J., *Współczesne Narzędzia*, op. cit., s. 454-462.

2.5.2 Najpowszechniejsze wskaźniki do oceny rozwoju

Wskaźnik Produktu Krajowego Brutto (PKB) jest powszechnie używany m.in. przez naukowców, media oraz polityków. Wskaźnik ten jest istotnym narzędziem wykorzystywanym podczas formowania polityki gospodarczej, wykorzystywanym do oceny kondycji gospodarki oraz zestawień z innymi gospodarkami na świecie. PKB mówi o tym, jak duża jest gospodarka, opisując całkowitą wartość dóbr oraz usług wyprodukowanych w danym kraju w określonym przedziale czasu (zazwyczaj okres jednego roku)³²¹. Przy ocenie stosuje się wzorcowy wzór:

$$\text{PKB} = K + I + R + (E - M),$$

gdzie:

K - konsumpcja gospodarstw domowych określa nakłady przedsiębiorstw,

R - wydatki rządowe (na dobra i usługi, nie bierze się pod uwagę emerytur oraz innych świadczeń),

E – M – eksport minus import.

Istnieje możliwość obliczenia wartości PKB trzema sposobami, wybór zależy od celu sumowania tj.: produkcji (dodanie wartości wyprodukowanych dóbr oraz usług zmniejszony o poniesiony wkład), wydatków (dodanie kompletu wydatków na konsumpcję oraz inwestycje, wydatków państwa i bilansu wymiany handlowej) bądź przychodów (dodaniu dochodów z: państwa, zmniejszonych o amortyzację, pracy oraz z kapitału).³²² PKB można również zaprezentować w formie nominalnej (wartość wyprodukowanych dóbr oraz usług w cenach aktualnych) bądź realnej (ceny stałe z roku bazowego).

Należy zaznaczyć, iż przeprowadzenie pomiaru PKB jest coraz bardziej złożone z powodu narastania zawilóści systemu gospodarczego oraz wprowadzania nowych rozwiniętych narzędzi statystycznych. Dla porównania w 1958 r. wytyczne ONZ odnośnie systemów rachunkowych państw *System of National Accounts* składały się z 50 stron. Natomiast w roku 2008 r. normy składały się już z 722 stron. Według Żołądek (2019) z powodu obszaru oraz szczegółowości tematyki PKB występuje problem z pełnym zaznajomieniem się, co pomierzyć i w jaki sposób (problem ten występuje również wśród specjalistów obcujących z tą materią systematycznie)³²³. Pomimo tego, wskaźnik PKB jest nadal kluczowym narzędziem do pomiaru aktywności gospodarczej. Coraz częściej zwraca się uwagę na konstrukcję wskaźnika

³²¹ Żołądek Ł., Nie tylko PKB. Alternatywne wskaźniki rozwoju, Infos, Biuro Analiz Sejmowych, nr 12(265), 2019, s. 2.

³²² W Polsce działa ustawa z dnia 26 października 2000 r. o sposobie obliczania wartości rocznego produktu krajowego brutto, Dz.U. nr 114, poz. 1188.

³²³ Żołądek Ł., Nie tylko PKB. Alternatywne wskaźniki rozwoju, op. cit.

PKB, tym samym wskazując, co może on zmierzyć bądź czego nie może zmierzyć. Jest to istotne, gdyż PKB wpływa na decyzje rządów, mieszkańców, branż pozaprodukcyjnych oraz innych organizacji, gdyż „to, co mierzymy, wpływa na to, co robimy”³²⁴. Dla przykładu, mierzy się produkcję w celu ustalenia kondycji państwa, jeśli występuje wzrost produkcji to oznacza, że państwo wraz ze społeczeństwem odnosi sukces na tym polu. Zaś obszary np. edukacji, stanu zdrowia bądź środowiska naturalnego nie są brane pod uwagę, gdyż PKB zazwyczaj obejmuje produkcję. Procesy produkcyjne zwiększają PKB, lecz mogą również oddziaływać niekorzystnie na społeczeństwo pogarszając tym samym dobrostan (np. wzrost firm ochroniarskich, sprzedaż narzędzi do ochrony, kursy samoobrony itd. działania rzutują na wzrost PKB, wszak oznaczają, że spada komfort oraz bezpieczeństwo społeczne).

Wart podkreślenia jest fakt, który nakreślił minister finansów Nowej Zelandii. Twierdzi on, iż wysokie PKB nie wpływa na polepszenie poziomu życia oraz możliwości życiowych³²⁵. Dlatego też rząd Nowej Zelandii postanowił podnieść wydatki na cele społeczne mające w zamiarze m.in.: zmniejszenie ubóstwa wśród dzieci, wspomaganie niskoemisyjnego oraz zrównoważonego rozwoju gospodarczego, itp.)

W związku z tym, że wskaźnik PKB nie jest kompletny (nie uwzględnia kluczowych czynników wpływających na rozwój), badacze, instytucje międzynarodowe oraz pozarządowe szukają wskaźników, które obejmują to, co wskaźnik PKB pomija. Powstałe alternatywne wskaźniki są inne (kładą nacisk na odmienne tematy dopełniając widok rzeczywistości społeczno-gospodarczej), lecz również nie są komplementarne. Wybrane alternatywne wskaźniki przedstawia *Tabela 2.7*.

³²⁴ Stiglitz J., Beyond GDP, <https://www.project-syndicate.org/commentary/new-metrics-of-wellbeing-not-just-gdp-by-joseph-e-stiglitz-2018-12?barrier=accesspaylog>, datę dostępu [21 października 2019 r.].

³²⁵ Roy E.A., New Zealand's world-first 'wellbeing' budget to focus on poverty and mental health, „The Guardian”, <https://www.theguardian.com/world/2019/may/14/new-zealands-world-first-wellbeing-budget-to-focus-onpoverty-and-mental-health>.

Tabela 2.7. Poszczególne wskaźniki rozwoju społeczno-gospodarczego

Wskaźnik dobrego życia (Better Life Index) 2017		Wskaźnik rozwoju społecznego (Human Development Index) 2017		Wskaźnik kapitału ludzkiego (Human Capital Index) 2018		Wskaźnik szczęśliwej planety (Happy Planet Index) 2016		Światowy wskaźnik szczęścia (World Happiness Report) 2018		Indeks odpowiedzialnego rozwoju 2019	
1.	Norwegia	1.	Norwegia	1.	Singapur	1.	Kostaryka	1.	Finlandia	1.	Szwajcaria
2.	Australia	2.	Szwajcaria	2.	Japonia	2.	Meksyk	2.	Dania	2.	Norwegia
3.	Islandia	3.	Australia	3.	Korea Płd.	3.	Kolumbia	3.	Norwegia	3.	Szwecja
4.	Kanada	4.	Irlandia	4.	Hongkong	4.	Vanuatu	4.	Islandia	4.	Austria
5.	Dania	5.	Niemcy	5.	Finlandia	5.	Wietnam	5.	Holandia	5.	Dania
27.	Polska	33.	Polska	30.	Polska	62.	Polska	42.	Polska	29.	Polska

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Żołądek Ł., *Nie tylko PKB. Alternatywne wskaźniki rozwoju*, Infos, Biuro Analiz Sejmowych, nr 12(265), 2019, s. 3.

Charakterystyka poszczególnych mierników rozwoju społeczno-gospodarczego^{326,327,328,329,330,331,332}.

- Miernik dobrego życia *Better Life Index* – powstał w roku 2011, wykorzystywany przez OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*) - Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju. Wskaźnik składa się z jedenastu czynników, jak: warunki mieszkaniowe (np. koszty na mieszkanie); dochód (np. dobra zaliczające do gospodarstwa domowego); rynek pracy (np. wysokość wpływów za pracę); powiązania społeczne (np. liczba osób, które mogą skorzystać z pomocy innych w trudnych sytuacjach życiowych); kształcenie (np. średnia liczba lat nauczania szkolnego); środowisko naturalne (np. stan powietrza i wód); działalność społeczna (np. frekwencja na wyborach); zdrowie (stan zdrowia społeczeństwa); satysfakcja z życia (np. udział procentowy osób oświadczających zadowolenie ze swoich warunków życiowych); bezpieczeństwo (np. wskaźnik zabójstw); harmonia pomiędzy pracą a życiem osobistym (np. udziałowy procentowy osób pracujących więcej niż 50 godzin na tydzień).

³²⁶ OECD.Stat, Better Life Index, <https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=BLI>.

³²⁷ United Nations Development Programme, Human Development Index (HDI), <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>.

³²⁸ The Human Capital Project. Brief, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30498>.

³²⁹ Happy Planet Index, <http://happyplanetindex.org>.

³³⁰ Happiness: towards a holistic approach to development, [https://unstats.un.org/unsd/broaderprogress/pdf/Happiness%20towards%20a%20holistic%20approach%20t%20development%20\(A-67-697\).pdf](https://unstats.un.org/unsd/broaderprogress/pdf/Happiness%20towards%20a%20holistic%20approach%20t%20development%20(A-67-697).pdf).

³³¹ Indeks Odpowiedzialnego Rozwoju. PKB to za mało..., http://pie.net.pl/wp-content/uploads/2019/02/PIE-Indeks_Odpowiedzialnego_Rozwoju.pdf.

³³² Żołądek Ł., *Nie tylko PKB. Alternatywne wskaźniki rozwoju*, op. cit.

- Miernik rozwoju społecznego *Human Development Index, HDI* - powstał w roku 1990, wykorzystywany przez *United Nations Development Programme*, czyli Program Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju, agenda ONZ. Wskaźnik składa się z trzech wymiarów: długości oraz zdrowego życia, wiedzy i właściwego poziomu życia. Wybrane wymiary ocenia się za pomocą trzech współczynników cząstkowych i są to: współczynnik prognozowanej długości życia; współczynnik kształcenia (prognozowana liczba lat nauczania szkolnego dla dzieci zaczynających naukę oraz średnia liczba lat nauczania szkolnego); współczynnik dochodu narodowego obliczany na podstawie parytetu siły nabywczej.
- Miernik kapitału ludzkiego *Human Capital Index* – utworzony oraz wykorzystywany przez Bank Światowy. Kluczowym przeznaczeniem tego wskaźnika jest wskazanie, w którym kraju występują najlepsze warunki umożliwiające maksymalne wykorzystanie możliwości mieszkańców. Wskaźnik składa się z trzech wymiarów: przeżywalność (ile procent dzieci przeżyje do 5 roku życia); kształcenia (wskaźnik złożony z prognozowanej liczby lat nauczania szkolnego oraz wyniki ujednoliconych egzaminów); zdrowie (wskaźnik złożony z liczby osób dożywających określonego wieku tj. ile procent dorosłych po ukończeniu 15 lat dożyje do 60 roku życia oraz właściwy rozwój dzieci mówiący, ile procent dzieci poniżej 5 roku życia styka się z problemem ze wstrzymaniem wzrostu).
- Miernik szczęśliwej planety *Happy Planet Index* - powstał w roku 2006, utworzony przez *New Economics Foundation*, Fundacja Nowej Ekonomii. Wskaźnik zawiera trzy komponenty: oświadczenia ankietowanych nt. satysfakcji ze swoich warunków życiowych, prognozowaną długość życia i ślad ekologiczny. Ostatni komponent cechuje się dużą istotnością oraz innością od wskaźnika PKB oraz większości pozostałych alternatywnych mierników. Ślad ekologiczny umożliwia ocenę stopnia zużycia zasobów naturalnych w związku z szansą na ich odbudowę. Budowa wskaźnika gratyfikuje kraje o niskiej konsumpcji zasobów naturalnych, natomiast głównym beneficjentem szczęścia jest Ziemia.
- Światowy miernik szczęścia *World Happiness Report* – wskaźnik powstał na skutek uchwały Zgromadzenia Ogólnego ONZ. Zadaniem wskaźnika jest pomiar szczęścia odczuwalnego przez mieszkańców. Co roku ONZ zleca stworzenie raportu *World Happiness Report*, który publikowany jest pod egidą ONZ. Generalnie łączna ocena obejmuje oświadczenia ankietowanych odnośnie satysfakcji z życia oraz zbiór szczęściu

zmiennych. Wspomniany zbiór składa się z: rzeczywistego PKB per capita, bezpieczeństwa społecznego, spodziewanej długości życia w zdrowiu, swobody w wyborach osobistych, gotowość do wsparcia oraz rozmiaru korupcji.

- Indeks odpowiedzialnego rozwoju – miernik utworzony przez Polski Instytut Ekonomiczny. Wskaźnik składa się z trzech wymiarów: współczesnego dobrobytu (złożonego z współczynnika konsumpcji per capita oraz odwróconego współczynnika Giniego – wskaźnik dysproporcji dochodowych); możliwości kreowania dobrobytu w przyszłości (działania innowacyjne tj. badania i rozwój przeznaczone na osobę, nakłady na edukację doktorantów per capita oraz ilość przydzielonych znaków handlowych); dobrostanu nie związanego z płacą (zdrowie miernik - spodziewana długość życia, bezpieczeństwo – odwrócony miernik celowych zabójstw, środowisko – miernik czystości powietrza).

Do mniej rozpowszechnionych wskaźników można zaliczyć miernik szczęścia krajowego brutto *Gross National Happiness*³³³ oraz miernik krajowego dobrostanu *National Well-being*³³⁴.

- Miernik szczęścia krajowego brutto *Gross National Happiness* - składa się z czterech wymiarów: zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego; umiejętnego rządzenia, dbałości o środowisko naturalne oraz ochrony i rozwoju kultury. Wskaźnik używany jest w Królestwie Bhutanu, które w 2008 r. wprowadziło zarządzenie mówiące o tym, że państwo zobligowane jest do utworzenia warunków torujących drogę w kierunku szczęścia krajowego brutto³³⁵.
- Miernik krajowego dobrostanu *National Well-being*³³⁶ - składa się z dziesięciu wymiarów, a każdy z nich stanowi odrębną wartość zmiennych (wymiar nie sumują się do jednej liczby), mierzonych w oparciu o informacje oraz oświadczenia. W skład miernika wchodzi: własny dobrostan; relacje społeczne; zdrowie; praca oraz odpoczynek; lokal oraz sąsiedztwo; dobra oraz dochód; kształcenie oraz kapitał publiczny; przywództwo oraz instytucje; informacje makroekonomiczne; środowisko naturalne.

³³³ Gross National Happiness Commission, <https://www.gnhc.gov.bt/en>.

³³⁴ Well-being, <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/wellbeing>.

³³⁵ The Constitution of the Kingdom of Bhutan, <https://www.nationalcouncil.bt/assets/uploads/files/Constitution%20of%20Bhutan%20English.pdf>.

³³⁶ Well-being, op. cit.

Opisane wskaźniki alternatywne posiadają jeden wspólny mianownik - dobrostan, poza tym różnią się od siebie pod względem stawianych celów oraz przeznaczenia, w związku z tym, można wyróżnić najistotniejsze różnice³³⁷:

- przekrojowe uchwycenie uwarunkowań społeczno-gospodarczych,
- mierzenie wybranych zagadnień,
- koncentracja na czynnikach społecznych (np. bezpieczeństwo)
- zwrócenie uwagi na czynniki ekologiczne (np. *zielony PKB* wskaźnik, który pomniejsza wartość PKB o straty klimatyczne).

Pomimo tego, iż powyższe mierniki koncentrują się np.: na czynnikach ekologicznych, gospodarczo-społecznych czy dobrostanie, nie zyskały ogólnoświatowej aprobaty przez społeczeństwo. Natomiast zrównoważony rozwój został przyjęty przez ogół światowego społeczeństwa wraz z Polską.

2.5.3 Ocena przeglądu wybranych metod i wskaźników oceny technologii

Na podstawie przeprowadzonej analizy przeglądu metod oceny technologii stwierdza się, iż każda z nich jest nieodpowiednia do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej, gdyż charakteryzuje się ona swoistością, wieloaspektowością oraz nowymi cechami. W dostępnych metodach, modelach oceny technologii widoczna jest natomiast głównie tendencja eksploracji aspektów technicznych oraz ekonomicznych, jak również jednoznaczna dominacja tworzonych ocen, nieobejmujących wieloaspektowości stosownych do oceny wpływu na zrównoważenie.

W związku z powyższym nie odnaleziono w literaturze przedmiotu metody przeznaczonej do oceny, w czasie rzeczywistym, uwarunkowań w ujęciu całościowym innowacyjnej technologii elektrycznej oraz jej wpływu na realizację zrównoważonego rozwoju wraz z wybranymi celami, które zostały ustalone i przyjęte w Agendzie 2030 wraz z atrybutami innowacji, która prowadzi do zrównoważonego rozwoju organizacji.

³³⁷ Żołądek Ł., Nie tylko PKB. Alternatywne wskaźniki rozwoju, op. cit.

2.6 Określenie, szeregowanie, dobór wskaźnika zrównoważonego rozwoju^{338,339,340}

2.6.1 Określenie wskaźnika zrównoważonego rozwoju

Głównym instrumentem do obserwacji idei zrównoważonego rozwoju, który ukazuje w sposób mierzalny założenia powyższej koncepcji jest wskaźnik zrównoważonego rozwoju. Daje on możliwość odwzorowania statystycznego obrazu (np. państwa, przedsiębiorstwa), spoglądając z perspektywy wprowadzania w życie nowego modelu rozwoju. W literaturze przedmiotu nie występują ogólnie przyjęte definicje „wskaźnika”, dlatego autor pracy będzie używał również pojęcia „miernik”, gdyż terminy te są zazwyczaj stosowane wymiennie. Wskaźniki charakteryzują się porównywalnością, która jest ich najistotniejszą wartością (w przeciwieństwie od cech przedstawionych zwykle wartościami bezwzględnymi). Struktura ta daje możliwość ustalenia punktu danego obiektu/państwa w porównaniu do innych obiektów/państw. Tak, więc w tym ujęciu wskaźnik to funkcja z jednej bądź kilku cech, która zazwyczaj jest obecna w postaci „miary natężenia”, dla przykładu PKB, przypadającą na jedną osobę (miernik jako funkcja PKB, per capita i jest to „cecha 1”, natomiast liczba populacji jest „cechą 2”). Innym przykładem jest np. emisja dwutlenku węgla/km (miernik jako funkcja emisji dwutlenku węgla „cecha 1” i obszar „cecha 2”).

2.6.2 Wybór wskaźników oraz ich szeregowanie

Główną zasadą przy tworzeniu grup mierników zrównoważonego rozwoju jest wielorakiego rodzaju konkretyzacja tej idei, którą przeprowadza się ze względu na konieczność nadzorowania wykonania wielu dokumentów strategicznych (np. planów, działań) sporządzanych na stopniu, krajowym, regionalnym oraz lokalnym oraz Unii Europejskiej, jako ogółu przez oznaczenie dla wszelkiego stopnia ustalonego oraz właściwych sprecyzowanych zbiorów wskaźników.

Istnieje możliwość przedstawienia mierników zrównoważonego rozwoju w kształcie trójkąta z trzy stopniową fragmentacją, gdzie każdy z fragmentów trójkąta posiada określoną hierarchię, co przedstawia *Rysunek 2.5*. Każdy z fragmentów trójkąta podlega klasyfikacji od najważniejszego do najmniej ważnego.

³³⁸ Rozdział oparty na opracowaniu: Urząd Statystyczny w Katowicach Śląski Ośrodek Badań Regionalnych, Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski 2015, ISBN 978-83-89641-54-0, Katowice 2015.

³³⁹ Rozdział oparty na opracowaniu: Urząd Statystyczny w Katowicach Śląski Ośrodek Badań Regionalnych, Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski 2011, ISBN 978-83-89641-04-5, Katowice 2011.

³⁴⁰ Rozdział oparty na opracowaniu: Wskaźniki Zrównoważonego Rozwoju – SDI, https://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/Wskazniki_SDI.pdf.



Rysunek 2.5. Przykładowa klasyfikacja wskaźników zrównoważonego rozwoju z uwzględnieniem fragmentacji trzy stopniowej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Wskaźniki Zrównoważonego Rozwoju – SDI, https://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/Wskazniki_SD1.pdf.

Pierwszy fragment trójkąta – znajduje się na czubku, występuje w nim 11 mierników przewodnich zwanych *Headline Indicators*. Ich zadaniem jest kontrolowanie ogólnych celów połączonych z zasadniczymi wyzwaniem Strategii Zrównoważonego Rozwoju.

Drugi fragment trójkąta - zawiera 31 mierników odnoszących się do celów operacyjnych *Operational indicators*.

Trzeci fragment trójkąta – mieści 84 wskaźników nakreślających postępowania *Explanatory indicators* uczestniczące w doprecyzowaniu mierników wiodących.

Do zbioru mierników zrównoważonego rozwoju zalicza się także zespół mierników kontekstowych *Contextual indicators*, które nie mają bezpośredniego wpływu na kontrolę celów strategii, lecz są cennym źródłem informacji z odrębnych obszarów.

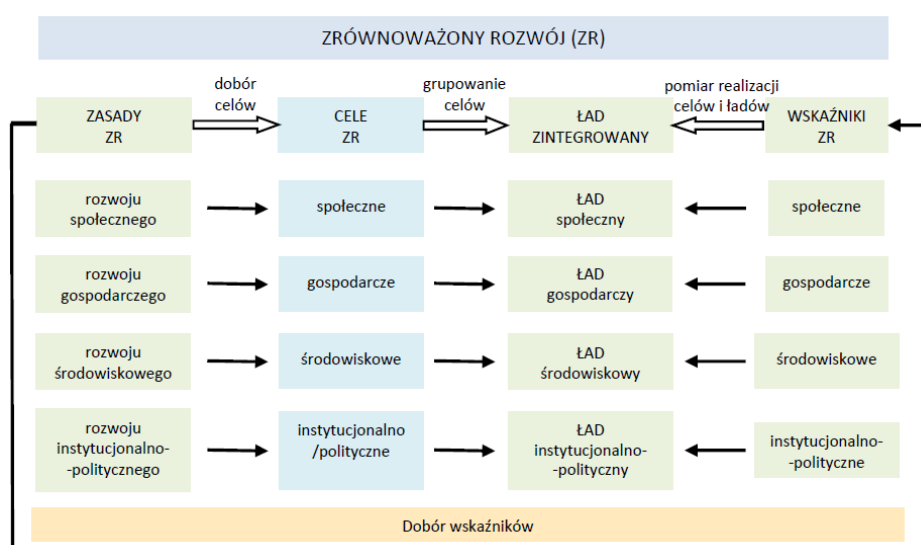
W celu rozpoznania progresu w idei zrównoważonego rozwój konieczne jest ustalenie celu pomiaru (czyli co chcemy zmierzyć tj., który element idei rozwoju będzie sednem mierzenia). Umożliwia to uzyskanie odpowiedzi na ile i w jakim stanie współczesna statystyka będzie mogła pomóc w konstruowaniu logicznego systemu kontrolującego postępy bądź regres. Ujęcie sprawy w ten sposób wskazuje podstawy systemu kontrolującego, które tworzą sprecyzowany nowy wzorzec rozwoju przez identyfikację:

- norm rozwoju, tworzących „filtrów” kluczowych do wyboru mierników,
- celów jako korzystnych form końcowych rozwoju, przedstawionych w rozmaitych dokumentach strategicznych,
- łańcuchów: gospodarczego, instytucjonalno-politycznego, społecznego oraz środowiskowego.

Normy zrównoważonego rozwoju to kluczowe narzędzie w weryfikacji sprawdzenia czy założenia dotyczące wypełnienia koncepcji rozwoju w zakresie działań (np. planu) są jednakowe z założeniami nadmienionej koncepcji. Kluczową filozofią niewątpliwie jest reguła sprawiedliwości międzypokoleniowej, mówiąca m.in. o tym, iż obecne pokolenia nie umożliwią korzystania z wszelkich dóbr pochodzących z natury przyszłym pokoleniom³⁴¹. Wyjątkową wagę w celu utrzymania właściwego poziomu tej reguły odgrywają zasady uznane w:

- Rio de Janeiro, Karta Ziemi – 27 reguł,
- Unii Europejskiej - 7 kluczowych reguł,
- Polsce, polityka ekologiczna państwa – 12 reguł,
- Deklaracji Johannesburgskiej.

Następne stopnie konkretyzacji idei rozwoju zrównoważonego nadające się do pomiaru miernikowego posiadają formę wzorców do wyniku, którego zrównoważone zmiany rozwojowe dążą. Odnosi się to także do typu łańdów oraz celów rozwoju, które posiadają obopólne więzi między nimi. Zasadnicze typy podstawowych powiązań pomiaru rozwoju zrównoważonego przedstawia *Rysunek 2.6*.



Rysunek 2.6. Wzorzec struktury i szeregowania wskaźników rozwoju zrównoważonego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Urząd Statystyczny w Katowicach Śląski Ośrodek Badań Regionalnych, Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski 2015, ISBN 978-83-89641-54-0, Katowice 2015. s.48.

³⁴¹ Raport Komisji dla Światowej Konferencji ds. Środowiska i Rozwoju (WCED) „Our Common Future”, United Nation, New York 1987, s.47.

Znajdujący się na *Rysunek 2.6* typ ładu zintegrowanego jest zasadniczym pojęciem powiązanym z rozwojem zrównoważonym, co w bardzo uproszczonym zarysie znaczy składowe (niesprzeczne), równoczesne tworzenie poniżej wymienionych ładów:

- społecznego,
- ekonomicznego,
- środowiskowego,
- instytucjonalno-politycznego.

Powyższe łądy powinny być podparte przynajmniej nieznacznym, antropocentrycznym systemem wartości (łączenie zdarzeń społecznych, ekonomicznych oraz środowiskowych wspierając się ładem w obszarze moralności oraz etyki). Spójności ładów dokonuje się przez ochronę następujących kapitałów: ekologicznego, społecznego, antropogenicznego (m.in. kapitał ekonomiczny, kulturowy, wytworzony przez społeczeństwo). Konstrukcyjny fundament formowania ładu zharmonizowanego kreuje system celów strategicznych o postaci społecznej, gospodarczej, środowiskowej oraz instytucjonalno-politycznej. W celu potwierdzenia postępu w określonym przedziale czasowym wykorzystuje się mierniki zrównoważonego rozwoju. Istotne jest, aby przy wyborze mierników zrównoważonego rozwoju, w miarę sposobności scalać łądy przez mierniki ustosunkowujące się nie tylko do jednego ładu.

2.6.3 Dobór wskaźników zrównoważonego rozwoju

W czasie selekcji mierników w ramach odrębnych ładów oraz dziedzin należy sugerować się poniższymi wymogami:

- występowanie mierników na liście przeznaczonej do ich monitorowania,
- porównywalności,
- osiągalnych danych,
- rzetelnych źródeł danych.

Ponadto spośród wielu kryteriów poprawności miernika zrównoważonego rozwoju trzeba wyszczególnić najważniejsze, to jest:

- niezbędne istnienie i dowiedzenie powiązania merytorycznego z obrazowanym elementem zrównoważonego rozwoju przez udzielenie niedwuznaczej odpowiedzi na następujące pytanie: czy faktycznie ustalony miernik przedstawia sedno koncepcji zrównoważonego rozwoju, czyli jaki rzeczywisty ład (np. społeczny) oraz którą faktycznie dziedzinę (np. zmiany klimatyczne). Ponadto, którą normę oraz cel rozwoju miernik obrazuje?

- prawidłowość formalną, która jest oceniana w oparciu o powszechnie przyjęte zasady poprawności konstrukcji miernika.

2.6.4 Konstrukcja wskaźników zgodnie z łądami

Konstrukcję krajowych wskaźników zrównoważonego rozwoju poszeregowano na cztery łądy. Po wprowadzeniu aktualizacji krajowej listy wskaźników zrównoważonego rozwoju wyszególnionych zostało 25 dziedzin. Obecny wykaz wskaźników złożony jest z 101 mierników wyselekcjonowanych do kontrolowania zrównoważonego rozwoju w Polsce, natomiast poprzedni z 2011 r. składał się z 76 wskaźników. Zestawienie wskaźników zrównoważonego rozwoju z 2011 r. oraz po aktualizacji przedstawiono w załączniku 1.

2.6.5 Zestawienie współczynników i wskaźników w zrównoważonym rozwoju³⁴²

Kluczowym krokiem jest wyłonienie współczynników oraz wskaźników charakteryzujących się stałością oraz funkcjonalnością, które umożliwiają przeprowadzenie pomiarów parametrów systemów środowiskowych oraz procesów społecznych³⁴³. Należy zaznaczyć, że wskaźniki powinny zrealizować założenia wpływające z idei zrównoważonego rozwoju oraz spełniać wymogi statystyczne m.in.³⁴⁴:

- *uniwersalność*, która cechuje się usposobieniem formalnym. W tym kryterium uniwersalność opiera się na wskaźnikach, które charakteryzują się ogólnie przyjętą wagą oraz znaczeniem,
- *porównywalność*, która dowodzi, iż zmienne powinno się wskazać w formie wskaźników natężenia dla przykładu tj. zróżnicowana grupa lokatorów lub inny metraż nie oddziałuje na rezultat analiz benchmarkingowych,
- *zmiennność*, której wskaźniki nie powinny być porównywalne w zestawieniu względem istotności informacji o przedmiotach³⁴⁵,
- *ważność*, gdzie wskaźniki w nieszablonowym ujęciu to „cechy dobre”, czyli wartości o rozkładzie porównywalnym do rozkładu normalnego i co najmniej do rozkładu symetrycznego³⁴⁶. Ponadto właściwości o asymetrii prawostronnej posiadają

³⁴² Čiegis R., Šimanskien L., *The concept of sustainable economic development and indicators assessment*, ISSN 1822-6760. Management theory and studies for rural business and infrastructure development. 2010. Nr. 21 (2).

³⁴³ Čiegis, R., Ramanauskien, J., Startien G., *Theoretical reasoning of the Use of Indicators for Sustainable Development Assessment*, Inżynierin ekonomika. Nr. 3 (63) 2009, s. 3.

³⁴⁴ Z. Hellwig, U. Siedlecka, J. Siedlecki, *Taksonometryczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*, IRiSS, Warszawa 1997, s. 24-28.

³⁴⁵ Por. m.in. M. Sobczyk, *Statystyka*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2000, s. 52-61.

³⁴⁶ Z. Hellwig, U. Siedlecka, J. Siedlecki, *Taksonometryczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*,

funkcjonalne zastosowanie. Wykorzystywane są w koncepcji zrównoważonego rozwoju w wyniku podwyższonej selektywności, co czyni je przydatnymi do wyznaczania najlepszych przedmiotów w odpowiednim zbiorze.

Dobranie właściwych wskaźników w zrównoważonym rozwoju jest istotne w celu wyznaczenia prawidłowego jego kierunku np. przez rząd, instytucję itd. Dla realizacji powyższej wizji należy wyselekcjonować określoną grupę wskaźników charakteryzujących się przejrzystością oraz czytelnością³⁴⁷. W zestawieniu tym powinny znaleźć się optymalne wskaźniki charakteryzujące się trwałością, obejmujące fundamentalne cechy systemu. Obrany/wyznaczony kurs powinien być podparty naukowo, prowadząc tym samym do podtrzymania bądź poprawy systemu³⁴⁸. Należy mieć na uwadze, że nie ma potrzeby obejmować wszystkich konspektów zrównoważonego rozwoju wskaźnikami. Albowiem wskaźniki w realnym zastosowaniu są predysponowane do tego, aby zredukować wolumen obopólnych wzajemności, następnie skoncentrować to w klarowną konstatację umożliwiającą nieskomplikowaną ocenę³⁴⁹. Dla otrzymania względnych pozycji (np. regionu) w wiadomym sektorze na ogół wnioskuje się z zespołu zająć, wyprowadzając wskaźniki ilościowe albo miary jakościowe. W trakcie oceny przeprowadzanej w równych odstępach czasu, istnieje możliwość uzyskania kierunku zmian w wyniku wskaźnika, zachodzącego w różnolitych komórkach w danym czasie.

Należy mieć na uwadze, iż rozporządzając zrównoważonym rozwojem należy wyznaczyć cele, które są jasne oraz mierzalne. Ponadto cele te należy poddawać nieustannej weryfikacji i korekcie. Wskaźniki zrównoważonego rozwoju można wykorzystać do pomiaru stopnia zaawansowania wyznaczonych celów, czyli definiowalne oraz mierzalne cechy dowodzące o wzroście trwałości w obszarach: ekonomicznym, ekologicznym oraz społecznym³⁵⁰. Tak więc wskaźniki są istotnym instrumentem w przeprowadzeniu pomiaru oraz oszacowaniu istniejącego poziomu w wyznaczonym celu, gdyż w znaczący sposób rzutują na przebieg wdrożenia zrównoważonego rozwoju.

W literaturze przedmiotu nie jest podana ustandaryzowana miara, która by obejmowała całokształt koncepcji zrównoważonego rozwoju. Natomiast występują nieszablonowe

op. cit., s. 10, 25.

³⁴⁷ Spangenberg, J. H., *Institutional sustainability indicators: an analysis of the institutions in Agenda 21 and a draft set of indicators for monitoring their affectivity*, Sustainable Development. Vol. 2 (10) 2002.

³⁴⁸ Moldan, B., Dahl, A. L., *Challenges to Sustainable Indicators*, Measuring progress towards sustainability: assessment of indicators. – Washington, DC 2007.

³⁴⁹ Čiegis, R., *Ekonomika ir aplinka: subalansuotos pletros valdymas*, Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla 2004.

³⁵⁰ Alijošiūte, A., Ahvenharju, S., *Subalansuotoji pletra*. – Kaunas: ECAT 2001.

wskaźniki, gdzie każdy z nich inaczej pojmuje istotność tej idei. Tymczasem wskaźniki cechujące się „doskonałością” występują sporadycznie, a ich rozkwit w powszechnej kwestii zespolony jest z metodologicznym kompromisem pomiędzy techniczną wykonalnością, dostępnością społeczną oraz spoistością systemową³⁵¹. Generalnie w celu wykonania pomiaru zrównoważonego rozwoju wybiera oraz łączy się ze sobą określoną liczbę wskaźników dla co najmniej czterech wymiarów tj.: ekonomicznego, środowiskowego, społecznego, polityczno/institutionalnego itd. W literaturze przedmiotu na szczeblu globalnym możemy odnaleźć ponad 500 wskaźników, które zostały opracowane przez rządy oraz ich organizacje. Szacowana liczba wskaźników z uwzględnieniem ich zasięgu^{352,353}:

- w przybliżeniu 70 wskaźników cechuje się zasięgiem globalnym,
- ponad 100 wskaźników jest o zasięgu prowincjonalnym,
- szacunkowo 300 wskaźników o zasięgu lokalnym bądź obszarze metropolitalnym.

Istotne jest również, aby wskaźniki spełniały swoją rolę oraz przeznaczenie, dlatego w tym celu powinny przyjmować właściwą formę. Według R. Juknys wykorzystywane wskaźniki w zrównoważonym rozwoju powinny posiadać następujące cechy³⁵⁴:

- użyteczność,
- funkcjonalność,
- uniwersalność,
- reprezentatywność,
- czułość,
- integralność,
- jakościową postać wskaźników,
- zadowalającą ilość elementów składowych w szeregu czasowym.

Zadaniem zestawienia jest uprzystępnienie współczynników zrównoważonego rozwoju do jednej liczby, czyniąc je tym samym przydatnymi dla mocodawcy. Należy podkreślić, że w przypadku zawarcia informacji niekompletnych lub nieodpowiednio ujętych w zestawieniu może to skutkować negatywnymi skutkami w przyszłości.

³⁵¹ Moldan, B., Dahl, A. L., Challenges to Sustainable Indicators, op.cit.

³⁵² Čiegis R., Šimanskien L., The concept of sustainable economic development and indicators assessment, op. cit.

³⁵³ Parris, T. M., Kates, R. W., *Characterizing and measuring sustainable Development*, Annual Review of Environment and Resources. Vol. 28 (13) 2003.

³⁵⁴ Juknys, R., *Darnus vystymasis*, Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto Leidykla, 2008.

2.6.6 Klasyfikacja Celów zrównoważonego rozwoju i wskaźników

W 2015 r. przyjęto Agendę na rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030, ustanowioną przez ONZ podczas obrad prowadzonych między krajami członkowskimi odnośnie całościowego planu rozwoju dla świata z widokiem do 2030 r. W związku z tym, każdy z krajów członkowskich ONZ (193 kraje członkowskie), w tym Polska, zobligowały się do podjęcia czynności w celu wypełnienia 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju (Sustainable Development Goals – SDGs)³⁵⁵. 17 Celów SDGs koncentruje się na zagwarantowaniu wszystkim mieszkańcom na świecie godziwego życia, postępu gospodarczego oraz pokoju, jednocześnie zważając na ochronę środowiska naturalnego, jak również powstrzymując zmiany klimatyczne.

W Agendzie 2030 położony jest nacisk na pięć aspektów (5xP) o istotnej wadze dla ludzkości oraz naszej Ziemi³⁵⁶:

Ludzie *people* – są w środku zainteresowania Agendy 2030. Do zasadniczych wyzwań oraz warunków zrównoważonego rozwoju w tym obszarze należą: wykluczenie ubóstwa oraz głodu, życie w nieskażonym środowisku oraz maksymalne wykorzystanie indywidualnych możliwości ze świadomością godność oraz jednakowych szans.

Planeta *planet* – zapewnienie potrzeb obecnym i przyszłym pokoleniom. Wiąże się to z rozsądnym wykorzystaniem bogactw naturalnych, zrównoważonej konsumpcji oraz produkcji, wzroście gospodarczym uwzględniając aspekt społeczny oraz ekologiczny mający na celu zagwarantowanie sprawiedliwości wewnątrz- i międzypokoleniowej, jak również ochronę Ziemi przed degradacją człowieka.

Dobrobyt *prosperity* – powinien być dedykowany i zagwarantowany dla każdego przez publiczne polepszenie jakości życia. Działania te mają być realizowane poprzez: powszechny dostęp do edukacji na dobrym poziomie, opieki zdrowotnej i infrastruktury, która jest zintegrowana z korzystnym dla środowiska postępie gospodarczym oraz technologicznym, dając możliwość użytkowania dobrodziejstw zasobnego oraz zadawalającego życia.

Pokój *peace* – dozoruje realizację Agendy 2030. Uzyskanie celów Agendy 2030 jest wyłącznie możliwe w społeczeństwie pozbawionym przemocy oraz lęku zbudowanym na tolerancji i inkluzji społecznej.

Partnerstwo *partnership* – w założeniu jest niezbędność aktywizacji wielu środowisk polegającej na: światowej współpracy wszystkich krajów, kooperacji rządu, przedsiębiorców

³⁵⁵ O Agendzie 2030 i SDGs, https://sdg.gov.pl/o_sdg/.

³⁵⁶ Ibidem.

oraz społeczeństwa w myśli poczucia wspólnoty oraz współodpowiedzialności za najsłabszych. Działania w tej formie umożliwią wykonanie szczytnych wizji Agendy 2030.

17 Celów Zrównoważonego Rozwoju³⁵⁷ (Sustainable Development Goals – SDGs), które zostały ustalone i przyjęte w Agendzie 2030 przybliży Rysunek 2.7 oraz

Tabela 2.8.



Rysunek 2.7. 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju przyjętych w Agendzie 2030

Źródło: Opracowanie własne na podstawie GUS/SDG

Tabela 2.8. Obszar działań 17 Celów ustalanych i przyjętych w Agendzie 2030

Cele	Opis celów
Cel 1	Koniec z ubóstwem – likwidacja ubóstwa we wszystkich jego postaciach na całym świecie.
Cel 2	Zero głodu - likwidacja głodu, zagwarantowanie bezpieczeństwa żywnościowego m.in. poprzez propagowanie zrównoważonego rolnictwa, polepszenie odżywiania, działania zmierzające do bezpieczeństwa żywnościowego.
Cel 3	Dobre zdrowie i jakość życia – zagwarantowanie całemu społeczeństwu w <u>przeciągu całego cyklu życia</u> zdrowe życie oraz <u>propagować dobrobyt</u> .
Cel 4	Dobra jakość edukacji – zagwarantować każdemu edukację wartościową oraz <u>propagowanie stylu uczenia się przez cały cykl życia</u> .
Cel 5	Równość płci - uzyskać równość płci, jak również wesprzeć położenie kobiet oraz dziewczyn.
Cel 6	Czysta woda i warunki sanitarne - zagwarantowanie całemu społeczeństwu <u>dojście do wody oraz warunków sanitarnych</u> przez zrównoważoną gospodarkę bogactwami wodnymi.
Cel 7	Czysta i dostępna energia – zagwarantowanie każdemu <u>dojście do źródeł stałej, niewygórowanej cenowo nowoczesnej i zrównoważonej energii</u> .
Cel 8	Wzrost gospodarczy i godna praca – propagować wzrost gospodarczy oparty na zrównoważeniu oraz inkluzyjności, pełne i efektywne zatrudnienie oraz godną pracę dla każdego.
Cel 9	Przemysł, Innowacyjność, Infrastruktura – tworzyć stabilną infrastrukturę, propagować industrializację oraz wspomagać innowacyjność.
Cel 10	Mniej nierówności – pomniejszać dysproporcje w krajach oraz pomiędzy krajami.

³⁵⁷ Agenda 2030, <https://kampania17celow.pl/agenda-2030/>

Cel 11	Zrównoważone miasta i społeczności – sprawić, aby miasta oraz osiedla ludzkie były bezpieczne, stabilne, zrównoważone i wspierające włączenie społeczne.
Cel 12	Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja – zagwarantować wzorce zrównoważonej konsumpcji oraz produkcji.
Cel 13	Działania w dziedzinie klimatu – powziąć bezzwłoczne działania w celu powstrzymania zmian klimatycznych oraz ich następstw.
Cel 14	Życie pod wodą – ochraniać oceany, morza oraz bogactwa morskie, jak również rozporządzać nimi w sposób zrównoważony.
Cel 15	Życie na lądzie – ochraniać, odnawiać i propagować zrównoważonym rozporządzaniem ekosystemów lądowych, zrównoważone zarządzanie lasami, eliminować pustynnienie, zahamować i odwrócić cykl zniszczeń gleby oraz zastopować zanik różnorodności biologicznej.
Cel 16	Pokój, sprawiedliwość i silne instytucje – propagować pokojowe oraz inkluzywne społeczeństwa, zagwarantować każdemu dojście do wymiaru sprawiedliwości i tworzyć na wszystkich szczeblach efektywne oraz rzetelne instytucje wspierające włączenie społeczne.
Cel 17	Partnerstwa na rzecz celów – zwiększyć środki wdrażania oraz rozwinąć globalne partnerstwo w kwestii zrównoważonego rozwoju.

Źródło: Opracowanie na podstawie: Agenda 2030, <https://kampania17celow.pl/agenda-2030/>

Obecnie Polska zajmuje 15 pozycję spośród 195 krajów ONZ, dotyczącą wypełnienia Agendy 2030³⁵⁸. W Polsce jednostką zajmującą się mierzeniem postępów realizacji Agendy 2030 jest Główny Urząd Statystyczny GUS. Zasadniczym celem zrównoważonego rozwoju jest polepszenie jakości życia oraz zagwarantowanie dobrobytu obecnego społeczeństwa i w przyszłości innych pokoleń. Działania, które mogą to umożliwić opierają się na kreowaniu zrównoważonego społeczeństwa potrafiącego rozsądnie korzystać z bogactw naturalnych oraz właściwego zagospodarowania innowacji ekologicznych oraz społecznych, gwarantujących dobrobyt, troskę o środowisko naturalne oraz spójność społeczną. Ponadto, aby wiedzieć: gdzie jesteśmy, w którym kierunku zmierzamy, należy zapoznać się jak mierzyć zrównoważony rozwój. Warto nadmienić, iż 17 SDGs są takie same dla wszystkich krajów, istotna różnica polega na zawartych wskaźnikach, które posiadają jedno źródło danych. Różnicę tą obrazuje *Tabela 2.9*.

³⁵⁸ Agenda 2030, <https://kampania17celow.pl/agenda-2030/>.

Tabela 2.9. Identyfikacja wskaźników monitorujących cele Agendy 2030

POZIOM	Globalny (ONZ)	Regionalny (UE)	Krajowy (PL)
CELE	Agenda 2030	Polityki UE	Priorytety Polski
MONITOROWANIE	Wskaźniki globalne	Wskaźniki regionalne	Wskaźniki krajowe
Różne wskaźniki, wspólne źródło danych – krajowe urzędy statystyczne			

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Materiały Pokonferencyjne, Konferencja Naukowa pomiar zrównoważonego rozwoju, Polskie Stowarzyszenie Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych Katedra Rozwoju Regionalnego i Przestrzennego SGH w Warszawie, Warszawa 2019 r., s. 9.

Zasadniczym przesłaniem dla rządów państw, miast, przedsiębiorstw oraz przemysłu podczas odbudowy gospodarek jest wykorzystanie odpornych oraz dopisujących włączeniu społecznemu dróg rozwoju. Konieczne jest, aby działania zmierzały ku redukcji emisji dwutlenku węgla, zagwarantowaniu ochrony bogactw naturalnych, zorganizowaniu przyjaznych miejsc pracy, zagwarantowaniu równouprawnienia oraz likwidowaniu rosnących nierówności³⁵⁹.

Należy zaznaczyć, iż z powodu dużej ilości wskaźników oraz ograniczonych ram dysertacji, w celu przybliżenia dostępności poszczególnych wskaźników, ukazane będą wyłącznie wskaźniki dedykowane przedsiębiorcom. Dostępne wskaźniki wytypowane do kontrolowania postępów w kraju i na świecie są niedostateczne m.in. dla przedsiębiorców³⁶⁰. W związku z tym, GUS zaproponował przedsiębiorcom Barometr Wpływu, który złożony jest ze wskaźników dostosowanych do swoistości biznesu³⁶¹. Wybrano również 6 głównych Celów Zrównoważonego Rozwoju (3 Dobre zdrowie i jakość życia; 4 Dobra jakość edukacji; 5 Równość płci; 8 Wzrost gospodarczy i godna praca; 9 Innowacyjność, przemysł, infrastruktura; 12 Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja) dla polskiego biznesu oraz stworzono 30 zasadniczych wskaźników, których zadaniem jest pomiar najistotniejszych

³⁵⁹ Raport o Celach Zrównoważonego Rozwoju 2021, <http://www.unic.un.org.pl/oionz/raport-o-celach-zrownowazonego-rozwoju-2021/3418>

³⁶⁰ Wskaźniki dla biznesu, <https://sdg.gov.pl/business/>

³⁶¹ Ibidem.

obszarów wpływu firm, co przedstawia *Tabela - Wybrane cele oraz zasadnicze wskaźniki przeznaczone dla polskiego biznesu w załączniku 2*.

Należy zaznaczyć, iż dostępne wskaźniki wytypowane do kontrolowania postępów w kraju i na świecie oraz dla przedsiębiorców również mogą okazać się niedostateczne m.in. w ocenie spójności innowacyjnej technologii elektrycznej w wymiarze ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym oraz społecznym. Zarówno biznes oraz innowacyjna technologia elektryczna cechuje się swoistością trudną w ocenie przy wykorzystaniu dostępnych narzędzi/wskaźników.

2.7 Podsumowanie przeglądu literatury, propozycja definicji wraz z jej charakterystyką

Na podstawie przeglądu literatury dostrzeżono niedoskonałości w ogólnie przyjętej definicji zrównoważonego rozwoju oraz idei zrównoważonego rozwoju. Pomimo wielu pochlebstw skierowanych w kierunku nurtu zrównoważonego rozwoju, przedstawianych w podrozdziale poświęconemu zrównoważonemu rozwojowi, istnieje szereg argumentów negatywnych, częstokroć zasadnych oraz mocno podpartych, negujących bądź wytykających rażące niedociągnięcia, nadużycia w powyższej koncepcji, które są szerzej opisane w *Rozdziale 2*. Sceptyczne spostrzeżenia mają m.in.: Kosiek T. 2015; Lippert 2004; Kingsnorth P. 2012, Jabareen Y. 2008; Matuszczak A. 2013, Bell i Morse 2008; Koroneos C., Rokos D. 2012; Sobczuk S., 2013; Hove H., 2004; Sztumski W. 2008; Poczta-Wajda A., Sapa Agnieszka 2019 i inni, którzy argumentują swoje opinie na podstawie następujących uzasadnień:

- kolizja między pozytywnym oraz negatywnym wpływem wzrostu gospodarczego – powód/panaceum;
- trudność w utrzymaniu wzrostu gospodarczego w perspektywie długoterminowej (przy uwzględnieniu poprawy efektywności wykorzystania surowców) z powodu ograniczeń środowiskowych;
- obowiązek zaspokojenia potrzeb obecnym oraz przyszłym pokoleniom na poziomie co najmniej porównywalnym jak współcześnie (nie wiadomo jakie potrzeby będą mieć następne pokolenia);
- definicje niejasne - brak zgodności co równoważyć oraz jak zoperacjonalizować zrównoważenie;
- problemy z pomiarem rozwoju zrównoważonego oraz doborem właściwych mierników i metod;
- wady stosowanych mierników;

- nasilające się nierówności społeczne między zamożnymi a ubogimi;
- oszustwo, interwencjonizm, protekcjonizm;
- zrównoważony rozwój niesie za sobą jednostronne korzyści, przeważnie dla krajów uprzemysłowionych;
- zbyt szerokie pojmowanie - nadużywanie idei zrównoważonego rozwoju przez instytucje, przedsiębiorstwa itd.;
- brak jednoznacznej definicji, pokazującej konkretne cele oraz działania i „rezygnację z postaw antropocentrycznych”.

Badacze^{362,363,364} wyrażający aprobatę w stronę zrównoważonego rozwoju (szerzej opisane w rozdziale o zrównoważonym rozwoju) również uwidaczniają spostrzeżenia, które według nich przyczyniają się do wypaczenia koncepcji zrównoważonego rozwoju, są to:

- powierzchowność interpretacji koncepcji,
- rozwarstwienie idei w celu uzyskania korzyści interesariuszy,
- brak szczegółowych instrukcji odnośnie zastosowania, działań koncepcji zrównoważonego rozwoju w praktyce,
- częstokroć uznane za wymaginowane morały, których nie można zastosować praktycznie,
- brak identyfikacji mierzalnych kryteriów (ustalenie czy kryteria zostały spełnione pomimo różnych poglądów, przekonań, wartości osób lub grup).

W pracy nie są negowane szczytne cele ujęte w raporcie Brundtland oraz wizja zrównoważonego rozwoju, lecz dostrzega się problemy, lukę (z definicją i jej sprzecznością, realizacją celów koncepcji zrównoważonego, nadużywania idei w celu uzyskania korzyści interesariuszy itd.), które stanowią zagrożenia dla współczesnego świata, gdyż nie są rozwiązywane. Jeden z kluczowych problemów to degradacja środowiska, która jest pokłosiem dążenia m.in. do celu umożliwienia rozwoju gospodarki i przedsiębiorstw. Współczesny model rozwoju gospodarki oparty jest wyłącznie na Produkcie Krajowym Brutto, który głównie pochodzi z „brudnych technologii”. Natomiast znaczne środki pochodzące z PKB przeznaczane są na redukcję negatywnych skutków wyrządzonych środowisku naturalnemu oraz ludzkości. Powaga sytuacji (mało optymistyczne prognozy dla gatunku ludzkiego) wymuszają zmiany i działania w tym zakresie. W ubiegłym stuleciu powstała koncepcja zrównoważonego rozwoju,

³⁶² Kates R., Parris T., Leiserowitz A., What is Sustainable Development..., op. cit.

³⁶³ Ghosh N., The Road from Economic Growth to Sustainable Development..., op. cit.

³⁶⁴ Ciegis R., Ramanauskiene J., Martinkus B., The Concept of Sustainable Development..., op. cit.

której przesłanie mówi o tym, aby „*rozwój, który zaspokaja potrzeby obecne, nie zagrażał możliwościom zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń*”. Prowadzone działania minimalizujące negatywne skutki, wynikające z obecnego modelu gospodarki/biznesu niejednokrotnie wsparte koncepcją zrównoważonego rozwoju, nie powstrzymały m.in. postępujących zmiany klimatycznych, mających wpływ na cały świat. Wzrost temperatury na Ziemi, topniejące lodowce, podnoszący się poziom mórz, anomalie pogodowe (ekstremalne upały opady, susze), wybuch epidemii, wynikające m.in. z likwidacji znacznych obszarów leśnych, to niektóre czynniki, które wskazują na zatrważające następstwa zmiany klimatu (zjawiska te z biegiem czasu mają się nasilać) oraz narastającą nierówność społeczną. Niestety klarowność przesłania powyższej idei została niejednokrotnie wypaczona, m.in. z tego powodu osiągnięcie szczytnych założeń przez tą koncepcję może być mało realne w urzeczywistnieniu.

Ludzkosc potrzebuje przełomu, impulsu, który wpłynie korzystnie na otoczenie i środowisko. W celu przetrwania gatunku ludzkiego, jak również świata, należy podjąć działania, które zbudują świat symbiozy między człowiekiem a przyrodą.

Charakterystyka definicji - trwały synergiczny rozwój

Na podstawie analizy literatury oraz rozważań autor opracował nowy termin - **trwały synergiczny rozwój**, którego definicja brzmi następująco:

Trwały synergiczny rozwój - to rozwój realny i praktyczny oparty o zasady umożliwiające rzeczywistą harmonię pomiędzy człowiekiem i przyrodą, niosącą za sobą obopólne korzyści dla stron w celu ich dalszego przetrwania.

Obszar definicji składa się z pięciu elementów, które prezentuje Tabela 2.10.

Tabela 2.10. Zbiór elementów trwałego synergicznego rozwoju

Elementy trwałego synergicznego rozwoju	Obszar definicji
<i>Rozwój trwały realny i praktyczny</i>	• ustalenie celów możliwych do wykonania oraz użycia w praktyce.
<i>W oparciu o zasady</i>	• czynny udział państwa na gruncie ustalania zasad/prawa/nadzoru.
<i>Rzeczywista harmonia pomiędzy człowiekiem i przyrodą</i>	• działania oparte na zgodzie, komitywie oraz eliminacji zachowań niszczących współpracę człowieka z przyrodą (wykluczenie np. projektów, które dostosowują/naciągają daną koncepcje/myśl głównie w celu uzyskania określonych korzyści (np. materialnych) pod parawanem rozwoju ludzkości.
<i>Obopólne korzyści</i>	• dobra i korzyści dla człowieka i przyrody.
<i>Przetrwanie</i>	• dalsze istnienie dwóch stron.

Źródło: Opracowanie własne

Rozwój trwały realny i praktyczny – to rozwój, który musi posiadać cechę realizmu (cel możliwy do wykonania) oraz praktyczności (przeznaczony do użycia w praktyce)³⁶⁵ (Zacher 2008). Ujęcie tego aspektu w tej formie jest istotne, gdyż relacja człowieka z przyrodą trwa od dłuższego czasu tzn., że nie zaczynamy wspólnej korelacji od teraz. Oznacza to, że żyjemy w świecie zastanym. Zaś nasze najbliższe stosunki człowieka z przyrodą „pozostawiają po około 200 latach społeczno-gospodarcze i przyrodniczo-ekologiczne zgłiszczą nawet w państwach i na kontynentach największych swoich uprzednich osiągnięć”³⁶⁶. Świat zastany cechuje się sztucznym środowiskiem stworzonym przez człowieka podczas jego ekspansji na Ziemi (np. budowle, infrastruktura, motoryzacja, zakłady produkcyjne itd.), których nie da się cofnąć oraz nie istnieje realna możliwość przywrócenia minionego stanu przyrody z przed wielu lat³⁶⁷. Przykładem może być dewastacja lasu: „Jeśli wycięliście stary las, a na jego miejsce posadziliście nowy, to nie znaczy, że zachowaliście w naturze równowagę albo, że równowaga ta zostanie przywrócona, kiedy młody las urośnie. Starego lasu nie przywrócicie nigdy. Tego sędziwego drzewostanu z jego gęstwą, cieniem i zapachem, z jego wewnętrznymi splotami, powiązaniem, zależnościami nie da się odtworzyć, skopiować, powtórzyć. Wraz z wycięciem lasu jakaś część świata ginie na zawsze”³⁶⁸. W tym ujęciu chodzi również o to, że pewne gatunki zwierząt, owadów, roślin giną wraz z wycięciem lasu. Zmian dokonanych przez człowieka w środowisku naturalnym nie można cofnąć, a ich skutki są dotkliwe. Natomiast istnieje możliwość, aby w jakimś stopniu przekształcić m.in trendy: uprzemysłowienia, motoryzacji i konsumpcji³⁶⁹, aby móc znacznie ograniczyć bądź zapobiec dewastacji środowiska naturalnego. Podsumowując, wyznaczyć przez jednostkę, przedsiębiorstwo, państwo celu możliwego do wykonania w rzeczywistości (np. redukcji szkodliwych substancji w mieście poprzez wprowadzenie pojazdów elektrycznych).

W oparciu o zasady – czynny udział m.in. państwa w obszarze ustalania zasad, prawa czy nadzoru jest istotny z paru względów. Gatunek ludzki dąży do zaspokajania swoich potrzeb oraz przyzwoitej jakości życia, dokonując wyboru między różnymi dobrami. W większości przypadków dobra ekologiczne zajmują ostatnie miejsce w rankingu, przegrywając z dobrobytem materialnym bądź bezpieczeństwem socjalnym³⁷⁰. W celu zapewnienia

³⁶⁵ Zacher L.W., Trwały rozwój – utopia czy realna możliwość? op. cit. 63

³⁶⁶ Cesarski M., Kryzys istoty kapitalizmu, „Przyszłość” 2013, nr 2.

³⁶⁷ Zacher L.W., Trwały rozwój – utopia czy realna możliwość? op. cit. 63

³⁶⁸ Kapuściński R., Lapidarium III, 1997, s. 174-175 cyt. za: M. Zaremba Bielawski, Leśna mafia. Szwedzki thriller ekologiczny, Wydawnictwo Agora S.A., Warszawa 2014, s. 7.

³⁶⁹ Ibidem.

³⁷⁰ Rudnicki M., Prawne i ekonomiczne dylematy zrównoważonego rozwoju w dobie ogólnoswiatowego kryzysu, *Studia Ecologiae et Bioethicae* 7/2, 2009, s. 61-72

najistotniejszych potrzeb oraz strategii rozwoju gospodarczego, wykorzystuje się dostępne metody, technologie, które częstokroć prowadzą do nadmiernej konsumpcji surowców naturalnych i dewastacji przyrody³⁷¹. Niestety deprawacja potrzeb ekologicznych wielokrotnie kieruje do przejściowej bądź stałej utraty zdrowia, jak również i życia³⁷². Bierność w tym kierunku służy głównie biznesowi, który czuje się w pewnym sensie zwolniony z ponoszenia kosztów środowiskowych³⁷³. W celu ograniczenia niekorzystnego wpływu wynikającego z korzystania z rentownych rozwiązań (np. przez przedsiębiorstwa), lecz szkodzących ekologii stosuje się m.in.: opłaty i kary ekologiczne, dotacje finansowe (zachęcające do wprowadzanie innowacji służących środowisku), wymogi prawne z zakresu zamówień publicznych³⁷⁴. Ponadto wzrost kosztów produkcji (wysokie koszty energii, wody, itd.) również przyczyniają się do szukania przez biznes zmian. Pomimo upływu lat w większości przypadków dotyczących się jednostek czy biznesu liczy się tu i teraz. Powtarza się ten sam błąd, który dostrzegł Hans Carl von Carlowitz, twórca pojęcia „trwałości”. Zauważył on, że nadmierne zapotrzebowanie na surowiec drzewny przez przemysł oraz działania wojenne doprowadziło do jego deficytu, a tym samym diametralnego m.in. wzrostu cen. Wzmoczone karczowanie lasów wynikało z wysokich cen tego surowca oraz pozyskiwania obszarów pod uprawy w celu uzyskania korzyści materialnych, co doprowadziło do jego braku oraz dewastacji lasów. Badacz udowodnił, że ze względu na oddalone w długim czasie korzyści materialne, przeciętna grupa obywateli wykazała brak zainteresowania odbudową lasu z jednoczesnym wzrostem zainteresowania polami uprawnymi, które umożliwiały uzyskanie corocznych profitów (szerzej w *Rozdziale 2.1*). Podpierając się również spostrzeżeniem ojca nowoczesnej ekonomii: większość dąży do zaspokojenia własnych potrzeb, dobrobytu, wykorzystując w tym celu szeroko pojmowane zdolności, chcąc uzyskać określone korzyści dla siebie³⁷⁵, co prowadzi tu i teraz prowadzi nieuchronnie świat do katastrofy ekologicznej i ekonomicznej (szerzej

³⁷¹ Weizsäcker von E.U., Lovins A.B., Hunter Lovins L., *Mnożnik cztery, podwojony dobrobyt - dwukrotnie mniejsze zużycie zasobów naturalnych*, Toruń 1999.

³⁷² Carley M., Spapens P., *Dzielenie się światem. Zrównoważony sposób życia i globalnie sprawiedliwy dostęp do zasobów naturalnych w XXI wieku*, Białystok - Warszawa 2000, s. 55.

³⁷³ Zacher L.W., *Trwały rozwój – utopia czy realna możliwość?* op. cit. 64

³⁷⁴ Kożuch M., *Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego, Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr 50 (2/2017), s. 68.

³⁷⁵ **Spostrzeżenia Smith A.** - „prawie ciągle potrzebuje pomocy swych bliźnich i na próżno szukałby jej jedynie w ich życzliwości. Jest bardziej prawdopodobne, że nakłoni ich do pomocy, gdy potrafi przemówić do ich egoizmu i pokazać im, że jest dla nich samych korzystne, by zrobili to, czego od nich żąda. ... Nie od przychylności rzeźnika, piwowara czy piekarza oczekujemy naszego obiadu, lecz od ich dbałości o własny interes. Zwracamy się nie do ich humanitarności, lecz do egoizmu i nie mówimy im o naszych własnych potrzebach, lecz o ich korzyściach.”, Smith A., *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów*, Tom I, Warszawa 1954, s. 21. 1954.

w Rozdziale 2.1). Włączając w to badania przeprowadzone przez zespół z Wydziału Zarządzania UŁ, z których wynika m.in., że odpowiedzialność za wdrażanie zrównoważonego rozwoju w Polsce według ankietowanych spoczywa na³⁷⁶:

- powyżej 52% uważa, że na organizacjach rządowych;
- 20% uważa, że na sektorze biznesu;
- 13% uważa, że na szkołach wyższych;
- 11% uważa, że na sektorze społecznym,
- 4% uważa, że na jednostkach.

Odpowiedzi wskazują, że jednostki ochoczo przerzucają odpowiedzialność głównie na organizacje rządowe, oczekując na wskazania działań odgórnie³⁷⁷. Biorąc pod uwagę częstokroć niepocharowane zaspokajanie szeroko rozumianych potrzeb zarówno w obszarze biznesu, jak i jednostek oraz to, że nie mała część społeczeństwa opiera się na wytycznych organizacji rządowych, można stwierdzić, iż kluczową rolę w tej sytuacji odgrywa państwo, które powinno być strażnikiem bezpieczeństwa ekologicznego. Bezpieczeństwo ekologiczne można rozumieć jako cel praktyczny polityki ekologicznej i zasad prawa, które wchodzi w skład prawa wewnętrznego, jak również międzynarodowego, narzucając na rządy państwowe powinność zagwarantowania bezpieczeństwa ekologicznego³⁷⁸. W tych okolicznościach należy łączyć ze sobą koncepcje, które wspomogą nowy trend rozwoju człowieka. Według Koźmińskiego nieosiągalne może być, aby jedna koncepcja stanowiła wyższość nad innymi. Współczesna ekonomia będzie jak układanka złożona z wielu koncepcji, które będą stosowane w określonym czasie oraz miejscu. Natomiast Kołodko i Koźmiński w swojej publikacji pt. *Nowy pragmatyzm kontra nowy nacjonalizm* proponują inne spojrzenie. Twierdzą, iż nowy pragmatyzm to rozsądne zarządzanie bazujące na podłożu sprawdzonych teorii ekonomicznych (m.in. ekonomii klasycznej, teoria Keynesizmu i innych). W sytuacji niepocharowanej destrukcji środowiska naturalnego autor dostrzega konieczność wprowadzenia w cel naprawczy zmodyfikowanej teorii Keynesizmu oraz jej zespolenia z koncepcjami umożliwiającymi trwały synergiczny rozwój, gdyż czynnym udział państwa na gruncie ekologicznym i ekonomicznym umożliwi zabezpieczenie całościowo przyszłość ogółu, a nie tylko wybranych potrzeb przez biznes i jednostki.

³⁷⁶ Wołowicz A., Edukacja – czynnik krytyczny w działaniach na rzecz celów zrównoważonego rozwoju Agendy 2030, Wydział Zarządzania UŁ, projekt UE w ramach akcji KA203, Łódź 2020, s.2.

³⁷⁷ Ibidem.

³⁷⁸ Rudnicki M., Prawne i ekonomiczne dylematy zrównoważonego rozwoju w dobie ogólnoswiatowego kryzysu, op. cit. s. 70.

Rzeczywista harmonia pomiędzy człowiekiem i przyrodą – jest konieczna, ale na zasadach harmonii pomiędzy człowiekiem i przyrodą, opartych na wartościach wyższych niż zaspakajanie swoich potrzeb wyłącznie ekonomicznych i socjalnych w imię tzw. rozwoju ludzkości. „Wspomniany człowiek poprawia również naturę, ingeruje w jej prawa i tajemnice, niszczy to, co naturalne w środowisku naturalnym, ingeruje w przyrodę, często ją niszczy za cenę mylnie rozumianego rozwoju ludzkości”³⁷⁹. W celu osiągnięcia harmonii pomiędzy człowiekiem, a przyrodą nie wystarczą chwytliwe hasła bez pokrycia, należy dokonać przemiany cywilizacyjnej, zmiany świadomości społecznej oraz wejść w nową drogę rozwoju człowieka (szerzej w *Rozdziale 2.1.5*). Należy odejść od egocentryzmu człowieka, o którym wspomniał m.in. Kingsnorth, stawiający gatunek ludzki nad przyrodą (szerzej w *Rozdziale 2.1.5*). Podejście to kłóci się z podejściem opartym na zgodzie oraz przyjaźni człowieka z przyrodą. Ponadto chcąc zagwarantować aktualne warunki 80 % pozostałej populacji, dobrobyt przy dotychczasowym modelu gospodarki, propagowanym przez większość ekonomistów, należałoby mieć w zanadru przynajmniej dwie planety typu Ziemia (szerzej w *Rozdziale 2.1*). W związku, z tym należy uwzględnić podczas rozwoju podejście z koncepcji Sumak Kawsay³⁸⁰, która jest również szczytna oraz odbiega od idei zrównoważonego rozwoju pod względem stosunku człowieka do przyrody. Obecnie rozwój-konsumpcjonizm prowadzi do unicestwienia życia na Ziemi poprzez nadmierną eksploatację zasobów naturalnych oraz niesprawiedliwość społeczną³⁸¹. Nie wszystkie społeczeństwa popierają kierunki, które oparte są na eurocentrycznym modelu rozwoju. Opiera się temu m.in. „filozofia andyjska”, której podstawą jest starożytna tradycja podważająca zachodni centryzm cywilizacyjny³⁸², odzwierciedlona w koncepcji Sumak Kawsay. Idea Sumak Kawsay³⁸³ charakteryzuje się zgodnością pomiędzy człowiekiem i naturą, odwołuje się do ideału, czyli projekcji harmonijnego współistniejącego życia. Koncepcja ta opiera się wartościach wyższych niż konsumpcjonizm, który góruje w świecie cywilizacji zachodniej dążąc do harmonijnego życia zgodnie z prawami natury. Szczytną ideę Sumaka Kawsaya przekształcono na potrzeby polityczne w Ekwadorze w celu realizacji swych planów i nadano nazwę Buen-Vivir³⁸⁴. Buen

³⁷⁹ Kasprzak S., Normatywny wymiar ekologicznych i sozologicznych idei w systemie prawa państwowego i kościelnego, Lublin 2003, s. 34.

³⁸⁰ Cuestas-Caza J., *Sumak Kawsay is not Buen Vivir*, Alternautas, Vol.5 Issue 1, 2018.

³⁸¹ Huanacuni-Mamani, F. *Buen Vivir / Vivir Bien*, Filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas. Lima: Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas, 2010.

³⁸² Estermann J., *Filosofía Andina “Segunda Edición”*, Quito: Abya-Yala, 2015.

³⁸³ Cuestas-Caza J., *Sumak Kawsay is not Buen Vivir*, Alternautas, Vol.5 Issue 1, 2018.

³⁸⁴ Ibidem.

Vivir jest odpowiednikiem południowoamerykańskiej wersji Degrowth^{385,386}. Pomimo deformacji tej koncepcji, jest ona istotnym wzorcem pod względem stosunku relacji człowieka z przyrodą, o którą warto się jest podeprzeć w tym aspekcie.

Dążąc do porozumienia między gospodarką, organizacjami/przedsiębiorstwami, a przyrodą trzeba wesprzeć się wieloaspektową analizą problemu, która zawiera zasadnicze prawa przyrodnicze, ekonomiczne oraz społeczne³⁸⁷.

Obopólne korzyści dla człowieka i przyrody - człowiek istnieje, gdyż istnieje wszystko inne, dostrzeżenie tej prawdy stanowi warunek, aby gatunek ludzki przetrwał³⁸⁸. Natomiast współistnienie jest integralnie powiązane z konfliktem³⁸⁹, czyli zdarzeniem, w którym równoczesna realizacja interesów stron wygląda na niewykonalną. Zachodzi więc pytanie, co należy zrobić, kiedy człowiek dąży do zaspokajania potrzeb gospodarczo-społecznych w celu zapewnienia m.in. przyzwoitej jakości życia, dokonując przy tym degradacji środowiska? Może różnorakie inicjatywy polityczne, gospodarcze, rynkowe bądź finansowe, które oferują organizacjom rządowym oraz społecznym wszelakie rozwiązania, które dadzą możliwość likwidacji zasadniczych barier wzrostu. Tymczasem, wszystko wskazuje na to, że programy okazują się bezskuteczne, nadto są w stanie dynamizować uzyskanie cywilizacyjnych granic wzrostu³⁹⁰. W tej sytuacji dochodzi do konfliktu człowieka z przyrodą zwanym „wygrany - przegrany” (win-lose), w konsekwencji prowadząc do przegranej obu stron (lose-lose). W sytuacji niepohamowanej destrukcji środowiska naturalnego, zwracając uwagę na to, iż większość dąży do zaspokojenia własnych potrzeb i dobrobytu, wykorzystując w tym celu szeroko pojmowane zdolności, chcąc uzyskać określone korzyści dla siebie, stosowne jest zastosowanie strategii „wygrana - wygrana” (win-win), doprowadzając do rozwiązania zadawalającego obie strony. W celu doprowadzenia natury do głosu wskazane byłoby wytypowanie niezależnej grupy ekspertów, która by występowała w imieniu przyrody. W ten sposób możliwe będzie przedstawienie swoich racji po stronie przyrody oraz człowieka

³⁸⁵ **Degrowth** – „(lub ruch degrowth, postwzrost, idea postwzrostu) – ruch społeczny, polityczny i ekonomiczny oparty na ekonomii ekologicznej, ideach antykapitalistycznych i antykonsumpcjonistycznych”, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Degrowth>

³⁸⁶ Cuestas-Caza J., Sumak Kawsay is not Buen Vivir, Alternautas, op cit. s. 51.

³⁸⁷ Machowski J., Ochrona środowiska. Prawo i zrównoważony rozwój, Wyd. Akademickie ŻAK, Warszawa 2003, s. 65-66.

³⁸⁸ Po co człowiekowi przyroda, Newsweek, <https://www.newsweek.pl/trendy-i-inspiracje/sztuka-odpoczynania-czlowiek-i-przyroda-to-jedno/jjrpfz8>, [dostęp 12.08.2018]

³⁸⁹ Fisher R., Ury W., Patton B., Dochodząc TAK Negocjowanie poddawania, Wydanie II rozszerzone, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1994, s. 8.

³⁹⁰ Praca zbiorowa pod redakcją naukową Małgorzaty Kożuch, *Ekologizacja gospodarki*, Katedra Polityki Przemysłowej i Ekologicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2015; Famielec J., *Ekologizacja jako paradygmat rozwoju społeczno-gospodarczego*, Rozdział I, s. 17.

w obecności arbitra, umożliwiając dojście do sytuacji wygrany - wygrany. Procedura postępowania w strategii win – win według Blikle 2018, powinna wyglądać następująco:³⁹¹

1. Rozpoznanie oraz określenie problemu.
2. Przedstawienie możliwych rozwiązań.
3. Ocena rozwiązań.
4. Podjęcie decyzji w kierunku zgodnego stanowiska.
5. Wdrożenie decyzji w życie.
6. Ocena, jak rozwiązanie urealnia się w rzeczywistości.

Uzyskanie obopólnych korzyści dla człowieka i przyrody nie jest łatwe, ale możliwe przy wykorzystaniu mało powszechnej metody „wygrany - wygrany”.

Przetrwanie - dalsze istnienie dwóch stron jest możliwe, kiedy gatunek ludzki w pełni uświadomi sobie, że istnieje, gdyż istnieje wszystko inne³⁹². Natomiast gatunek ludzki jakby mało zdawał sobie z tego sprawę, gdyż „jest pierwszym gatunkiem biologicznym na Ziemi, który zdolny jest zmodyfikować powierzchnię całej planety, jej biosferę, atmosferę i klimat w sposób bardzo głęboki i globalny”³⁹³. Negatywne działania w kierunku środowiska tłumaczone są natomiast częstokrotnie potrzebą rozwoju ludzkości. Lekceważąc przy tym bardzo istotną zależność, która występuje między człowiekiem a przyrodą tj. w celu przetrwania homo sapiens należy spełnić m.in. kluczowe wymogi³⁹⁴ tj. umożliwienie przetrwania przyrody oraz pozostawienie bioróżnorodności. Należy więc zadać sobie pytania, czy przyroda da sobie radę bez obecności gatunku ludzkiego oraz czy człowiek również da sobie radę bez istnienia przyrody, gdyż coraz częstsze m.in. anomalie pogodowe wynikające z działalności człowieka oraz spustoszenia środowiska naturalnego ostrzegają człowieka przed zmianą kierunku działania w celu jego przetrwania.

Badacz podjął próbę m.in.: stworzenia definicji - *Trwały synergiczny rozwój*, która została zaprezentowana powyżej, jak również metody do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej (Rozdział 3). Zaproponowana metoda predystynowana do oceny innowacyjnych technologii może wspomóc organizację/przedsiębiorstwa w niezbędne narzędzie dające możliwość

³⁹¹ Blikle A., Doktryna jakości, Wydanie II turkusowe, Rzecz o turkusowej samoorganizacji, Warszawa 2018, s. 73.

³⁹² Po co człowiekowi przyroda, Newsweek, <https://www.newsweek.pl/trendy-i-inspiracje/sztuka-odpoczywania-czlowiek-i-przyroda-to-jedno/jjrpfz8>, [dostęp 12.08.2018].

³⁹³ Kośmicki E., Problem odpowiedzialności człowieka za ewolucję, w: red. Dołęga J. M., Czartoszewski J., Skowroński A., Ochrona środowiska społeczno-przyrodniczego w filozofii i teologii, Wyd. UKSW, Warszawa 2001. s. 55.

³⁹⁴ Rudnicki M., Prawne i ekonomiczne dylematy zrównoważonego rozwoju w dobie ogólnoswiatowego kryzysu, op. cit., s. 64.

praktykowania zrównoważonego zarządzania organizacją/przedsiębiorstwem, a tym samym zabezpieczyć zrównoważony rozwój poprzez dobór m.in. stosownej technologii, która to umożliwi.

3 PROJEKT METODY OCENY INNOWACJI TECHNOLOGII ELEKTRYCZNEJ

3.1 Idea projektowanej metody

Koncepcja zrównoważonego zarządzania we współczesnych organizacjach, przedsiębiorstwach odgrywa istotną rolę, gdyż umożliwia im działanie w sposób odpowiedzialny i zrównoważony, redukując tym samym negatywne skutki uboczne generowane przez nie. Działania te postrzegane są pozytywnie zarówno przez odbiorców oraz interesariuszy. Dlatego szczególną rolę może odegrać przemysł, którego kluczowym ogniwem będą innowacje respektujące m.in. wymogi ekologiczne³⁹⁵ i społeczne, umożliwiające zwiększenie zysków oraz przychodów m.in. poprzez obniżenie zużycia materiałów oraz podzespołów, zmierzając tym samym w kierunku zrównoważenia.

Innowacyjność niesie za sobą potencjalne, szeroko pojmowane korzyści dla przedsiębiorstw/organizacji, które dają im możliwości rozwoju, wpływają korzystnie na wzrost atrakcyjności oraz konkurencyjności w gospodarce³⁹⁶. Wdrożenie innowacyjnych rozwiązań, technologii, usług itp., widziane są jako działania o charakterze zgodnym m.in. w obszarze ekologicznym oraz społecznym, umożliwiając również uzyskanie dodatkowych dochodów wraz nowymi szansami na nowe projekty³⁹⁷. Należy zwrócić uwagę, że innowacje nie niosą wyłącznie za sobą korzyści, lecz mogą również wpływać negatywnie m.in. na aspekt społeczny oraz ekologiczny. Może mieć to miejsce w przypadku, kiedy innowacje znacząco pobudzą wzrost konsumpcji i wzrost gospodarczy (np. zwiększenie wydobycia surowców naturalnych w celu zaspokojenia zapotrzebowania na produkty, większe wydobycie paliw kopalnych, wzrost dwutlenku węgla itd.) bądź innowacje okażą się niebezpieczne dla społeczeństwa (np. poprzez możliwość dojścia do samozapłonów pojazdów mechanicznych, wpływając na większą liczbę wypadków śmiertelnych). Ponadto cechy innowacyjnych technologii mogą nie spełniać oczekiwań np. odbiorców na płaszczyźnie efektów niewymiernych ekonomicznie (np.

³⁹⁵ Kożuch M., Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr 50 (2/2017), s. 66.

³⁹⁶ Tidd J., Bessant J., *Zarządzanie innowacjami: integracja zmian technologicznych, rynkowych i organizacyjnych*, Wydaw. Wolters Kluwer Polska Sp. z o. o., Warszawa 2013.

³⁹⁷ Bossink B., *Eco-Innovation and Sustainability Management*, Routledge Taylor & Francis Group, New York, 2012.

zbyt krótki zasięg na jednym ładowaniu pojazdu z napędem elektrycznym) oraz efektów wymiennych ekonomicznie (np. wysokie koszty eksploatacyjne innowacji). Należy podkreślić, iż nie wszystkie innowacje zostaną przyjęte od razu, niektóre z nich wymagają czasu, aby mogły zostać zaakceptowane, natomiast inne zostaną odrzucone³⁹⁸ (np. odrzucenie w latach 90 ubiegłego wieku rozwiązania sytemu wyłączania silnika podczas postoju zaproponowana przez Volkswagena z przyczyny braku zainteresowania tą funkcją).

Niewłaściwa ocena innowacji przez przedsiębiorstwo/organizację, wynika m.in. z problemu i trudności w przeprowadzeniu pomiaru dokonań w realizacji zrównoważonego rozwoju, doбором właściwych mierników oraz metod, wadami stosowanych mierników itd. Powyższe przeszkody w organizacji mają wpływ częstokroć do powstania niezgodności między faktycznie podejmowanymi działaniami, a wcześniej przez nie zapowiadanymi. Wobec tego wyzwaniem staje się stworzenie metody oceny innowacji technologii elektrycznej w zakresie cech wymiennych i niewymiennych w warunkach zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju. W niniejszym paragrafie przedstawiono propozycję takiej metody, którą oparto na podstawie badań literatury, empirycznych oraz doświadczeniu autora.

Projektowana metoda do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej odnosząca się do cech wymiennych i niewymiennych w warunkach zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju, aby spełnić warunki określone w tezie rozprawy, *dotyczące wskazania efektów niewymiennych i wymiennych oraz określenia postępu w stronę realizacji zrównoważonego rozwoju i upowszechnienia innowacji*, powinna oddawać całościowe podejście problematyki analizy oraz oceny. Interdyscyplinarna postać teorii odnoszącej się do oceny technologii wskazuje również na potrzebę wzięcia pod uwagę wyników badań tych nauk, które obrazują oraz wyjaśniają ujęcia problematyki oceny innowacyjnej technologii od strony ilościowej, jak również jakościowej.

W związku z założeniem dotyczącym całościowego podejścia konieczne jest, aby monitorować, analizować oraz oceniać proces innowacyjnej technologii w różnych obszarach³⁹⁹ i wymiarach⁴⁰⁰ oraz atrybutach innowacji. Przydatna w wydzieleniu oraz określeniu zakresu

³⁹⁸ Muras M., Zabłocki W., *Zastosowanie teorii dyfuzji innowacji na przykładzie wprowadzenia na rynek airbusa a380*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 89., Transport 2013, s. 137.

³⁹⁹ **Obszar** - rozumiany jest jako zbiór otwarty i spójny cech, które obejmują zarówno niewymierne (np. zasięg, przyspieszenie pojazdu z napędem elektrycznym) i wymierne efekty (np. koszty eksploatacyjne pojazdu elektrycznego) innowacyjnej technologii elektrycznej.

⁴⁰⁰ **Wymiar** – niezbędny jest do wykonania pomiaru zrównoważonego rozwoju, w tym celu wybiera oraz łączy się ze sobą określoną liczbę wskaźników dla co najmniej czterech wymiarów tj.: ekonomicznego, środowiskowego, społecznego, prawnego itd.

przedmiotowego tych sfer może okazać się klasyfikacja nauk według nauk o największym wkładzie w zrównoważone zarządzanie organizacją i teorię oceny technologii.

W pracy przyjęto, iż projektowana metoda oceny innowacyjnej technologii elektrycznej posiłkować się będzie analizą oraz oceną przeprowadzonej w dwóch obszarach, pięciu wymiarach oraz pięciu atrybutach innowacji:

Obszary identyfikujące efekty:

- efekty niewymierne ekonomicznie (niepieniężne),
- efekty wymierne ekonomicznie (pieniężne)

Wymiary:

- ekologiczny,
- ekonomiczny,
- prawny,
- technologiczny,
- społeczny.

Atrybuty innowacji:

- względna przewaga innowacji,
- przystawalność innowacji,
- kompleksowość innowacji,
- możliwość przetestowania innowacji,
- zauważalność innowacji.

W celu optymalizacji konstrukcji przeznaczonej do analizy oraz oceny poszczególnych płaszczyzn⁴⁰¹ przyjęto podział na:

1) Badania ilościowe:

- obszary identyfikujące efekty.

2) Badania jakościowe:

- wymiary,
- atrybuty innowacji.

W projektowanej metodzie oceny innowacyjnych technologii każdy z obszarów, wymiarów oraz atrybutów odgrywa istotną rolę w ocenie całościowej. Założenie to podparte jest

⁴⁰¹ Płaszczyzna – jest rozumiana jako poszczególna strefa działania w podziale na badania ilościowe z uwzględnieniem obszarów oraz badania ilościowe dotyczące wymiarów oraz atrybutów innowacji.

argumentem, iż wszystkie elementy⁴⁰² projektowanej metody są ze sobą ściśle połączone, wspólnie uzupełniając się. Istotne jest to, że w projektowanej metodzie uwzględnia się podejście oceny całościowej⁴⁰³, tak więc analiza oraz ocena nie będzie wyłącznie ograniczała się z osobna do każdych cech bądź wymiarów, lecz kompleksowo. Uzasadnieniem takiego podejścia jest to, iż należy uwzględnić zależności występujące między nimi. Należy podkreślić, że istotne znaczenie ma przeznaczenie organizacji/przedsiębiorstwa (np. w Lasach Państwowych wszelakie działania na rzecz zrównoważonego rozwoju wpływające m.in. na poprawę środowiska; branża motoryzacyjna koncentruje się m.in. na redukcji dwutlenku węgla) oraz technologii (np. parametry techniczno-użytkowe eksploatowanej technologii).

Z realizacją oceny w zaproponowanej zoptymalizowanej konstrukcji poszczególnych płaszczyzn związany jest szereg trudnych do rozwiązania dylematów. Podstawowym jest określenie wyrazistych granic pośród obszarów zainteresowania. Zadanie to jest dość złożone, gdyż w obszarze nauk o zarządzaniu stosuje się zarówno dorobek nauk w postaci bardziej formalnej (np. informatyka, matematyka, ekonomia) oraz w postaci mniej formalnej (np. socjologia, psychologia, filozofia). **W związku z tym, iż nie jest możliwe rzetelne określenie granic obszaru oceny w wydzielonych elementach projektowanej metody powinno się rozpatrzyć istotną kwestię odnośnie powiązań mających miejsce, między innowacyjną technologią, organizacją, zrównoważonym rozwojem, a jej upowszechnieniem. Dlatego szczególną rolę w ich charakteryzowaniu będą odgrywać przypisane im cechy⁴⁰⁴ technologii w badaniu ilościowym, zaś w badaniu jakościowym zakresy tematyczne⁴⁰⁵ wraz z ich wskaźnikami⁴⁰⁶/miernikami⁴⁰⁷.** Głównie to one będą warunkować przedmiot jak i zakres realizowanej oceny.

⁴⁰² **Element** – rozumiany jest jako „część składowa jakiejś całości” tj. efekty wymierne i niewymierne wartościowo, wymiary oraz atrybuty innowacji są częściami składowymi w metodzie oceny innowacyjnej technologii.

⁴⁰³ **Całościowy** – „zawierający całość”, Słownik PWN.

⁴⁰⁴ Cecha – dla celu przeprowadzenia analizy został utworzony zbiór złożony z wielu parametrów techniczno – -użytkowych, które na potrzeby badań zostały nazwane cechami.

⁴⁰⁵ **Zakres tematyczny** – rozumiany jest jako zasięg danego zjawiska w poszczególnych wymiarach powiązany z tematem np. wymiar ekologiczny; zakres tematyczny - wpływ technologii podczas eksploatacji na otoczenie oraz środowisko; mierniki.

⁴⁰⁶ W literaturze przedmiotu nie występują ogólnie przyjęte definicje „wskaźnika” dlatego autor pracy będzie używał również pojęcia „miernik”, gdyż terminy te są zazwyczaj stosowane wymiennie.

⁴⁰⁷ **Miernik** – „w ogólnym rozumieniu jest wielkością wyrażającą poziom danego zjawiska, przedstawioną w postaci względnej lub bezwzględnej. Jest on funkcją jednego lub kilku atrybutów umożliwiającą określenie pozycji danego obiektu na tle innych przez porównanie jego wartości. W przypadku, gdy do konstrukcji miernika wykorzystuje się dwie i więcej zmiennych diagnostycznych, określa się go mianem syntetycznego lub agregatowego”, Kompa K., *Budowa mierników agregatowych do oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego*, „Zeszyty Naukowe Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej” nr 74, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2009.

Przed określeniem listy cech, zakresów tematycznych i wskaźników powinno podjąć się próbę wskazania podstawowych ideowych zależności pomiędzy elementami projektowanej metody. Ogólny przegląd korelacji pomiędzy elementami, jak i zachodzącymi zależnościami w nich i między nimi wskazuje, że w gruncie rzeczy każdy z nich jest poniekąd powiązany ze sobą w sposób bezpośredni bądź pośredni. W celu wskazania omawianych powiązań poniżej zaprezentowane są przykłady:

1. W badaniach ilościowych są to:

- efekty niewymierne ekonomicznie (niepieniężne) – na czas ładowania pojazdu z napędem elektrycznym, oprócz mocy stacji ładowania, mocy ładowarki w pojeździe, ma również wpływ pojemności akumulatora. Przykład ten obrazuje, że moc stacji ładowania wpływa na czas ładowania pojazdu, lecz nie jest jedynym czynnikiem decydującym o czasie ładowania pojazdu elektrycznego. Wybór większego pakietu akumulatorów w pojeździe może wpłynąć na dłuższy czas ładowania, ale również na dłuższy zasięg pojazdu. Mniejszy pakiet baterii redukuje poczęci czasy ładowania zmniejszając tym samym zasięg pojazdu itd. Można również stwierdzić brak zależności tj. wielkość bagażnika nie wpływa na czas ładowania pojazdu elektrycznego.
- efekty wymierne ekonomicznie (pieniężne) – ceny za jednostkę energii w poszczególnych miastach/miejscowościach różnią się między sobą i ma to wpływ na koszty eksploatacyjne pojazdu z napędem elektrycznym. Ponadto wyposażenie dodatkowe pojazdu wpływa również na jego cenę zakupu. Natomiast koszty ponoszone podczas procesu rejestracji pojazdu elektrycznego nie mają wpływu na ich wysokość, gdyż proces ten nie różni się oprócz koloru tablic rejestracyjnych niczym w stosunku do tradycyjnych pojazdów.

2. W badaniach jakościowych są to:

- wymiary i atrybuty innowacji – postulat Unii Europejskiej dotyczący wprowadzenia zakazu sprzedaży nowych aut spalinowych od 2035 roku, ma na celu m.in. obniżenie dwutlenku węgla. Inicjatywa ta w aspekcie prawnym może znacząco wpłynąć na szybsze upowszechnienie się innowacyjnej technologii elektrycznej. Ponadto występują również zależności z innymi wymiarami tj.: ekonomicznym, ekologicznym, technologicznym oraz społecznym. Wprowadzone obostrzenia prawne wymuszą np. na przedsiębiorstwach/organizacjach zakup innowacyjnej technologii elektrycznej, niekoniecznie tańszej niż dotychczas używana (np. wyższe koszty zakupu). Widoczny

jest również wpływ na wymiar ekologiczny (np. mniej zanieczyszczeń i hałasu), technologiczny (niezbędne udoskonalenie technologii infrastruktury ładowania itp.), społeczny (np. minimalizacja zależności od paliw tradycyjnych, co przekłada się na większe bezpieczeństwo społeczne). Istotne jest również, iż nie zawsze występują zależności między wymiarami bądź niektórymi z nich np. czas ładowania pojazdu (wymiar technologiczny) nie wpływa na ochronę środowiska (wymiar ekologiczny), czy też na przepisy prawne (wymiar prawny), ale może mieć wpływ na zadowolenie odbiorcy (wymiar społeczny) oraz na aspekt ekonomiczny, szybszy czas ładowanie może okazać się droższym rozwiązaniem (wymiar ekonomiczny).

Pomiędzy powyższymi obszarami, wymiarami i atrybutami również zachodzą zależności, przykładem może być wpływ jednej z cech badanej innowacyjnej technologii tj. masy całkowitej pojazdu elektrycznego na efekty wymierne ekonomicznie (większa masa pojazdu większe zużycie energii, większe koszty eksploatacyjne). Również wpływ na co najmniej jeden wymiar np. ekologiczny, większe zużycie energii wiąże się z większą emisją dwutlenku węgla w sposób pośredni (energia wykorzystywana do ładowania pojazdów w Polsce pochodzi głównie z tzw., „brudnej energii”), czynniki te mogą również wpłynąć na spowolnienie adopcji technologii (może to wskazywać o małej przewadze innowacyjnej technologii nad rozwiązaniami powszechnie stosowanymi). Nie występują wyłącznie zależności, ale zauważalny jest również ich brak np. między wybranymi elementami tj. cecha pojazdu elektrycznego - prędkość maksymalna nie wpłynie na efekt ekonomiczny pod względem uzyskania większych dochodów firmy, jeśli dana technologia wykorzystywana jest głównie w obszarach miejskich, w których zazwyczaj jest ograniczenie prędkości do 50 km na godzinę. Nie występuje również zależność z wymiarami np. technologicznym, społecznym ani atrybutami innowacji. Zaprezentowane powyżej przykłady zachodzących zależności w projektowanej metodzie pomiędzy jej elementami i wśród nich, świadczą o zasadności przyjęcia podejścia kompleksowego oceny.

Podsumowując zakres badawczy można stwierdzić, iż wyodrębnione elementy metody mają charakter:

- wynikowy – mierzalny wartościowo, iż przedmiotem badawczym jest rezultat działania (częściowy bądź ostateczny),
- uwarunkowujący wynik – niemierzalny wartościowo, gdyż przedmiotem badań jest stosunek dotyczący parametrów techniczno-użytkowych (cech) oraz wpływu na zrównoważenie innowacyjnej technologii, formując tym samym wynik działania,

- mieszany (wynikowy, a także uwarunkowujący wynik) – ekologiczny, prawny, technologiczny, iż mogą prezentować wyniki działania w formie niemianowanej. Odnoszą się także do analizy mierników w ujęciu szerszym niż pozostałe (ekonomiczny oraz społeczny).

Według przyjętej w pracy idei rozwiązania dylematu oceny innowacyjnej technologii elektrycznej w ujęciu kompleksowym, w dalszej części rozprawy zaprezentowano charakterystykę poszczególnych cech oraz wymiarów, która będzie realizowana zasadniczo pod względem wydzielenia właściwych cech oraz mierników oceny (jak również obszarów umożliwiających ich identyfikację).

Biorąc pod uwagę zaprezentowane argumenty powinno przyjąć się, że w niniejszej rozprawie przy wyborze mierników oraz ich doborze właściwym do cech, wymiarów oraz atrybutów nastąpi:

- łatwość w sposobie przeprowadzenia ich analizy oraz oceny w organizacji/przedsiębiorstwie,
- możliwość kontroli wartości miernika podczas przebiegu procesu oceny technologii,
- właściwe ich wykorzystanie w obrębie zaproponowanych elementów w projektowanej metodzie w granicach oceny technologii.

Przygotowane mierniki powinny spełniać poniższe wymogi⁴⁰⁸:

- istotność - ukazywać zasadnicze dla danego elementu cechy,
- pełność – obejmować swym zakresem możliwie całą postulowaną sferę badawczą elementów,
- rozłączność – te mierniki nie powinny określać zakresów specyficznych dla wcześniej zastosowanych mierników.

Przygotowanie mierników w realnych warunkach funkcjonowania organizacji/przedsiębiorstwa ma formę uznaniową. Znaczącą rolę podczas realizacji tego zadania należy powierzyć kierownictwu organizacji/przedsiębiorstwa⁴⁰⁹, które określi cel wykonywanej analizy oraz oceny wraz z zdefiniowaniem preferencji.

⁴⁰⁸ Sidor – Rządowska M., *Kształtowanie nowoczesnych systemów ocen pracowników*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006, s. 122.

⁴⁰⁹ W przypadku posiadania niewystarczającej wiedzy przez kierownictwo z zakresu elektromobilności, zrównoważonego rozwoju wskazane jest w tych okolicznościach skorzystanie z wiedzy ekspertów w tych dziedzinach w celu doboru właściwych mierników w celu możliwości przeprowadzenia rzetelnej oceny badanej technologii).

3.2 Założenia projektowanej metody

Założeniem projektowanej metody oceny innowacyjnej technologii elektrycznej w zakresie cech wymiernych i niewymiernych w warunkach zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju jest opracowanie narzędzia, które umożliwi dokonanie analizy i oceny eksploatowanej w organizacji innowacyjnej technologii elektrycznej. Przedmiotem badawczym projektowanej metody nie są objęte wszystkie innowacyjne technologie elektrycznej dostępne na rynku motoryzacyjnym. Wynika to zasadniczo z dwóch powodów ekonomizacji działania oraz braku zasadności objęcia oceną innowacji elektrycznych, których przeznaczenie odbiega znacząco od potrzeb danej organizacji. Poniżej zostaną zaprezentowane uwarunkowania i założenia użyteczności projektowanej metody.

Zakres przeznaczenia metody oceny innowacyjnej technologii elektrycznej można podzielić na dwie podstawowe grupy:

- uwarunkowania ogólne, jakie winna spełniać innowacyjna technologia elektryczna i organizacja chcąc zastosować projektowaną metodę,
- warunki szczegółowe bezpośrednio dotyczące się procesu oceny innowacyjnej technologii elektrycznej, które mają podlegać: monitorowaniu, analizie, jak również ocenie.

Wykorzystując metodę innowacyjnej technologii elektrycznej jako uwarunkowania ogólne powinno się wskazać pojmowanie przez organizację istotności procesu oceny innowacyjnej technologii, jak również posiadanie innowacyjnych koncepcji technologicznych. Konsoliduje to również z dostrzeżeniem różnicy między innowacją a eko-innowacją w aspekcie zrównoważonego rozwoju (szerzej w *Rozdziale 2.2*). Istotne jest także, że nie wszystkie innowacje podążają w kierunku zrównoważenia, co może być znaczące dla organizacji, które chcą być zgodne z koncepcją zrównoważonego zarządzania. Kluczowe jest więc, aby dana organizacja zdawała sobie sprawę ze znaczenia eksploatowanych przez nie innowacyjnych technologii elektrycznych, jak również była przekonana o konieczności przeprowadzenia rzetelnej ich oceny. Podejście takie umożliwi uchwycenie potencjału bądź niebezpieczeństw związanych z eksploatowaną przez organizację innowacyjną technologią elektryczną. W celu przeprowadzenia racjonalnej oceny eksploatowanej, nadmienionej powyżej, technologii elektrycznej (pojazd z napędem elektrycznym) w strukturze organizacji, konieczne jest ustalenie ścisłych norm i procedur postępowania, które są powszechnie znane. Wymagania odnoszące się do rzetelnego przedstawienia ograniczeń formalnoprawnych działającej organizacji, a także innowacyjnej technologii łączą się z poprawnością, pełnością

przeprowadzenia analizy wraz z jej oceną oraz utylitarnym wykorzystaniem jej wyników do udoskonalenia procesów powiązanych z oceną technologii.

Zakres zastosowania opisywanej metody ograniczony jest także z uwagi na formę samej oceny, jak również przeprowadzonego w celu jej zdobycia procesu oceny innowacyjnych technologii elektrycznych. W związku z tym należy wyszczególnić znaczące założenia dla tego procesu:

- 1) Przyjęcie do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej koncepcji zrównoważonego rozwoju, umożliwiającej praktykowanie zrównoważonego zarządzania przez organizację/przedsiębiorstwo.
- 2) Wielowymiarowość i wielokryterialność oceny, przeprowadzona ocena powinna ująć swym zakresem zasadnicze dla niej cechy, wymiary, atrybuty, jak również kierować się w oparciu o różne mierniki (np. czas ładowania, bezpieczeństwo itp.).
- 3) Obecność złożonych zależności pomiędzy elementami oceny jest wynikiem podejścia całościowego do oceny innowacyjnej technologii, gdzie wiele z nich jest ze sobą powiązane niebezpośrednio.
- 4) Poszczególne cechy, wymiary oraz atrybuty oddziałują na całkowitą ocenę innowacyjnej technologii np. dłuższy zasięg na jednym ładowaniu pojazdu z napędem elektrycznym jest istotny, gdyż czas ładowania jest stosunkowo długi w porównaniu do pojazdów z napędem tradycyjnym. Czas ładowania ma m.in. wpływ na aspekt technologiczny. Stosowna technologia w organizacji oddziałuje na poszczególne wymiary zrównoważonego rozwoju, jak również atrybuty innowacji.

Istotne jest wskazane złożoności oraz ważności procesu oceny innowacyjnej technologii elektrycznej z perspektywy działania całej organizacji, a także zaprezentować za pomocą algorytmu czynności w sposób uporządkowany według przyjętych metod. Ponadto przy ocenie innowacyjnych technologii stosowne jest kierowanie się racjonalnością metodologiczną działania⁴¹⁰, co w zastosowaniu praktycznym przekłada się na sformalizowany sposób postępowania zracjonalizowany w literaturze przedmiotu⁴¹¹. Dlatego więc, podczas przeprowadzenia oceny innowacyjnej technologii elektrycznej przebieg oceny winien opierać się na opracowanym wcześniej algorytmie działania.

Zdefiniowana we wstępie dysertacji teza oraz zaprezentowany zakres zastosowania metody oceny innowacyjnej technologii elektrycznej sygnalizują potrzebę wskazania jej zasadniczych cech. Konstruowana metoda powinna cechować się:

⁴¹⁰ Bolesta – Kukuła K., *Decyzje menedżerskie*, PWE, Warszawa 2003, s. 55-56.

⁴¹¹ Trocki M., Grucza B., Ogonek K., *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003, s. 15.

- pełnością analizy i oceny – jej zakres powinien obejmować wszelkie aspekty oceny m.in. funkcjonalności technologii, aspektu ekonomicznego oddziaływania technologii na zrównoważony rozwój oraz wskazania przewagi technologii elektrycznej w stosunku do produktów obecnych na rynku,
- uniwersalnością użycia – możliwość zastosowania metody do różnego typu innowacyjnych technologii/usług,
- adaptacyjnością praktyczną - możliwość adaptacji i użycia metody w różnych organizacjach/przedsiębiorstwach, które są aktywne na rynku oraz posiadają ukształtowaną strukturę organizacyjną,
- prostą budową – metoda o nieskomplikowanym procesie wdrożenia i użytkowaniu w organizacji bez ponoszenia dodatkowych kosztów w celu jej zastosowania,
- możliwością przeprowadzenia zestawienia uzyskanych wyników – zestawienie powinno przebiegać pionowo (między pojedynczymi typami innowacyjnych technologii użytkowymi w organizacji w przekroju czasowym) i poziomo (między typami innowacyjnych technologii użytkowymi w innych organizacjach posiadających podobną koncepcję zarządzania – w przekroju branżowym),
- stadialnością działania - wyłącznie przeprowadzanie wybranych działań według szczegółowej kolejności zagwarantuje wyrazistość oceny oraz umożliwi jej zweryfikowanie w przypadku potrzeby naniesienia poprawek celem dostosowania do bieżących uwarunkowań innowacyjnej technologii bądź organizacji.

Zaprezentowane wymagania dotyczące projektowanej metody powinny zagwarantować realizację celów głównych połączonych z jej późniejszym użyciem, do których należy zasadniczo ulepszenie ich logiczności metodologicznej oraz rzeczowej (rzetelne wybory i wdrożenia innowacyjnej technologii wraz z jej eksploatacją).

Zaczącie realizacji procesu oceny innowacyjnych technologii elektrycznych może być uwarunkowane wyodrębnieniem technologii o istotnej wartości dla działań zgodnych z koncepcją zrównoważonego zarządzania przedsiębiorstwem. Powinno przyjąć się także, że planowanie oraz przygotowanie analizy i oceny tego procesu winny przebiegać elastycznie oraz sprawnie. Ponadto wszystkie działania, które umożliwiają przygotowanie organizacji do analizy oraz oceny innowacyjnych technologii elektrycznych, kluczowej dla jej działania, należy przeprowadzać przed rozpoczęciem tego procesu. W skład powyższych działań można zaliczyć utworzenie grupy zadaniowej, która realizuje proces i ocenę (można również podzielić grupę na: realizującą proces oraz przeprowadzającą ocenę).

Grupę zadaniową do realizacji procesu i oceny innowacyjnej technologii elektrycznej w organizacji należy tworzyć takim sposobem, by każdy z jej członków posiadał odpowiednią wiedzę z zakresu m.in. badanej technologii bądź zrównoważonego rozwoju (jest to działanie niezbędne w celu stworzenia właściwie funkcjonującej grupy). Wskazane jest również, aby członkowie grupy zadaniowej mogli odnieść się do ocenianej innowacyjnej technologii ze swojego punktu widzenia tj. pracownicy zarządu pod względem osiągania założonych celów zgodnych ze zrównoważonym przedsiębiorstwem, natomiast pracownicy posiadający wiedzę techniczną na temat danej technologii np. odnośnie aspektu eksploatacyjnego itp. Godny podkreślenia jest fakt, iż grupa to miejsce „obróbki człowieka” pod kątem⁴¹² współpracy z innymi pracownikami (formowanie umiejętności interpersonalnych); pod względem zadaniowym (perspektywa na zaspokojenie osiągnięć). W toku formowania zespołu przechodzi się przez następujące fazy rozwoju⁴¹³: formowanie, budowanie, normowanie, a także działanie. Ponadto, aby móc ją nazwać zespołem, konieczne jest spełnienie określonych wytycznych przez grupę⁴¹⁴: skuteczne oraz dobrowolne łączenie celów z zadaniami przeprowadzanymi w organizacji (ocena innowacyjnej technologii); cele organizacji wiodą prym nad grupowymi w klasyfikacji ważności działań zespołu. W celu możliwości dokonania rzetelnej oceny innowacyjnej technologii elektrycznej, należy przeprowadzić selekcję pracowników do grupy zadaniowej, co jest naturalnym działaniem operacyjnym w organizacji.

3.3 Proponowana struktura metody oceny innowacyjnych technologii elektrycznych

Metoda oceny innowacyjnych technologii elektrycznych wykorzystywana w organizacji w celu umożliwienia jej działania w sposób efektywny⁴¹⁵, odpowiedzialny i zrównoważony, powinna być tak zbudowana, aby zawierała zaprezentowany w powyższej części dysertacji zakres wykorzystania przygotowywanej metody wraz ze wskazanymi jej cechami oraz założeniami wstępnymi. Powyższe czynniki poza metodą oceny również w istotny sposób wpływają na formę jej konstruowania.

W związku z powyższymi spostrzeżeniami opracowano algorytm proponowanej struktury metody oceny innowacyjnych technologii elektrycznych, który zawiera poniższe działania:

⁴¹² Mastyk – Musiał E., *Spółeczeństwo i organizacje*, UMCS, Lublin 1999, s. 63.

⁴¹³ Ibidem.

⁴¹⁴ Mastyk – Musiał E., *Organizacje w ruchu*, Oficyna ekonomiczna, Kraków 2003, s. 107.

⁴¹⁵ **Efektwny** – rozumiany jest jako „dający dobre wyniki, wydajny” np. wykorzystanie w organizacji innowacyjnej technologii, która niesie za sobą m.in. korzyści zarówno w aspekcie niepieniężnym oraz pieniężnym.

1. Ustalenie zakresu analiz w wyszczególnionych obszarach identyfikujących efekty niewymierne i wymierne, w wymiarach oraz atrybutach innowacji.
2. Określenie obiektów i ich cech oraz wyodrębnienie kosztów wraz z parametrami eksploatacyjnymi innowacyjnej technologii elektrycznej.
3. Ustalenie kryterium doboru obiektów, co da możliwość doboru odpowiedniej jednostki do określonego przeznaczenia.
4. Wyłonienie istotności cech oraz przypisanie im rang, wytypowanie i zhierarchizowanie grupy kluczowych parametrów techniczno – użytkowych (cechy), co da możliwość m.in. klasyfikacji wytypowanych obiektów pod względem rozwoju i ważności badanych cech, lepszego zrozumienia istotności poszczególnych cech w aspekcie zrównoważonego rozwoju oraz określenie usytuowania badanego obiektu w zestawieniu z innymi analizowanymi obiektami.
5. Określenie mierników oceny w poszczególnych wymiarach, które to wskaźniki są wykorzystywane w naukach tożsamych z przyjętymi aspektami zrównoważonego rozwoju. Wybór mierników zostanie dokonany przy pomocy analizy zastosowania przy ocenie realnej innowacyjnej technologii elektrycznej.
6. Określenie występujących zależności oraz niezgodności między wydzielonymi miernikami, dzięki czemu będzie możliwe sprawdzenie ich praktycznego zastosowania.
7. Wyodrębnienie stosownych celów zrównoważonego rozwoju właściwych do specyfikacji innowacyjnej technologii elektrycznej, dadzą możliwość pomiaru obszarów jej wpływu na zrównoważenie.
8. Opracowanie zakresów tematycznych poszczególnych wymiarów wraz z przypisaniem do nich stosownych mierników, co pozwoli również określić kryterium/kryteria oceny właściwych wymiarów i atrybutów innowacji.
9. Określenie możliwości oraz źródeł uzyskania danych w celu wytyczenia wskaźników realnych w procesie oceny.
10. Wyznaczenie techniki zespolenia poszczególnych mierników w obszarze wyodrębnionych zakresów tematycznych, które tworzą poszczególne wymiary oraz określają stopień zrównoważenia, kierunek upowszechnienia wraz z określeniem sposobu identyfikacji czynników o najkorzystniejszym i najmniej korzystnym wpływie innowacyjnej technologii elektrycznej na zrównoważenie.
11. Przeprowadzenie oceny dostępnych narzędzi, a także wytypowanie takiego, które umożliwi usprawnienie dokonywania procesu oceny innowacyjnej technologii

elektrycznej odnosząc się do cech wymiennych i niewymiennych w warunkach zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju.

Po wskazaniu algorytmu projektowania metody można zapoznać się z krokami realizowania oceny innowacyjnej technologii elektrycznej wykorzystywanej w organizacji w celu umożliwienia jej działania w sposób efektywny, odpowiedzialny i zrównoważony. Kolejność poszczególnych kroków jest następująca:

1. Rozpoczęcie procesu oceny innowacyjnych technologii elektrycznych wykorzystywanej w organizacji w celu umożliwienia jej działania w sposób efektywny, odpowiedzialny i zrównoważony jest warunkiem koniecznym do przeprowadzenia dalszych analiz oraz oceny całościowej. Proces ten można nakreślić za pomocą: determinanty innowacyjnej technologii elektrycznej formujące wieloaspektowość oceny oraz jej realizacji, uwarunkowania przebiegu oceny, w skład których wchodzi m.in.: poziom oraz niestałość segmentów otoczenia zewnętrznego, cele przeprowadzenia procesu oceny innowacyjnej technologii elektrycznej determinujące jego przebieg, znaczenie procesu dla całej organizacji (wpływ tego procesu na funkcjonowanie w różnych obszarach organizacji), dostępności zasobów determinujących tryby realizacji oceny. Jeśli personel odpowiedzialny za przeprowadzenie oceny innowacyjnej technologii elektrycznej uzna, iż nie powinno wykorzystywać się proponowanej metody np. z uwagi na niespełnienie założeń zaprezentowanych we wcześniejszej części rozprawy doktorskiej, powinien wskazać konkretną przyczynę podjętej decyzji, podpartą rzetelnymi argumentami.
2. Powołanie grupy pracowników odpowiedzialnych za wykonanie oceny procesu innowacyjnych technologii elektrycznych. W celu zagwarantowania jakości oraz obiektywizmu należy powołać osoby, które cechują się odpowiednią wiedzą z zakresu innowacyjnych technologii elektrycznych oraz koncepcji zrównoważonego rozwoju. Dobór odpowiednich osób do grupy zadaniowej umożliwi przeprowadzenie jej rzetelnej oceny dzięki czemu można będzie określić i zrealizować wybrane cele w aspekcie zrównoważonego zarządzania organizacją.
3. Wybór obiektów i ich cech, wymiarów, zakresów tematycznych, mierników wykorzystanych w dalszej ocenie⁴¹⁶. Koniecznie powinno się wziąć pod uwagę, czy

⁴¹⁶ Z spośród zaproponowanych w dalszej części rozprawy obiektów, cech, wymiarów, zakresów tematycznych oraz mierników można dokonać wyboru, aczkolwiek nie musi to nastąpić w tym zestawieniu (np. istotne jest

istnieje możliwość uzyskania niezbędnych danych w procesie oceny poprzez dostępne systemy w organizacji (np. informacyjno – decyzyjny). Ponadto należy zwrócić uwagę, aby nie tworzyć zbyt obszernej grupy/grup złożonych z cech oraz wymiarów i przypisanych do nich mierników. Doprowadzić to może do wystąpienia mnogości problemów (np. zbyt obszerna i czasochłonna ocena skutkująca mało rzetelnymi informacjami oraz zbyt długim procesem oceny) w procedurze dokonywania oceny. W związku z powyższym wskazane jest wyodrębnienie najistotniejszych obiektów i ich cech wraz z wymiarami oraz miernikami do nich przypisanymi.

4. Ustalenie wag do poszczególnych cech, wytypowanie najistotniejszych kosztów wraz z parametrami eksploatacyjnymi, określanie wartości wskaźników w wymiarach oraz atrybutach innowacji. Umożliwi to wskazanie ważności poszczególnych elementów oceny. W dalszym etapie będą one podstawą przeprowadzenia odpowiedniego połączenia ocen częściowych.
5. Oznajmienie wszystkim interesariuszom⁴¹⁷ zasad w przebiegu procesu oceny. Głównie przekazanie informacji o wyodrębnionych cechach, wymiarach, miernikach, koniecznych do oceny danych.
6. Monitorowanie procesu oceny innowacyjnych technologii elektrycznych wykorzystywanej w organizacji w celu administracyjnym oraz zbieranie zdobytych danych. W tym aspekcie zastosowana będzie głównie metoda obserwacji bezpośredniej, jak również utrwalanie pozyskiwanych danych związanych z eksploataowaniem innowacyjnej technologii elektrycznej. Na tym poziomie gromadzone będą wszystkie dane konieczne do obliczania zmiennych oraz wartości rzeczywistych mierników służących do przeprowadzenia oceny całościowej.
7. Przeprowadzenie analizy zgromadzonych danych częściowych w odrębnych elementach metody tj. obszarach identyfikujących efekty, wymiarach oraz

jakie ma cele do osiągnięcia organizacja oraz jaki rodzaj innowacyjnej technologii chce wykorzystać do zaspokojenia potrzeb).

⁴¹⁷ **Interesariusze** (*ang. stakeholders*) – „w pojęciu szerszym, stanowią każde organizacje lub osoby indywidualne, które uczestniczą w tworzeniu projektu (biorą czynny udział w jego realizacji) lub są bezpośrednio zainteresowane wynikami jego wdrożenia. Interesariusze mogą wywierać wpływ na daną organizację”, natomiast w węższym ujęciu przez interesariuszy rozumie się „grupy, bez wsparcia których organizacja przestałaby istnieć”. Dla potrzeb pracy przyjęto szersze ujęcie przedstawionej definicji - patrz Encyklopedia Zarządzania oraz Jeżak J., Społeczny wymiar sukcesu przedsiębiorstwa w świetle nadużyć końca XX wieku i początku XXI wieku, [w] Kreft Z., *Sukces organizacji – ujęcie zasobowe i procesowe*, Prace i Materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Sopot 2005, s.98-99.

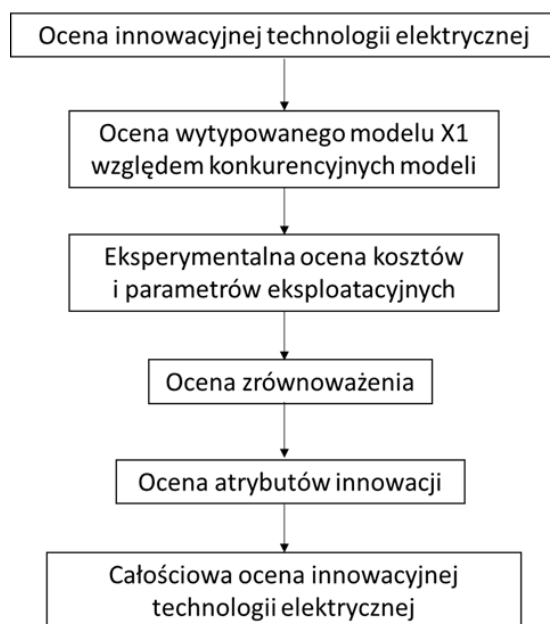
atrybutach innowacji. Bieżąca analiza danych umożliwi dokonanie w dalszym etapie całościowej oceny technologii.

8. Dokonania częściowych ocen zgromadzonych informacji, co umożliwi wychwycenie zaburzeń w przebiegu procesu oceny technologii elektrycznej.
9. Zasygnalizowanie personelowi tj. osobie/osobom decyzyjnym bądź jej/ich bezpośrednim zwierzchnikom o nieprawidłowościach w przebiegu procesu oceny technologii, które mogą zakłócić jej zgodność rzeczową. Do głównych zadań w tych okolicznościach należy: wyjaśnienie powstania zaburzeń (w kooperacji z personelem powiązany z tą technologią) oraz wskazanie ich wpływu na realizację całego procesu.
10. Dokonanie całościowej oceny innowacyjnej technologii elektrycznej, może odgrywać istotną rolę m.in. w: identyfikacji obszarów wymagających wsparcia ze strony producenta, ważności badanych cech, dostrzeżenia efektów wymiernych, jak również może pełnić rolę narzędzia przeznaczonego do określenia poziomu wpływu innowacyjnej technologii na zrównoważenie wraz z jej adopcją, umożliwiając tym samym organizacji postawienie rzeczywistych i możliwych do zrealizowania celów, wykorzystując innowacyjną technologię elektryczną.
11. Określenie wytycznych dotyczących zwiększenia rzeczowego i metodologicznego poziomu kolejnych ocen, które będą dotyczyły innowacyjnych technologii.

Istotnym założeniem proponowanej metody oceny innowacyjnej technologii elektrycznej jest umożliwienie organizacjom/przedsiębiorstwom niwelacji niezgodności między faktycznie podejmowanymi działaniami, a wcześniej przez nie zapowiadany, dając tym samym możliwość działania w sposób odpowiedzialny i zrównoważony jednocześnie redukując negatywne skutki uboczne generowane przez nie. Jedną z istotniejszych części projektowanej metody oceny innowacyjnej technologii jest dokonanie analizy w obszarach identyfikujących efekty, w wymiarach oraz w atrybutach innowacji. „Cechą wspólną analizy we wszystkich zastosowaniach jest to, że jest ona środkiem poznania i oceny złożonych zjawisk i procesów”⁴¹⁸. Tak więc, przeprowadzenie tego rodzaju analizy oraz oceny da możliwość sprawdzenia tezy odnoszącej się do oczekiwanych korzyści w aspekcie efektów niewymiernych i wymiernych, określenia poziomu zrównoważenia oraz adopcji eksploatowanej innowacyjnej technologii elektrycznej.

⁴¹⁸ Garbusiewicz W., *Podstawa analizy finansowej*, PWE, Warszawa 2002, s. 11.

Konstrukcja metody oceny zawiera wszystkie założenia i uwarunkowania zaprezentowane we wcześniejszej części dysertacji, co czyni ją złożoną. Dlatego w celu możliwości korzystania z niej w sposób łatwy, przystępny i zrozumiały w organizacji/przedsiębiorstwie, jej idea oraz przebieg zostanie zaprezentowany w uproszczonym schemacie blokowym - *Rysunek 3.1.*



Rysunek 3.1. Schemat blokowy proponowanej metody całościowej oceny technologii elektrycznej

Źródło: Opracowanie własne

Przebieg zaproponowanej całościowej metody oceny technologii elektrycznej z uwzględnieniem przeprowadzonych badań ilościowych i jakościowych jest następujący:

- ocena wytypowanego modelu X1 względem konkurencyjnych modeli (badania ilościowe) - identyfikacja efektów niewymiernych ekonomicznie (niepieniężnych) za pomocą metody umożliwiającej porównywanie obiektów wielocechowych,
- eksperymentalna ocena kosztów i parametrów eksploatacyjnych (badania ilościowe) - wskazanie efektów wymiernych ekonomicznie (pieniężnych) uzyskiwanych przy eksploatacji wybranego pojazdu z napędem elektrycznym, określając tym samym efekty ekonomiczne wymierne, jakie niesie za sobą eksploatowana technologia elektryczna,
- ocena zrównoważenia (badania jakościowe) – określenie poziomu wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej na poszczególne wytypowane wymiary, realizację wybranych celów oraz określenie poziomu zrównoważenia. Ocena

wzbogacona o analizę kontekstową wybranych wymiarów zastosowanych do nakreślenia determinant wpływających na wymiar o najkorzystniejszym i najmniej korzystnym oddziaływaniu na zrównoważenie,

- ocena atrybutów innowacji (badania jakościowe) – określenie kierunku upowszechnienia innowacyjnej technologii elektrycznej,
- całościowa ocena innowacyjnej technologii elektrycznej – obrazuje efekty niewymierne ekonomicznie, efekty ekonomicznie wymierne, poziom zrównoważenia w poszczególnych wymiarach wraz z uprzystępnieniem współczynnika do jednej liczby m.in. do kompleksowej oceny wpływu wszystkich wymiarów na zrównoważony rozwój i wybranymi jego celami. Wskazuje również na zachodzące uwarunkowania oraz kierunek upowszechnienia innowacyjnej technologii elektrycznej.

Ponadto zaproponowana powyższa metoda cechuje się uniwersalnością. Można ją zastosować zarówno do oceny innowacyjnych technologii/usług, jak również do oceny technologii/usług tradycyjnych. Odnosnie oceny technologii/usług tradycyjnych przedstawioną metodą, można domniemywać, iż jej forma jest zbyt mocno rozbudowana o element/elementy, które nie są konieczne w celu przeprowadzenia odpowiedniej oceny (np. nie ma rozsądnych przesłanek, aby oceniać poziom upowszechnienia tradycyjnej technologii będącej hipotetycznie w fazie dojrzałości rynkowej). Natomiast wskazane jest, aby przed zastosowaniem powyższej metody do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej w organizacji/przedsiębiorstwie zapoznać się z jej szczegółowym przebiegiem zobrazowanym na schemacie i opisie umieszczonym w dalszej części pracy. Działanie to m.in. umożliwi przeprowadzenie rzetelnej i wiarygodnej oceny innowacyjnej technologii poprzez właściwe jej zastosowanie. Ponadto zastosowane podejście da możliwość odpowiedniego dostosowania metody do swoistych potrzeb danej organizacji/przedsiębiorstwa.

Przed przystąpieniem do analizy przebiegu metody oceny innowacyjnej technologii opartej o szczegółowy jej schemat, badacz przeprowadził weryfikację innowacyjności oraz zrównoważenia wytypowanego modelu X1. Wydawać się może, że jest to działanie niecelowe, jednak należy podkreślić, iż przy niewłaściwym rozpoznaniu przedmiotu badań przeprowadzona ocena mogłaby okazać się nierzetelna i mało wiarygodna. Działanie to ma charakter prewencyjny, mając na celu uniknięcie wady jakościowej (np. nieprawidłowa ocena technologii spowodowana niewłaściwym rozpoznaniem przedmiotu badawczego pod kątem

spełnienia wymagań innowacyjności oraz zrównoważenia), jak również utrzymania jakości badania⁴¹⁹.

3.4 Zweryfikowanie innowacyjności oraz zrównoważenia innowacyjnej technologii elektrycznej

3.4.1 Ekoinnowacja w branży motoryzacyjnej na przykładzie pojazdu elektrycznego BMW i3

Na przełomie lat 90 ubiegłego wieku zamierzano przystosować samochody spalinowe do napędu elektrycznego (Fita Panda, Renault Clio, Toyota Rav4 i inne)⁴²⁰. Adaptacja polegała na rozmieszczeniu akumulatorów w podwoziu, w komorze silnika i innych miejscach umożliwiających osadzenie baterii. Obecnie większość producentów aut odchodzi od tego typu rozwiązań, gdyż na potrzeby pojazdów elektrycznych struktura aut projektowana jest wyłącznie pod ten sektor. Oprócz zmian technologicznych w pojazdach z napędem elektrycznym, które są mało zauważalne na pierwszy rzut oka (bez zapoznania się z ich dokładną budową i zastosowaną technologią), przeciętny kierowca nie zauważa różnicy między autem elektrycznym i tradycyjnym. Dlatego producenci zabiegają, aby ten rodzaj pojazdów odróżniał się od samochodów tradycyjnych (np. nowoczesna konstrukcja/bryła pojazdu, pełne felgi, zabudowa osłony chłodnicy itd.). Zasadniczy powód prowadzonych zmian/udoskonaleń odróżniających pojazdy elektryczne od spalinowych to m.in. zwiększenie ich funkcjonalności i efektywności (np. lepsza aerodynamika obniża zużycie prądu, co przekłada się na wydłużenie zasięgu pojazdu elektrycznego). Wyróżnia się kluczowe różnice pomiędzy tradycyjnym

⁴¹⁹ W tym celu badacz wzorował się na koncepcji *Total Productive Maintenance*, której jeden z obszarów działania nazywany filarem mówi o tym, że „Utrzymanie jakości (Quality Maintenance) dotyczy produkcji bez wad, uzyskanej poprzez dobranie właściwych narzędzi jakości, które weryfikują i poprawiają jakość finalnego produktu. Aby uniknąć wad w produkcie końcowym stosuje się działania prewencyjne np. analizę techniczną newralgicznych miejsc w linii technologicznej”, w tym wypadku zastosowano działania prewencyjne mające na celu analizę przedmiotu badawczego, zapobiegając tym samym poddaniu ocenie niewłaściwej technologii, a tym samym zapobiegnięcie nierzetelnej oceny tzw. wady jakościowej; Kowalski D.J., Iliska A., *Metoda TPM w optymalizacji procesów produkcyjnych*, Wydawnictwo SIGMA-NOT, Przegląd Włókienniczy - Włókno, Odzież, Skóra, Wydawnictwo SIGMA-NOT 2018, s. 14.

⁴²⁰ Samochód elektryczny a spalinowy. Oto największe różnice,
<https://businessinsider.com.pl/technologie/nowe-technologie/auta-elektryczne-i-spalinowe-jakie-sa-roznice/jcdgwfv>

środkiem transportu a pojazdem elektrycznym BEV, w którym zastosowano następujące rozwiązania^{421,422,423,424}.

- rozkład masy pojazdu elektrycznego - obniżenie środka ciężkości pojazdu poprzez umieszczenie akumulatorów trakcyjnych w płycie podłogowej pojazdu. Rozwiązanie to zapewnia elastyczność w rozłożeniu ciężaru, co przekłada się na większe bezpieczeństwo oraz pozwala na większą swobodę projektowania,
- nietypowy rozmiar opon 155/70 R19 – rozwiązanie zapewnia lepszą aerodynamikę oraz opór toczenia⁴²⁵,
- akumulatory trakcyjne,
- silnik elektryczny,
- rekuperacja - oszczędność energii,
- ładowanie indukcyjne;
- emisja spalin – brak,
- emisji hałasu – niska,
- integracja pojazdów elektrycznych z systemem elektroenergetycznym.

Zgodnie z definicją z Podręcznika Oslo innowacja - „to wdrożenie nowego lub znacząco udoskonalonego produktu (wyrobu lub usługi) lub procesu, nowej metody marketingowej lub nowej metody organizacyjnej w praktyce gospodarczej, organizacji miejsca pracy lub stosunkach z otoczeniem”⁴²⁶. Pojazdy elektryczne znacznie odbiegają technologicznie od swoich odpowiedników tradycyjny m.in. inna forma napędu, brak spalin, integracja pojazdów elektrycznych z systemem elektroenergetycznym itd. Wzorując się na definicji innowacji zaproponowanej w Podręczniku Oslo oraz powyżej wymienionych kluczowych udoskonaleń, nowych funkcji wdrożonych w pojazdach z napędem elektrycznym można zakwalifikować ten typ pojazdu jako innowację.

Ekoinnowacja - pojazd elektryczny BMW i3 w świetle definicji Komisji Europejskiej

W literaturze przedmiotu coraz częściej mówi się o ekologicznych innowacjach. W rozdziale poświęconym innowacjom zostało nadmienione, że nie zawsze innowacja może

⁴²¹ A Comparison between EVs and standard Combustion Vehicles,
file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Sub_44%20(1).pdf

⁴²² <http://www.suntecautoglass.com/blog/2018/07/03/electric-vs-combustion-engine-what-are-the-differences.html>

⁴²³ <http://www.miamilakesautomall.com/chevy-blog/differences-electric-vehicles-internal-combustion-engines/>

⁴²⁴ Samochód elektryczny a spalinowy. Oto największe różnice, op. cit.

⁴²⁵ <https://motofocus.pl/informacje/nawosci/11541/bridgestone-dostarcza-opony-do-bmw-i3>

⁴²⁶ Podręcznik Oslo, Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji, Wydanie Trzecie, s.48.

wpływać korzystnie na ekologię. Dlatego należy poddać ocenie czy innowacja jest również ekoinnowacją. Definicja zaproponowana przez Komisję Europejską mówi, że **innowacje ekologiczne to „wszelkie formy innowacji zmierzające do znacznego i widocznego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju, poprzez ograniczanie negatywnego oddziaływania na środowisko lub osiąganie większej skuteczności i odpowiedzialnego korzystania z zasobów naturalnych”**⁴²⁷.

Wyróżnia się również zasadnicze typy **innowacji ekologicznych**^{428,429}: **produktowe, procesowe (technologiczne), organizacyjne, marketingowe**. Według raportu Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych i producenta BMW GROUP pojazd elektryczny BMW i3 cechuje się innowacyjnością oraz aspektem ekologicznym^{430,431,432}:

- innowacyjne rozwiązania aerodynamiczne (niższy opór powietrza przekłada się na mniejsze zużycie energii oraz dłuższy zasięg),
- zastosowanie materiałów z surowców odnawialnych i odzysku,
- wykluczenie tworzyw sztucznych,
- 100% energii wykorzystanej do produkcji włókien węglowych zastosowanych w pojeździe elektrycznym BMW i3 pochodziło z elektrowni wodnej,
- 100% energii wykorzystanej do produkcji BMW i3 (Lipno) pochodziło z elektrowni wiatrowej,
- 50% zredukowano zużycie energii w porównaniu do produkcji innych modeli,
- zmniejszenie hałasu oraz zanieczyszczeń w miastach,
- wprowadzenie trybu ECO PRO redukuje zużycie energii, co przekłada się na wydłużony zasięg,
- 95% pojazdu BMW i3 można poddać recyklingowi,
- zużyte akumulatory trakcyjne można ponownie wykorzystać jako zbiorniki energii w instalacjach fotowoltaicznych,

⁴²⁷ Olejniczak K., *Innowacje ekologiczne jako narzędzie wspierania zrównoważonego rozwoju*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Zarządzanie Nr 19 (2015), s. 56., [za] *Competitiveness and Innovation Framework Programme*, European Commission, Brussels 2007.

⁴²⁸ Matejun M., *Zarządzanie innowacjami ekologicznymi we współczesnym przedsiębiorstwie*, [w:] *Rozwój zrównoważony – zarządzanie innowacjami ekologicznymi*, red. Grądzki R., Matejun M., Media Press, Katedra Podstaw Techniki i Ekologii Przemysłowej Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009, s. 21-22.

⁴²⁹ Publikacja Oslo: Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji, Wydanie trzecie, OECD/Wspólnoty Europejskiej, 2005.

⁴³⁰ Podsumowanie projektu pilotażowego, Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych, Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, Warszawa 2019, s. 20.

⁴³¹ https://www.bmw.pl/content/dam/bmw/marketPL/bmw_pl/topics/pricelists-brochures/brochures/BMW_Catalogue_i3_i3s_0219.pdf

⁴³² <https://www.bmw.pl/pl/topics/fascination-bmw/electromobility/samochody-elektryczne.html>

- zastosowane włókna węglowe w pojeździe BMW i3 można poddać ponownej obróbce.

Powyższe innowacyjne rozwiązania, modernizacje, udoskonalenia zastosowane w pojeździe elektrycznym BMWi3 oraz w procesie produkcyjnym świadczą o wystąpieniu ekoinnowacji w obszarze procesowym *technologicznym* (np. wprowadzenie i/lub zamiana środków produkcji surowcami unowocześnionymi w celu usprawnienia produktu obecnego na rynku bądź wdrożenie zupełnie nowego) i produktowym (np. modernizacja technologii produkcji bądź wprowadzenie nowej, która zredukuje oraz umożliwi ograniczenie ujemnych następstw wynikających z jej eksploatacji wraz docieraniem z wyrobem do klientów). Ponadto **o innowacji ekologicznej⁴³³ mówimy wtedy, jeśli innowacja procesowa (technologiczna) oraz innowacja produktowa zmierzają do poprawy gospodarki naturalnej poprzez zabezpieczenie szkodliwych opadów z procesów produkcyjnych wraz z redukcją pozostałości (np. odzysk, recykling)⁴³⁴. Pojazd elektryczny BMW i3 spełnił powyższe kryteria m.in.: posiada innowacyjne rozwiązania, znaczne usprawnienia na etapie produkcji i inne, które są zgodne z koncepcją zrównoważonego rozwoju, dlatego można ten rodzaj pojazdu zakwalifikować jako ekoinnowację.**

3.4.2 Zgodność technologii elektrycznej ze zrównoważonym rozwojem na przykładzie pojazdu elektrycznego BMW i3

Pojazd z napędem elektrycznym BMW i3 jest produkowany przez niemiecki koncern motoryzacyjny BMW Group klasy premium. Na rynku polskim obecny jest od końca 2013 roku⁴³⁵. Natomiast w 2016 roku w Polsce BMW było liderem pod względem sprzedaży pojazdów elektrycznych. BMW Group jest jednym z wiodących producentów samochodowych wpływających korzystnie na zrównoważony rozwój i mocno się z nim utożsamiającym, „w BMW Group wierzymy, że zrównoważony rozwój stanowi inwestycję w naszą przyszłość”⁴³⁶. To przesłanie widnieje na stronie BMW Group, a szczytna koncepcja jest urzeczywistniana w sposób kompleksowy. Zakresem działań objęte są wszystkie struktury firmy, a pracownicy są zaangażowani w realizację idei zrównoważonego rozwoju. Firma wyznacza sobie długofalowe cele w wybranych obszarach działalności. Aby możliwe było urzeczywistnienie założeń konsekwentnie doskonalili strategię, czego dowodem jest efektywne

⁴³³ Gajda P., Bajdur W.M., Innowacje w aspekcie zrównoważonego rozwoju społeczno – gospodarczego, Tom I, Artykuły IZIP 2016, s. 58.

⁴³⁴ Janikowski R., *Analiza warunków rozwoju technologii środowiskowych w Polsce*, Technologie Ekoinnowacyjne w Badaniach i Praktyce. Wydaw. Ekonomia i Środowisko, Katowice, 2006.

⁴³⁵ http://superauto24.se.pl/nawosci/elektryczne-bmw-i3-w-sprzedazy-cena-auta-w-polsce-od-140-900-zl_340989.html;

⁴³⁶ Zrównoważony rozwój, www.bmw.pl/pl/topics/fascination-bmw/bmw_CSR/zrownowazony-rozwoj.html

wykorzystanie zasobów i stopniowe obniżanie poziomu emisji CO₂ we flocie BMW. Działania skupiły się również ku obniżeniu zużycia energii. Obecnie ponad pięćdziesiąt procent energii zużywanej na całym świecie przez BMW Group wykorzystywanych jest ze źródeł odnawialnych. Koncepcję zrównoważonej mobilności urzeczywistniono wprowadzając w pełni elektryczny samochód - BMW i3⁴³⁷. W podrozdziale poświęconym innowacjom i ekoinnowacjom autor pracy wyszczególnił kluczowe czynniki rzutujące na to, że pojazd BMW i3 jest również ekoinnowacją. BMW Group do produkcji pojazdu elektrycznego zastosowano rozwiązania, które oddziałują na zrównoważony rozwój. Filary wpływające na realizację zrównoważonego rozwoju innowacyjne prezentuje *Tabela 3.1*.

Termin *ekoinnowacja* zwraca się do wszystkich rodzajów innowacji tj. technicznych oraz pozatechnicznych umożliwiających rozwój przedsiębiorstw, jak również wpływających korzystnie na środowisko naturalne w wyniku powstrzymania negatywnego wpływu wytwórczości na jego części, czy też usprawnienie wykorzystania bogactw naturalnych⁴³⁸.

Odwołując się do powyższych definicji o innowacji i ekoinnowacji, pojazd z napędem elektrycznym BMW i3 doskonale wpisuje się w ich ramy, tym samym świadczy to, że jest to „nowość” technologia oraz ekologiczna o korzystnym wpływie zgodnym z ideą zrównoważonego rozwoju. Harmonijność tą przedstawia *Tabela 3.1*, która obrazuje w jaki sposób ograniczane są negatywne oddziaływania wytwórczości na środowisko oraz racjonalne gospodarowanie bogactwami naturalnymi. Przeprowadzona analiza uwypukla i obrazuje czynniki pozytywnego wpływu ekoinnowacji tj. pojazdu z napędem elektrycznym BMW i3 na środowisko naturalne oraz zrównoważony rozwój.

⁴³⁷ Kowalski D.J., Depta A., Sustainable development in electromobility, Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, Organizacja i Zarządzanie, z. 73, 2019.

⁴³⁸ Ekoinnowacje, *Klucz do przyszłej konkurencyjności Europy*, Komisja Europejska, <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/pl.pdf> (7.04.2016).

Tabela 3.1. Wpływ aparatu wytwórczego i pojazdu z napędem elektrycznym na zrównoważony rozwój

Wpływ pojazdu elektrycznego BMW i3 na zrównoważony rozwój		
Filary wpływające na realizację zrównoważonego rozwoju ^{439,440,441}	ograniczenie negatywnego oddziaływania wytwórczości na środowisko	zapewnienie większej skuteczności i odpowiedzialności w zakresie korzystania z zasobów naturalnych
innowacyjne rozwiązania aerodynamiczne (niższy opór powietrza przekłada się na mniejsze zużycie energii oraz dłuższy zasięg),	TAK	TAK
zastosowanie materiałów z surowców odnawialnych i odzysku,	TAK	TAK
wykluczenie tworzyw sztucznych,	TAK	TAK
100% energii wykorzystanej do produkcji włókien węglowych zastosowanych w pojeździe elektrycznym BMW i3 pochodziło z elektrowni wodnej,	TAK	TAK
100% energii wykorzystanej do produkcji BMW i3 (Lipko) pochodziło z elektrowni wiatrowej,	TAK	TAK
50% zredukowano zużycie energii w porównaniu do produkcji innych modeli,	TAK	TAK
zmniejszenie hałasu oraz zanieczyszczeń w miastach,	TAK	NIE
wprowadzenie trybu ECO PRO redukuje zużycie energii co przekłada się na wydłużony zasięg,	TAK	TAK
95% pojazdu BMW i3 można poddać recyklingowi,	TAK	TAK
zużyte akumulatory trakcyjne można ponownie wykorzystać jako zbiorniki energii w instalacjach fotowoltaicznych.	TAK	TAK

Źródło: opracowanie własne

⁴³⁹ Podsumowanie projektu pilotażowego, Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych, Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, Warszawa 2019, s. 20.

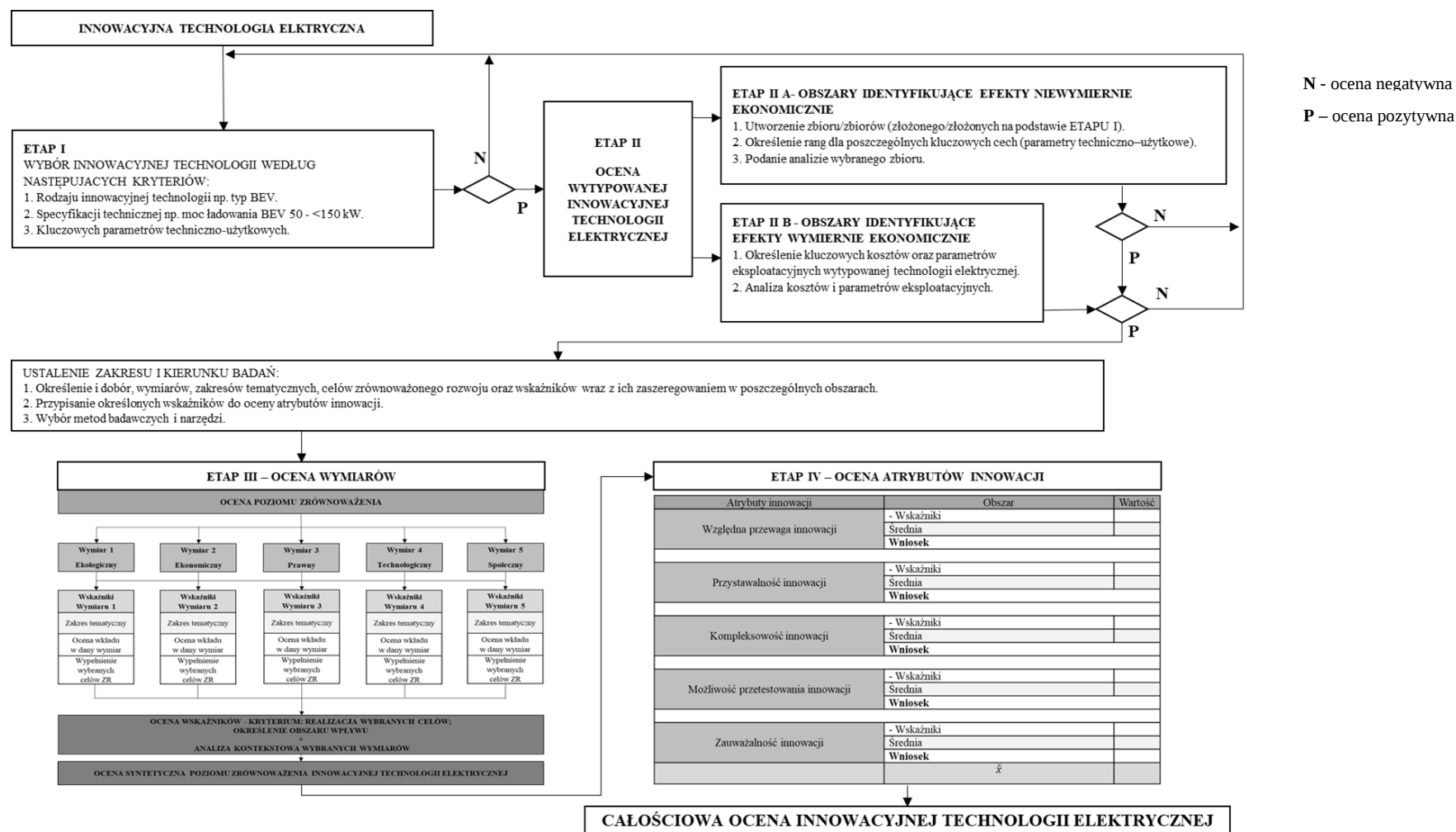
⁴⁴⁰ https://www.bmw.pl/content/dam/bmw/marketPL/bmw_pl/topics/pricelists-brochures/brochures/BMW_Catalogue_i3_i3s_0219.pdf.

⁴⁴¹ <https://www.bmw.pl/pl/topics/fascination-bmw/electromobility/samochody-elektryczne.html>.

3.5 Konstrukcja całościowej metody oceny innowacyjnej technologii elektrycznej

W niniejszej części rozprawy doktorskiej skoncentrowano się na zagadnieniach metodycznych, głównie na celach, metodach oraz technikach w wykorzystanych badaniach empirycznych m.in. na: kryterium doboru innowacyjnej technologii elektrycznej, badaniach ilościowych (wskazanie efektów wymiernych ekonomicznie i efektów ekonomicznie niewymiernych, jakie niesie za sobą eksploatowana technologia elektryczna), badaniach jakościowych określających poziom zrównoważenia i upowszechnienia innowacyjnej technologii elektrycznej oraz całościowej jej ocenie. Określono szczegółowo przebieg według podziału na etapy proponowanej metody oceny całościowej innowacyjnej technologii elektrycznej, co przedstawia *Rysunek 3.2* oraz dość dogłębnie przedstawia opracowanie narzędzi badawczych (np. w badaniach ilościowych - dobór obiektów i cech, przypisanie im rang, wybór metod badawczych; w badaniach jakościowych - określenie wymiarów, wybór celów zrównoważonego rozwoju, dobór zakresów tematycznych i mierników wraz z ich zaszerzegowaniem w poszczególnych wymiarach oraz uwarunkowaniach; przypisanie określonych mierników do oceny atrybutów innowacji oraz opis metod badawczych i narzędzi).

Wykorzystane podejście metodyczne ma istotnie znaczenie na poprawność wnioskowania, a także na wyniki badań, toteż jego zaprezentowanie jest konieczne do weryfikacji celowości działań oraz wybranej procedury badawczej.



Rysunek 3.2. Szczegółowy schemat przebiegu proponowanej metody oceny całościowej innowacyjnej technologii elektrycznej

Źródło: opracowanie własne

3.6 Wybór innowacyjnej technologii według następujących kryteriów.

W polskich miastach, główny środek transportu to nadal pojazd z napędem tradycyjnym (spalinowym), który charakteryzuje się m.in. emisją szkodliwych spalin oraz nadmiernym hałasem. Wymienione czynniki wpływają negatywnie zarówno na otoczenie, jak i na środowisko naturalne. W celu poprawy nadmienionej sytuacji, powinno podjąć się działania minimalizujące niekorzystne oddziaływania „brudnego” transportu w aglomeracjach miejskich. Istnieje innowacyjna technologia elektryczna (pojazd z napędem elektrycznym), która może wpłynąć na poprawę obecnego stanu. Samochody elektryczne według Rudnickiego są to prawie idealne środki transportu, które spełniają swoją rolę na obszarze miejskim⁴⁴². Do zasadniczych zalet pojazdów z napędem elektrycznym należą⁴⁴³:

- odzyskiwanie energii podczas hamowania,
- niska emisja hałasu,
- brak spalin (samochód nie emituje dwutlenku węgla),
- niższe ryzyko detonacji, pożaru samochodu w zestawieniu z tradycyjnymi modelami,
- i inne korzyści.

Odnosząc się do powyższego oraz do przeprowadzonej we wcześniejszej części pracy weryfikacji na temat innowacyjności oraz zrównoważenia pojazdu z napędem elektrycznym, potwierdza się zasadność określania tego środka transportu mianem, innowacyjnej technologii elektrycznej, jak również zasadność jej wyboru do celów badawczych.

Po rozpoznaniu przedmiotu badań przystąpiono do wyboru innowacyjnej technologii elektrycznej, która została przeprowadzona według następujących kryteriów:

- rodzaju napędu - typ BEV,
- podział uwzględniający moc ładowania tj. typ - małe pojazdy (pojazdy miejskie) o mocy ładowania 50 - <150 kW (szerzej w Rozdziale 2.4.2).

Istotną rolę podczas doboru właściwego pojazdu elektrycznego zgodnego z potrzebami i wymaganiami danej organizacji/przedsiębiorstwa odgrywają parametry techniczno-użytkowe, które można poddać analizie w celu wyłonienia m.in. najbardziej odpowiedniego pojazdu do eksploatacji. Należy zaznaczyć, iż wybór właściwych parametrów techniczno – użytkowych może okazać się zadaniem dość skomplikowanym z uwagi na to, iż jest to nowa i mało rozpowszechniona technologia. Wiąże się z tym, iż przy wyborze parametrów techniczno – użytkowych w pojeździe tradycyjnym kładzie się nacisk na inne aspekty niż

⁴⁴² Rudnicki T., Pojazdy z silnikami elektrycznymi, op. cit. s. 245.

⁴⁴³ Ibidem.

w samochodzie elektrycznym (np. zasięg pojazdu z napędem tradycyjnym na jednym baku paliwa nie będzie kluczowym aspektem brany pod uwagę m.in. podczas zakupu w odróżnieniu do pojazdu z napędem elektrycznym, dla którego jest to istotna cecha pod względem eksploatacyjnym). W związku z tym, iż występuje dość obszerny zbiór parametrów techniczno – użytkowych predestynowanych dla pojazdów z napędem elektrycznym w celu możliwości przeprowadzenia rzetelnej i wiarygodnej oceny innowacyjnej technologii elektrycznej, konieczne jest wyłonienie najistotniejszych z nich. Dlatego badacz przeprowadził dodatkowo badanie wśród ekspertów w branży motoryzacyjnej (elektromobilności), którzy m.in. wytypowali oraz zhierarchizowali kluczowe, poniższe parametry techniczno – użytkowe:

- Zasięg w cyklu WLTP - cykl mieszany (km);
- Czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW w (min.);
- Pojemność akumulatora w (kWh);
- Domowe gniazdko ładowania (min.);
- Zużycie energii w (kWh/100 km);
- Szybkie ładowanie DC prąd trójfazowy (min.);
- Moc silnika elektrycznego w (kW);
- Przyspieszenie 0-100 km/h w (s);
- Pojemność bagażnika w (L);
- Prędkość maksymalna na napędzie elektrycznym w (km/h);
- Moc ładowarek (kW);
- Silnik elektryczny: maks. moment obrotowy (Nm);
- Masa własna w (kg).

Wyodrębniona i sklasyfikowana przez ekspertów powyższa grupa 13 parametrów techniczno – użytkowych zostanie objęta analizą w dalszej części dysertacji.

3.7 Obiekty i obszary i identyfikujące efekty niewymierne ekonomicznie⁴⁴⁴

W celu utworzenia zbioru wykorzystano kryteria doboru innowacyjnej technologii elektrycznej z etapu I tj.: rodzaju napędu - typ BEV; podział uwzględniający moc ładowania tj.

⁴⁴⁴ Rozdział oparty głównie na informacjach umieszczonych przez producentów pojazdów elektrycznych: <https://www.skoda-auto.com/news/news-detail/citigo-e-iv>; <https://www.volkswagen.pl/pl/modele-i-konfigurator/e-up.html>; <https://www.opel.pl/samochody/corsa-wersje/corsa-e/index.html>; <https://antyweb.pl/elektryczny-opel-corsa-e-polska-cena/> ; <https://ev-database.org/car/1168/Peugeot-e-208>; <https://www.peugeot.pl/gama/nasze-samochody/nowy-peugeot-208/nowy-peugeot-e-208.html>; <https://www.renault.pl/samochody-elektryczne/premiera-zoe.html>; <https://www.auto-swiat.pl/testy/testy-nowych-samochodow/nowe-renault-zoe-zasieg-do-390-km-test/ckdc4rf>; <https://www.renault.pl/samochody-elektryczne/zoe/akumulator-i-ladowanie.html>; <https://www.volkswagen.pl/pl/modele-i-konfigurator/e->

typ - małe pojazdy (pojazdy miejskie) o mocy ładowania 50 - <150 kW. W wyniku przeprowadzonej selekcji pojazdów elektrycznych został utworzony zbiór złożony z 15 najpopularniejszych pojazdów elektrycznych typu miejskiego dostępnych na rynku polskimi i są to:

- 1- Skoda CITIGOe iV;
- 2- Volkswagen e-UP!;
- 3- Opel Corsa-e;
- 4- Peugeot e-208;
- 5- Renault Zoe R110;
- 6- Renault Zoe R135;
- 7- R135;
- 8- Nissan Leaf;
- 9- Nissan Leaf e+;
- 10- Hyundai Kona 39,2 kWh;
- 11- Hyundai Kona 64 kWh;
- 12- BMW i3;

[golf.html; https://www.nissan.pl/pojazdy/nowe-pojazdy/leaf.html](https://www.nissan.pl/pojazdy/nowe-pojazdy/leaf.html); https://www-europe.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/pl/brochures/Techdata/Nissan_LEAF_Dane_techniczne_i_Akcesoria.pdf;
https://www.hyundai.pl/Samochod/Ekologiczne/kona_electric?ds_rl=1259185&ds_rl=1276846&ds_rl=1277143&ds_rl=1276846&ds_rl=1277143&gclid=CjwKCAjwhOD0BRAQEiwAK7JHmB7PiZoeaw_bIDNeTpTjwynOZdUrzAJC9a1jzrOLKgKeQCvcCA-YVxoCOQUQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds;
https://www.hyundai.pl/fileadmin/user_upload/cenniki/Cennik_KONA_Electric_PY2019.pdf,
<https://www.bmw.pl/pl/all-models/bmw-i/i3/2017/dane-techniczne.html#tab-0>;
<https://www.bmw.com.mt/en/all-models/bmw-i/i3/2020/bmw-i3-technical-data.html#tab-1>;
<https://www.evspecifications.com/en/model/8c5dcc>;
https://www.mini.com.pl/pl_PL/home/range/electric/peace-of-mind.html#cost_consumption;
<https://www.skoda-auto.com/news/news-detail/citigo-e-iv>; <https://www.volkswagen.pl/pl/modele-i-konfigurator/e-up.html>; <https://www.opel.pl/samochody/corsa-wersje/corsa-e/index.html>;
<https://antyweb.pl/elektryczny-opel-corsa-e-polska-cena/>; <https://ev-database.org/car/1168/Peugeot-e-208>;
<https://www.peugeot.pl/gama/nasze-samochody/nowy-peugeot-208/nowy-peugeot-e-208.html>;
<https://www.renault.pl/samochody-elektryczne/premiera-zoe.html>; <https://www.auto-swiat.pl/testy/testy-nowych-samochodow/nowe-renault-zoe-zasieg-do-390-km-test/ckdc4rf>; <https://www.renault.pl/samochody-elektryczne/zoe/akumulator-i-ladowanie.html>; <https://www.volkswagen.pl/pl/modele-i-konfigurator/e-golf.html>; <https://www.nissan.pl/pojazdy/nowe-pojazdy/leaf.html>; https://www-europe.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/pl/brochures/Techdata/Nissan_LEAF_Dane_techniczne_i_Akcesoria.pdf;
https://www.hyundai.pl/Samochod/Ekologiczne/kona_electric?ds_rl=1259185&ds_rl=1276846&ds_rl=1277143&ds_rl=1276846&ds_rl=1277143&gclid=CjwKCAjwhOD0BRAQEiwAK7JHmB7PiZoeaw_bIDNeTpTjwynOZdUrzAJC9a1jzrOLKgKeQCvcCA-YVxoCOQUQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds;
https://www.hyundai.pl/fileadmin/user_upload/cenniki/Cennik_KONA_Electric_PY2019.pdf;
<https://www.bmw.pl/pl/all-models/bmw-i/i3/2017/dane-techniczne.html#tab-0>;
<https://www.bmw.com.mt/en/all-models/bmw-i/i3/2020/bmw-i3-technical-data.html#tab-1>;
https://www.hyundai.pl/fileadmin/Katalogi/Katalog_Hyundai_IONIQ_2020.pdf;
<https://www.evspecifications.com/en/model/8c5dcc>;
https://www.mini.com.pl/pl_PL/home/range/electric/peace-of-mind.html#cost_consumption

- 13- BMW i3s;
- 14- Hyundai Ioniq;
- 15- Mini Coopera SE Electric.

Zasadniczym celem badania jest analiza parametrów techniczno-użytkowych pojazdów elektrycznych ukierunkowana na przeprowadzenie oceny cech niewymiernych. W wyłonionej grupie pojazdów elektrycznych „miejskich” znajduje się model BMW i3, który zasila firmowy park samochodów posiadanych przez Lasy Państwowe. Zważywszy na ten aspekt model BMW i3 został ujęty oraz wyszczególniony w przedmiocie badań. Pierwszy etap badań polegał na wytypowaniu najistotniejszych parametrów techniczno-użytkowych pojazdów elektrycznych oraz wyłonieniu ich istotności i przypisanie im rang. Badanie przeprowadzone w formie wywiadu i ankiety z ekspertami w tej dziedzinie tj. z dilerami pojazdów elektrycznych oraz spalinowych. Na podstawie uzyskanych informacji wyłoniono również m.in. najistotniejsze czynniki wpływające na zakup pojazdu elektrycznego przez nabywców i są to:

- cena;
- parametry techniczno-użytkowe m.in. zasięg, czas ładowania;
- koszty eksploatacyjne.

Poddając wstępnej analizie grupę pojazdów objętą badaniem pod względem **ceny** zakupu, co prezentuje wykres - Porównanie cen analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych w *załączniku 3*, okazuje się, że najdroższym pojazdem elektrycznym w powyższym zestawieniu jest Hyundai Kona 64 kWh, który w wersji podstawowej kosztuje 189 900 zł. Na 5 miejscu uplasował się model BMW i3 z ceną 172 800 zł. Najtańszym samochodem w tej grupie jest Skoda CITIGOe iV, która jest w cenie 81 900 zł. Obecnie samochody z napędem elektrycznym są droższe niż substytuty z tradycyjnym napędem, aczkolwiek prognozuje się w najbliższych latach spadek cen pojazdów elektrycznych⁴⁴⁵.

⁴⁴⁵ Kiedy samochód elektryczny jest lepszy niż spalinowy. Oto garść dowodów, że zasięg to nie wszystko, <https://auto.dziennik.pl/aktualnosci/artykuly/7809897,samochod-elektryczny-benzyna-diesel-polska-zasieg-utrzymanie-eksploatacja-cena-wideo.html> [dostęp 31.08.2020]

Analiza poszczególnych parametrów techniczno-użytkowych badanych modeli samochodów elektrycznych.

Istotną rolę podczas eksploatacji pojazdów elektrycznych odgrywają wybrane kluczowe parametry techniczno-użytkowe zaprezentowane w *Rozdziale 3.6*.

Każdy z wytypowanych pojazdów cechuje się innymi danymi w obszarze wyodrębnionych parametrów techniczno-użytkowych. W związku z tym analizie poddano 13. parametrów techniczno-użytkowych (PTU). 15. modeli samochodów elektrycznych wraz z ich cechami przedstawia zestawienie w *Tabela 3.2. Dane poszczególnych pojazdów i parametrów techniczno-użytkowych pochodzą od producentów pojazdów elektrycznych, które są dostępne w katalogach wybranych modeli oraz na stronach internetowych*. Braki niektórych danych zostały uzupełnione w wywiadzie bezpośrednim z dilerami pojazdów elektrycznych. Pod *Tabela 3.2* umiejscowiona jest analiza poszczególnych parametrów techniczno-użytkowych badanych modeli samochodów elektrycznych. W tym aspekcie podparto się danymi prezentującymi wybrane parametry techniczno - użytkowe w powyższym zestawieniu, a ujęcia graficzne poszczególnych wykresów umieszczono w *załączniku 4*.

Tabela 3.2. Zestawienie parametrów techniczno-użytkowych pojazdów elektrycznych

Lp.	Samochody elektryczne	Cecha												
		Zasięg w cyklu WLTP - cykl mieszany (km)	Czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW w (h)	Akumulator pojemność w (kWh)	Domowe gniazdko ładowania (h)	Zużycie energii w (kWh/100 km)	Szybkie ładowanie DC prąd trójfazowy (h)	Silnik elektryczny: moc w (kW)	Przyspieszenie 0-100 km/h w (s)	Pojemność bagażnika w (L)	Prędkość maksymalna na napędzie elektrycznym w (km/h)	Moc ładowarek (kW)	Silnik elektryczny: maks. moment obrotowy (Nm)	Masa własna w (kg)
1.	Skoda CITIGOe iV	265	248	36,8	757	14,6	60	61	12,5	250	130	40	210	1160
2.	Volkswagen e-UP!	258	327	32,3	972	14,4	60	61	11,9	250	130	40	210	1235
3.	Opel Corsa-e	330	325	50	1680	16,9	30	100	8,1	267	150	100	260	1455
4.	Peugeot e-208	340	440	50	1443	13,8	25	100	8,1	265	130	100	260	1455
5.	Renault Zoe R110	395	513	52	2233	15	65	80	11,4	388	135	50	225	1502
6.	Renault Zoe R135	386	513	52	2233	15	65	100	9,5	388	140	50	245	1502
7.	Volkswagen e-Golf	233	320	35,8	1020	15,3	45	100	9,6	341	150	40	290	1615
8.	Nissan Leaf	270	450	40	1260	20,6	60	110	7,9	435	144	50	320	1594
9.	Nissan Leaf e+	385	690	62	1920	18,5	90	160	6,9	420	157	50	340	1723
10.	Hyundai Kona 39,2	289	575	39,2	1140	15	57	99	9,7	332	155	50	395	1535
11.	Hyundai Kona 64	449	370	64	1860	15,4	75	150	7,6	332	167	50	395	1685
12.	BMW i3	260	258	42,2	900	15,8	42	125	7,3	260	150	50	250	1343
13.	BMW i3s	260	258	42,2	900	16,35	42	135	6,9	260	160	50	270	1365
14.	Hyundai Ioniq	331	365	38,3	2130	15,5	57	100	9,9	357	165	50	295	1527
15.	Mini CooperSE E.	216	265	28,9	1200	18	35	135	7,3	211	150	100	270	1365

Źródło: Opracowanie własne na podstawie katalogowych danych od producentów

Zasięg pojazdu elektrycznego jest jednym z kluczowych aspektów pod względem komfortu użytkowania, gdyż samochody elektryczne potrzebują więcej czasu, aby uzupełnić energię niż pojazdy z napędem tradycyjnym stan paliwa. Dłuższy zasięg umożliwia pokonanie dłuższego dystansu na jednym ładowaniu. Najdłuższy zakres w danej grupie pojazdów elektrycznych według cyklu WLTP posiada Hyundai Kona 64 kWh z zasięgiem 449 km, zaś BMW i3 uplasowało się na 12 miejscu z zasięgiem 260 km. Najkrótszy zasięg posiada model Mini CooperSE Electric jest to zasięg 216 km na jednym ładowaniu, co prezentuje wykres - *Porównanie zasięgu analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych, Załącznik 4.*

Obok zasięgu pojazdu elektrycznego istotny jest **czas ładowania**, który przekłada się na komfortu użytkowania przez użytkowników, krótszy czas ładowania umożliwia szybszą gotowość pojazdu do dalszej eksploatacji. W celu naładowania samochodu elektrycznego można wykorzystać m.in. stację ładowania prądem zmiennym (AC) np. Wallbox, która przyspieszy proces ładowania w porównaniu z domowym gniazdkiem. Najkrótszy czas ładowania wykorzystując to formę ładowania ma Skoda CITIGOe iV z czasem ponad 4 godzin i 8 min., BMW i3 uplasowało się na 2 miejscu. Nissan Leaf e+ ma najdłuższy czas ładowania, bo ponad 11 godzin. Różnica między najkrótszym a najdłuższym czasem ładowania wynosi ok. 7 godzin (wykres 2 - *Porównanie czasu ładowania prądem AC analizowanych pojazdów z napędem, załącznik 4*). Należy również zwrócić uwagę, że na czas ładowania oprócz mocy stacji ładowania, mocy ładowarki w pojeździe ma również wpływ pojemności akumulatora.

W pojeździe elektrycznym istotne znaczenie mają **akumulatory**, iż w nich jest magazynowana energia wykorzystywana m.in. na wytworzenie energii mechanicznej, utrzymania optymalnej temperatur dla kierowcy i/lub pakietu akumulatorów. Jest to jeden z najcięższych elementów zastosowanych w samochodzie elektrycznym, odpowiedzialnych za zasięg oraz czas ładowania. Reasumując im więcej energii jest spożytkowane, tym mniej jest jej w zapasie (mniejsza pojemność akumulatora to mniejsza pula dostępnej energii uzupełniona przy krótszym czasie ładowania). Największą pojemność baterii posiada Hyundai Kona i jest to 64 kWh, natomiast BMW i3 uplasowało się na 8 miejscu z wartością 42,2 kWh. Na ostatnim miejscu uplasował się Mini CooperSE Electric z akumulatorem o pojemności 28,9 kWh. Powyższe zestawienie prezentuje wykres 3 - *Porównanie pojemności akumulatorów w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych., załącznik 4.*

Wykorzystanie energii do naładowania pojazdu elektrycznego pochodzącej z **domowego gniazdka** jest najmniej efektywną oraz najdłuższą formą ładowania spośród dostępnych obecnie opcji. Pomimo niskiej efektywności jest to obecnie najbardziej dostępny sposób ładowania pojazdu. Najkrótszym czasem naładowania wyróżnia się Skoda CITIGOe

iV, jest to czas powyżej 12 godzin, BMW i3 z czasem 15 godzin zajęło drugie miejsce, natomiast najdłuższy czas ładowania posiadają Renault Zoe R135 oraz R110 i jest to powyżej 37 godzin. Różnice w czasie ładowania pojazdów elektrycznych obrazuje wykres 4 - *Porównanie czasu ładowania za pomocą domowego gniazdka w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych., załącznik 4.*

W celu lepszego zobrazowania tego parametru **zużycie energii** w pojazdach elektrycznych to zużycie kWh/100 km, natomiast w samochodach z napędem spalinowym jednostką określającą zużycie paliwa na 100 km są litry. Najmniejszy pobór energii posiada Peugeot e-208 i jest to 13, kWh/100 km, BMW i3 uplasowało się na 10 miejscu z zapotrzebowaniem na energię w wysokości 15,8 kWh/100 km. Najwięcej energii potrzebuje Nissan Leaf 20,6 kWh/100 km. Powyższe zestawienie prezentuje wykres 5 - *Porównanie zużycia energii w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych, załącznik 4.*

Czas ładowanie DC prądem trójfazowy ujmuje poziom naładowania baterii do 80%. Obecnie jest to jedna z szybszych form ładowania pojazdu elektrycznego oraz coraz częściej usługa płatna jedna z droższych pod względem kosztowym. Zwykle z tego rodzaju ładowania korzysta się w podróży, kiedy to czas odgrywa istotną rolę. Ceny za 1 kWh na stacji ładowania DC oscylują między 0 zł - 2,52 zł. za 1 kWh.⁴⁴⁶ i są zwykle uzależnione m.in. od mocy ładowarki, czasu postoju, operatora itd. Najszybciej ta formą naładowany zostanie pojazd Peugeot e-208 i jest to czas 00:25 h, na 4 miejscu BMW i3 z czasem 00:42 h. Najdłuższy czas ładowania 01:30 h posiada Nissan Leaf e+. Obrazuje to wykres - *Porównanie czasu ładowania prądem DC analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych, załącznik 4.*

W pojazdach z napędem elektrycznym **moc silnika** podaje się zazwyczaj w kilowatach (kW) bądź w koniach mechanicznych (KM). W powyższym zestawieniu moc silnika podana jest w kW. Moc silnika wyrażona jest w ilość pracy zrealizowanej w określonym czasie, tak więc moc jest pochodną wartości momentu obrotowego silnika, prędkości obrotowej w określonych warunkach⁴⁴⁷. Pojazdy cechujące się większą mocą silnika szybciej nabierają pożądaną prędkości. Nissan Leaf e+ wyposażony jest w najmocniejszy silnik elektryczny o mocy 160 kW. BMW i3 z silnikiem o mocy silnika 125 kW zajęło 5 miejsce, najslabszą jednostkę napędową o mocy 61 kW posiadają dwa modele Skoda CITIGOe iV oraz Volkswagen e-UP! Powyższe zestawienie prezentuje wykres - *Porównanie mocy silnika w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych, załącznik 4.*

⁴⁴⁶ Ile kosztuje naładowanie auta elektrycznego? Ceny na stacjach DC (2021); <https://e.autokult.pl/39804,ile-kosztuje-naladowanie-auta-elektrycznego-ceny-na-szybkich-stacjach-2021>

⁴⁴⁷ Moc silnika a osiągi auta – jak obliczyć moc mini?, https://www.mini.com.pl/pl_PL/home/news/moc-silnika.html

W zestawieniu 15 pojazdów elektrycznych w 13 z nich **przyspieszenie** do 100 km/h trwa krócej niż 10 sekund. Dwa pojazdy zajmują pierwsze miejsce, jest to Nissan Leaf e+ oraz BMW i3s z przyspieszeniem do 100 km/h w czasie 6,9 sekundy. Tuż za nimi na 3 pozycji BMW i3 z przyspieszeniem do 100 km/h w czasie 7,3 sekundy. Najgorszy wynik posiada Skoda CITIGOe iV z przyspieszeniem do 100 km/h w czasie 12,5 sekundy. Dokładnie obrazuje to wykres - *Porównanie przyspieszenia w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych, załącznik 4*.

Dla potencjalnych nabywców **pojemność bagażnika** to parametr, który jest kluczowy przy eksploatacji pojazdu (np. przewóz zakupów, firmowych rzeczy itp.). Rozpiętość pojemności bagażnika jest od 435 do 211 litrów. Największą pojemność bagażnika posiada Nissan Leaf i jest to 435 litrów. BMW i3 zajęło 12 miejsce z bagażnikiem 260 litrowym, natomiast Mini CooperSE E. posiada 211 litrowy bagażnik i jest to najmniejszy litraż bagażnika w zestawieniu. Powyższe zestawienie obrazuje wykres - *Porównanie pojemności bagażnika w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych, załącznik 4*.

Obecnie w Polsce w obszarze zabudowanym dozwolona prędkość maksymalna to 50 km/h⁴⁴⁸, dozwolona **prędkość maksymalna** m.in na autostradzie to 140 km/h oraz drodze jednojezdniowej dwukierunkowej to 90 km/h⁴⁴⁹. Większość pojazdów elektrycznych umieszczonych w zestawieniu osiąga prędkość maksymalną powyżej dozwolonej prędkości maksymalnej na autostradzie. Największą prędkością maksymalną na napędzie elektrycznym może osiągnąć Hyundai Kona 64 i jest to 167 km/h. BMW i3 zajął 7 pozycję z wynikiem z prędkością maksymalną 150 km/h natomiast najniższą prędkością maksymalną cechuje się Skoda CITIGOe iV i jest to 130 km/h (wykres - *Porównanie prędkości maksymalnej w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych, załącznik 4*).

Czas szybkiego ładowania pojazdu z napędem elektrycznym zależy od **wykorzystanej ładowarki oraz maksymalnej mocy ładowania DC**, którą może zaaprobować pojazd⁴⁵⁰. Trzy pojazdy w zestawieniu posiadają możliwość skorzystania z ładowarek o mocy 100 kW DC i są to Mini CooperSE E., Peugeot e-208, Opel Corsa-e. BMW i3 jest wśród 9 aut, których maksymalna moc ładowania DC akceptowana jest na poziomie 50 kW. Najmniejszą moc ładowania do 40 kW jaką może zaakceptować w zestawieniu pojazd posiadają trzy modele:

⁴⁴⁸ Od czerwca ważna zmiana. Ograniczenia prędkości w obszarze zabudowanym. Ile można jechać? <https://moto.pl/MotoPL/7,88389,26717321,ograniczenia-predkosci-w-polsce-od-czerwca-jedna-wazna-zmiana.html>

⁴⁴⁹ Limity prędkości. Uwaga na zmianę od 1 czerwca 2021 roku, <https://www.motofakty.pl/arttykul/limity-predkosci-uwaga-na-zmiane-od-1-czerwca-2021-roku.html>

⁴⁵⁰ MILIVOLT BMW i3, <https://www.milivolt.pl/bmw-i3/>

Skoda CITIGOe iV, Volkswagen e-UP! Volkswagen e-Golf. Różnice w mocy ładowarek prezentuje wykres - *Porównanie mocy ładowarek w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych, załącznik 4.*

Moment obrotowy i jego wpływ odczuwa się podczas jazdy. Odzwierciedla się to podczas nagłego przyspieszenia, któremu towarzyszy tzw. odczucie „wgniatania w fotel”. Doznanie to jest rezultatem siły, którą posiada jednostka napędowa, tak więc wyższa wartość tej siły (przedstawionej w Nm) umożliwia lepsze pokonanie wszelakich oporów w trakcie jazdy⁴⁵¹. Pojazdy cechujące się wysokim momentem obrotowym swobodniej pokonują: opory toczenia, dźwigają własną masę bądź wjeżdżają pod strome wzniesienia. Istotne jest to, że w odróżnieniu od pojazdów spalinowych pojazdy z napędem elektrycznym posiadają maksymalny moment obrotowy, który jest dostępny od razu. Najwyższym momentem obrotowym wynoszącym 395 Nm cechuje się silnik użyty w dwóch modelach Hyundai tj.: Kona 39,2 oraz Kona 64. Silnik zastosowany w pojeździe BMW i3 posiada moment obrotowy wynoszący 250 Nm, dając mu 11. pozycję w zestawieniu. Najniższym momentem obrotowym wynoszący 210 Nm cechują się silniki użyte w dwóch markach pojazdów: Skoda CITIGOe iV oraz Volkswagen e-UP!, obrazuje to wykres 12 - *Porównanie maks. Momentu obrotowego w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych, załącznik 4.*

Należy zwrócić uwagę, że **masa własna** pojazdu z napędem elektrycznym uzależniona jest m.in. od zastosowania pojemności akumulatora w danym modelu. Wysoka masa pojazdu elektrycznego negatywnie wpływa m.in. na zużycie energii, zasięg, przyspieszenie pojazdu oraz ich szybszego rozładowania⁴⁵². Najmniejszą masę własną - 1160 kg posiada Skoda CITIGOe. Trzecim najlżejszym pojazdem elektrycznym w zestawieniu jest BMW i3 z masą własną 1343 kg. Natomiast najcięższym pojazdem o masie własnej 1723 kg jest Nissan Leaf e+, co obrazuje wykres 13 - *Porównanie masy własnej analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych, załącznik 4.*

W powyżej przeprowadzonej analizie kluczowych parametrów techniczno – użytkowych wybranych pojazdów BEV **widoczna jest zachodząca rotacja między zestawionymi pojazdami. Zajmowane miejsce samochodów w danym zestawieniu zależne jest od wartości poszczególnych parametrów techniczno-użytkowych. Niektóre parametry mają wpływ na inne np. masa pojazdu wpływa na zasięg, pojemność akumulatora na masę własną, co przekłada się również na zasięg oraz czas ładowania itd.**

⁴⁵¹ Czym są, moc i moment obrotowy silnika? parametry opisujące osiągi auta, <https://www.toyota.pl/porady/co-to-jest-moc-i-moment-obrotowy-silnika>.

⁴⁵² Top 7 Disadvantages of Electric Cars, op. cit.

W celu wyłonienia pojazdu odznaczającego się na tle konkurencji bądź porównawczym, mając na uwadze np. ulepszenie danego produktu, należy poddać szczegółowej analizie parametry techniczno-użytkowe wybranego pojazdu z innymi pojazdami o podobnych lub zbliżonych cechach. W celu przeprowadzenia kompleksowej oceny wartościowo niewymiernych efektów innowacyjnego środka transportu, wyselekcjonowano wcześniej grupę pojazdów elektrycznych. Następnie eksperci wyłonili najistotniejsze parametry techniczno-użytkowe wraz z nadaniem im rang.

Należy podkreślić, iż istotne jest, aby rangi odzwierciedlały realny wpływ poszczególnych cech na funkcje, które spełniane są przez produkty, ponieważ wielkość rangi ma główny wpływ na ranking zbioru. W związku z tym, przeprowadzono badania ankietowe wśród ekspertów, których zadaniem było m.in. określenie wagi. Rangi dla indywidualnych parametrów techniczno-użytkowych zostały ustalone zgodnie z *Tabela 3.3*.

Tabela 3.3. Rangi dla poszczególnych parametrów techniczno-użytkowych

Liczba porządkowa cechy	Cecha	Rangi
1.	Zasięg w cyklu WLTP - Cykl mieszany (km)	11,55
2.	Czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW w (h)	11,04
3.	Pojemność akumulatora w (kWh)	10,02
4.	Domowe gniazdko ładowania (h)	9,52
5.	Zużycie energii w (kWh/100 km)	9,27
6.	Szybkie ładowanie DC prąd trójfazowy (h)	9,01
7.	Moc silnika elektrycznego w (kW)	7,74
8.	Przyspieszenie 0-100 km/h w (s)	7,36
9.	Pojemność bagażnika w (L)	6,98
10.	Prędkość maksymalna na napędzie elektrycznym w (km/h)	6,22
11.	Moc ładowarek (kW)	5,97
12.	Silnik elektryczny: maks. moment obrotowy (Nm)	4,18
13.	Masa własna w (kg)	1,14

Źródło: Opracowanie własne

Po ustaleniu rang poddano analizie zestawienie parametrów techniczno-użytkowych wyselekcjonowanych samochodów elektrycznych według przedstawionych w poniższej części rozprawy metod badawczych.

3.7.1 Cechy niewymierne, wskazane możliwości ich oceny

Do oceny cech niewymiernych można zastosować metodę porządkową oraz metodę punktową. Pierwszą z nich wykorzystuje się przeważnie, kiedy istnieje możliwość zestawienia cech, które są ciężko lub zupełnie niemierzalne. Zastosowanie tej metody daje możliwość określenia kolejności cech, policzoną dla całej grupy. Prostota tego aparatu jest zaletą, lecz posiada on ograniczenie w dostatecznym pomiarze cech oraz zobrazowaniu ilościowej oceny punktowej, co jest mankamentem tej metody.

W metodzie porządkowej wyodrębnia się następujące typy:

- porównania parami – metoda bazuje na przeprowadzeniu porównań „każdy z każdym”. Polega to na przeprowadzeniu zestawienia wszystkich jednostek ze sobą w danym zbiorze. Następnie sumuje się wszystkie punkty, które posiadają dane jednostki tworząc klasyfikację, biorąc pod uwagę aspekt wyeksponowania cechy,
- sumowania wag całości wyodrębnionych cech w analizowanej grupie jednostek. Należy podsumować wagi indywidulanych cech wyselekcjonowanych jednostek, następnie pogrupować jednostki według rozkładu spadkowego bądź wzrastającego,
- sumowania wag całości wyodrębnionych cech, które są mnożone przez właściwe rangi uwarunkowanych od istotności indywidualnych cech. Otrzymane wyniki z obliczeń i sumowania wag dają zorganizowany ciąg analizowanych jednostek według rozkładu spadkowego bądź wzrastającego⁴⁵³.

Metoda punktowa jest drugą z metod wykorzystywanych do oceny cech niemierzalnych. Stosuje się ją przeważnie w przypadku wystąpienia problemu w ocenie produktów, których analizowane parametry techniczno-użytkowych oraz wielkości rang zakwalifikowanych do indywidualnych cech są niemierzalne oraz szacowane w większości wypadków za pomocą ogólnie przyjętej skali ocen. Metoda ta posiada dwa główne warianty:

- addytywna funkcja oceny, w której ocenie łącznej sumuje się oceny liczbowe przyporządkowane wybranym cechom indywidualnych jednostek, stosowaną, gdy cechy nie oddziałują wzajemnie na siebie:

$$O_c = \sum_{i=1}^n a_i C_i,$$

gdzie:

⁴⁵³ Marciniak S., Rafalski R., Efektywność przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1983, za Wesołowski W.J., Programowanie nowej techniki, op. cit., s. 46-54.

a_i – waga współczynnika ważności rangi i-tej cechy,

C_i – waga i-tej cechy,

O_c – ocena łączna jednostki.

- multiplikatywna funkcja oceny, w której ocenie łącznej mnoży się przez siebie oceny liczbowe przyporządkowane wybranym cechom indywidualnych jednostek, stosowaną, gdy cechy oddziałują wzajemnie na siebie:

$$O_c = \prod_{i=1}^n a_i \cdot C_i$$

W celu uzyskania łącznej wartości danej jednostki mieszczącej się w z góry określonych granicach bardzo często uśrednia się obie funkcje. W przypadku funkcji addytywnej wzór ma postać średniej arytmetycznej ważonej:

$$O_s = \frac{\sum_{i=1}^n a_i C_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

gdzie:

$i = 1, \dots, n$,

a dla funkcji multiplikatywnej postać średniej geometrycznej ważonej:

$$O_s = \sqrt[\sum_{i=1}^n a_i]{\prod_{i=1}^n a_i \cdot C_i}$$

W przypadku przyporządkowania współczynnika rangi w następujący sposób:

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1$$

występuje istotny wpływ na uproszczenie dwóch wzorów.

Należy wspomnieć, że sporadycznie można zastosować funkcję potęgową:

$$O_s = \prod_{i=1}^n C_i^{a_i}$$

W celu przeprowadzenia bezbłędnej oceny punktowej, należy najpierw wykorzystać istniejące metody analityczno-statystyczne, a następnie odpowiednio dopasować współczynniki rang indywidualnym cechom.

Do dalszej procedury badawczej zastosowano wielowymiarową analizę porównawczą, która daje możliwość zestawienia obiektów wielocechowych. W tym celu wykorzystano mierniki taksonomiczne.

Taksonomia i wielowymiarowa analiza porównawcza (WAP)

Termin „taksonomia” wywodzi się z połączenia dwóch greckich słów taxis (układ, porządek) oraz nomos (prawo, zasada), co najogólniej oznacza zasady i procedury klasyfikacji oraz porządkowania. W literaturze przedmiotu występuje wiele definicji i interpretacji pojęcia „taksonomia”. Z. Hellwig wprowadził i rozpropagował alternatywny termin „aksonometria”, w analogii do terminów ekonometria, biometria itp. W literaturze amerykańskiej terminem równoznacznym jest „cluster analysis”, czyli w j. polskim „analiza skupień” lub „analiza klasterowa”. Inne stosowane terminy bliskoznaczne to taksologia, taksonomia numeryczna, taksonomia matematyczna, klasyfikacja, grupowanie, dyskryminacja, delimitacja, rozpoznawanie obrazów. Istnieje bowiem rozróżnienie między taksonomią jakościową i ilościową oraz taksonomią opisową i stochastyczną⁴⁵⁴.

Rozwój taksonomii ilościowej zainicjował na początku XX w. polski antropolog Jan Czekanowski, proponując miarę odległości i diagraficzną metodę porządkowania macierzy odległości⁴⁵⁵. Grabiński, Wydymus, Zeliaś w swojej pracy⁴⁵⁶ przedstawiają definicję mówiącą, że „przez taksonomię rozumie się dyscyplinę naukową zajmującą się zasadami i procedurami klasyfikacji (porządkowania, grupowania, dyskryminacji, delimitacji, podziału)”. Zatem celem badań taksonomicznych może być podział zbioru elementów, porządkowanie elementów zbioru, wybór elementów ze zbioru⁴⁵⁷.

Wielowymiarowa analiza porównawcza jest ilościową metodą statystyczną opartą na metodach algebry liniowej, umożliwiającą analizę obiektów i zjawisk złożonych, na których stan i zachowanie wpływa jednocześnie wiele zmiennych i czynników. Według definicji wywodzącej się z metod taksonomicznych wielowymiarowa analiza porównawcza opiera się na uporządkowaniu stosunkowo jednorodnego zbioru cech lub obiektów celem podjęcia decyzji w wyborze cechy lub obiektu według z góry sprecyzowanego kryterium⁴⁵⁸. WAP stosuje się w przypadku cech bezpośrednio niemierzalnych.

⁴⁵⁴ Pociecha J., Rozwój metod taksonomicznych i ich zastosowań w badaniach społeczno-ekonomicznych, 2008; <http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/>.

⁴⁵⁵ Pociecha J., Podolec B., Sokołowski A., Zajac K. [1988], Metody taksonomiczne w badaniach społeczno-ekonomicznych, PWN, Warszawa.

⁴⁵⁶ Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A. [1989], Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych, PWN, Warszawa.

⁴⁵⁷ Pociecha J., Podolec B., Sokołowski A., Zajac K. [1988], Metody taksonomiczne w badaniach społeczno-ekonomicznych, PWN, Warszawa.

⁴⁵⁸ Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A., Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 1989.

W literaturze przedmiotu panuje pogląd mówiący o tym, że taksonomia i wielowymiarowa analiza porównawcza stanowią odrębne dyscypliny badawcze ⁴⁵⁹.

Zdzisław Hellwig w swojej definicji wyjaśnia, że „(...) metody i techniki porównywania obiektów wielocechowych nazywają się wielowymiarową analizą porównawczą (...)”⁴⁶⁰.

Podstawowym celem wielowymiarowej analizy porównawczej jest konstrukcja miary syntetycznej umożliwiająca porównywanie elementów zbioru (obiektów) opisanych za pomocą wielu zmiennych (cech), do którego osiągnięcia wykorzystuje się powszechne metody porządkowania liniowego. Założeniem tych metod jest takie uszeregowanie zbioru obiektów za pomocą zastosowania odpowiedniego algorytmu, w którym⁴⁶¹:

- każdy obiekt ma przynajmniej jednego sąsiada oraz nie więcej niż dwóch sąsiadów,
- jeżeli obiekt a jest sąsiadem obiektu b, to obiekt b jest sąsiadem obiektu a,
- istnieją tylko dwa obiekty mające jednego sąsiada.

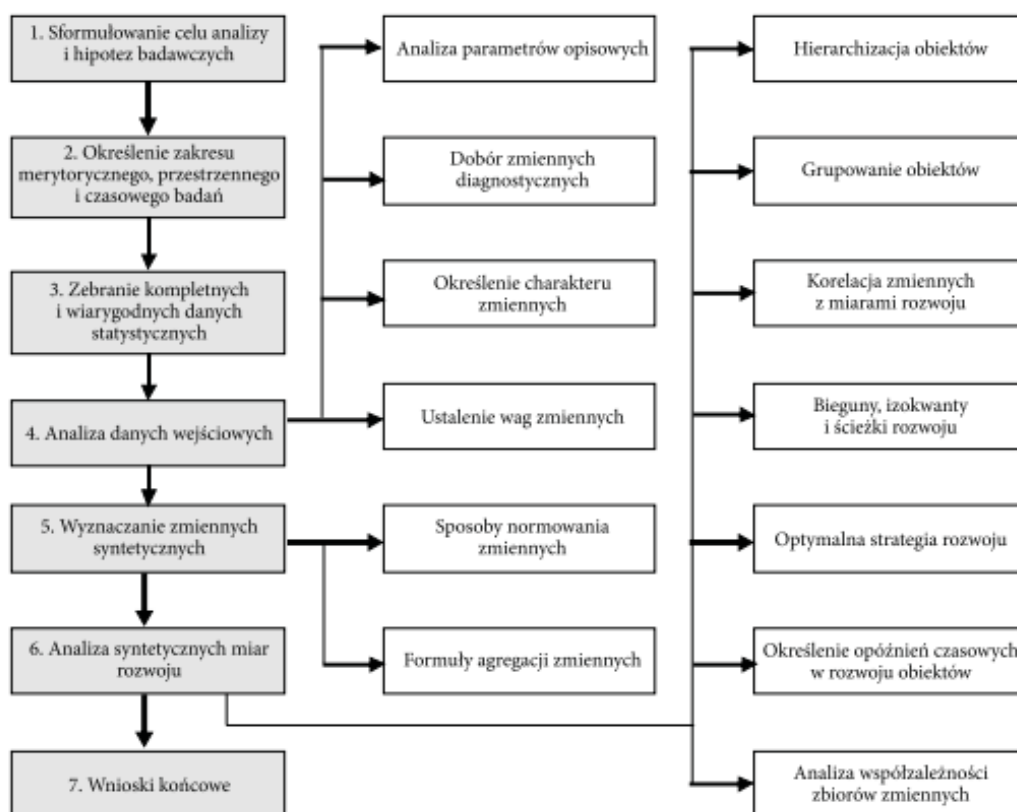
Wielowymiarowa analiza porównawcza jest bardzo skomplikowaną metodą i każdy z jej etapów może składać się z kolejnych podetapów⁴⁶². Złożoność etapów przedstawia *Rysunek 3.3*.

⁴⁵⁹ Pociecha J., Podolec B., Sokołowski A., Zajac K. [1988], Metody taksonomiczne w badaniach społeczno-ekonomicznych, PWN, Warszawa.

⁴⁶⁰ Hellwig Z., Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielocechowych obiektów gospodarczych, [w:] W. Welfe (red.), Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną, PWE, Warszawa 1981, s. 48.

⁴⁶¹ Grabiński T. Metody taksonometrii, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków, 1992, s.135,

⁴⁶² Łuniewska M., Tarczyński W., Metody wielowymiarowej analizy porównawczej na rynku kapitałowym, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2006.



Rysunek 3.3. Etapy wielowymiarowej analizy porównawczej⁴⁶³

Metody wielowymiarowej analizy porównawczej podzielić można na ⁴⁶⁴:

1. Metody hierarchizacji:
 - a) metody porządkowania liniowego,
 - b) uporządkowanie dendrytowe,
 - c) metody hierarchizacji drzewkowej.
2. Metody grupowania:
 - a) metody bezpośrednie,
 - b) metody iteracyjne.
3. Metody wyboru.
4. Metody dyskryminacji:
 - a) metody bazujące na statystycznych funkcjach decyzyjnych,
 - b) metody oparte na funkcjach dyskryminacyjnych.

Wybór metod zależy od celu i zakresu porównania.

⁴⁶³ Dmitruk J., Gawinecki J., Metody wielowymiarowej analizy porównawczej— budowa i zastosowanie Biuletyn WAT, Vol. LXVI, Nr 4, 2017.

⁴⁶⁴ Pocięcha J., Podolec B., Sokołowski A., Zajac K., Metody taksonomiczne w badaniach społeczno-ekonomicznych, Warszawa, 1988.

Metody porządkowania liniowego pozwalają ustalić kolejność obiektów ze względu na jedną agregatową cechę, która jest syntetycznym reprezentantem wielu cech opisujących porządkowane obiekty, które natomiast służyć mogą ocenie np. produktów pod względem ich walorów użytkowych. Takie charakterystyki, jak walory użytkowe są zmiennymi, których realizacje nie są bezpośrednio mierzalne. Zmienne te są agregatami o wartościach bezpośrednio mierzalnych, generowanych przez obserwacje zmiennych diagnostycznych (funkcje agregujące mogą mieć różną postać analityczną). Uzyskane realizacje zmiennej syntetycznej pozwalają usystematyzować obiekty wielowymiarowe według relacji preferencji tj. dominacji.

Rozróżnia się dwie podstawowe grupy metod, które są wykorzystywane do szacowania wartości zmiennej syntetycznej: metody bezwzorcowe i metody wzorcowe.

Wśród dwóch historycznie pierwszych metod porządkowania liniowego opracowanych w różnych obszarach badawczych wyróżnić można metodę taksonomii zaproponowaną na gruncie ekonomii przez Z. Hellwiga (w latach 1967–1968) oraz metodę wielokryterialnego podejmowania decyzji przedstawioną przez C.L. Hwanga i K. Yoon (w latach 1980–1981) na gruncie teorii decyzji⁴⁶⁵. Porównania obu metod dokonał w 2016 roku w swojej pracy ⁴⁶⁵ Andrzej Bąk. Ich analiza wskazuje takie same miary odległości obiektów od punktów odniesienia, czyli odległość euklidesową.

Podstawowymi pojęciami wielowymiarowej analizy porównawczej są ⁴⁶⁶:

1. Obiekty – klasyfikowane lub grupowane jednostki statystyczne.

Zbiór obiektów będących przedmiotem badań, opisuje wyrażenie:

$$\Omega = \{O_1, O_2, \dots, O_n\},$$

gdzie:

Ω - zbiór obiektów,

$O_1, O_2, \dots, O_n$ – elementy zbioru.

2. Zmienne (cechy) – cechy charakterystyczne opisujące daną grupę obiektów. Zbiór cech charakterystycznych dla obiektów z uwagi na badane zjawisko przedstawia wyrażenie:

$$X_z = \{X_1, X_2, \dots, X_m\},$$

gdzie:

X_z – zbiór zmiennych opisujących obiekty,

⁴⁶⁵ Bąk A., PORZĄDKOWANIE LINIOWE OBIEKTÓW METODĄ HELLWIGA I TOPSIS – ANALIZA PORÓWNAWCZA, Taksonomia 26, Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania, PRACE NAUKOWE UNIwersytetu EKONOMICZNEGO WE WROCŁAWIU, nr 426, 2016

⁴⁶⁶ Jajuga K., Statystyczna analiza wielowymiarowa, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1993.

$X_1, X_2, \dots, X_m$ – zmienne opisujące obiekty.

Zarówno obiekty, jak i cechy posiadają swoje liczbowe reprezentacje, co umożliwia ich wszechstronne analizowanie za pomocą algorytmów numerycznych. Porządkowanie liniowe ma charakter wartościujący (oceniający) elementy (obiekty).

Posiadając powyższe informacje o obiektach i cechach, należy stworzyć macierz danych, będącą podstawą każdej metody z grupy metod wielowymiarowej analizy porównawczej:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix},$$

gdzie:

X – macierz danych o obiektach,

X_{nm} – wartość m -tej zmiennej n -tego obiektu.

Zmienne stosowane do charakterystyki obiektów można podzielić ze względu na ich wpływ na badane kryterium ogólne tj.:

- stymulanty – zmienne mające pozytywny wpływ na badane zjawisko,
- destymulanty – zmienne wywołujące negatywny wpływ na badane zjawisko,
- nominanty- zmienne o unormowanych wartościach w pewnym przedziale.

Odchylenia wzrostowe lub spadkowe względem przyjętej wielkości lub przedziału nie są pożądane, dlatego też ważna jest jednorodność zmiennych poddanych badaniu. Wpływ na ten wybór mają także typy skali, na jakiej dokonywany jest pomiar własności obiektów liczb, aby obrazowały relacje zachodzące między obiektami⁴⁶⁷.

W teorii pomiaru rozróżnia się cztery podstawowe skale pomiaru:

- skalę nominalną, która przyporządkowuje poszczególnym wariantom zmiennej wyłącznie nazwy, dla których nie istnieje naturalne uporządkowanie; pozwala na stwierdzenie identyczności lub różnic porównywanych obiektów oraz zliczenie obiektów identycznych i różnych;
- skalę porządkową (rangową), która pozwala na stwierdzenie identyczności lub różnic porównywanych obiektów oraz porównywanie wariantów zmiennych zaobserwowanych w obiektach; nie pozwala określić odległości między obiektami; umożliwia zliczanie obiektów uporządkowanych;

⁴⁶⁷ Nowak E., Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych, Wyd. PWE, Warszawa, 1990.

- skalę przedziałową (interwałową), która pozwala dodatkowo obliczyć odległości między obiektami, dokonując pomiaru zmiennych za pomocą liczb rzeczywistych; obok operacji arytmetycznych umożliwia także dodawanie i odejmowanie; wartość zerowa na tej skali ma charakter umowny;
- skalę ilorazową (stosunkową), która ma podobny charakter do skali przedziałowej; występuje w niej zero bezwzględne; obok operacji dopuszczalnych na skalach słabszych umożliwia mnożenie i dzielenie⁴⁶⁸.

Opracowana przez Hellwiga formalna metoda doboru zmiennych objaśniających do modelu statystycznego (w szczególności do modelu ekonometrycznego) nazywana jest metodą Hellwiga, metodą optymalnego wyboru predyktant lub metodą wskaźników pojemności informacji. Metoda ta opiera się na:

- kryterium doboru zmiennych tzn. brane pod uwagę w analizie zmienne, powinny być silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą, a słabo skorelowane między sobą,
- kryterium liczbowym, tzw. pojemności integralnej kombinacji nośników informacji, gdzie nośnikami informacji są wszystkie zmienne objaśniające.

Metoda ta umożliwiła uporządkowanie obiektów ze względu na poziom zjawisk niemożliwych do zmierzenia jedną miarą, np. postęp techniczny, rozwój gospodarczy, czy infrastruktura techniczna. Miara rozwoju Hellwiga zestawia informacje o badanych zmiennych diagnostycznych i przyporządkowuje analizowanemu zjawisku agregatową jedną miarę syntetyzującą analizowanej cechy⁴⁶⁹.

Poziom rozwoju miejskich samochodów elektrycznych pod względem parametrów techniczno-użytkowych jest zjawiskiem złożonym, dlatego też trudno dokonać jego pomiaru na podstawie jednej mierzalnej cechy. W związku z tym, do realizacji celu badawczego wykorzystano metodę wielowymiarowej analizy porównawczej umożliwiającą porównywanie obiektów wielocechowych. Zastosowane mierniki taksonomiczne pozwalają na opis badania za pomocą jednej wielkości agregatowej zamiast zbioru cech diagnostycznych. Badanie przeprowadzono za pomocą wielowymiarowej metody wzorca rozwoju Hellwiga, która pozwala na dokonanie analizy uwarunkowań złożonego zjawiska, jakim jest poziom rozwoju technologii zastosowanej w samochodach elektrycznych, za pomocą jednej wartości liczbowej, co ułatwia wszelkie porównania.

⁴⁶⁸ Stevens S.S., *Measurement, Psycho-Physics and Utility*, [w:] *Measurement: Definitions and Theories*, red. nauk. C.W. Churchman, P. Ratoosh, Wyd. Wiley, New York, 1959.

⁴⁶⁹ Krakowiak-Bal A., *Wykorzystanie wybranych miar syntetycznych do budowy miary rozwoju infrastruktury technicznej*.

Dzięki powyższemu badaniu i analizie parametrów techniczno-użytkowych modeli miejskich samochodów elektrycznych dostępnych aktualnie na rynku, można określić słabe i mocne strony badanych modeli oraz szanse i zagrożenia płynące z określonego stadium rozwoju zastosowanych parametrów dla producentów. Jeśli mocne strony oraz szanse wynikające z rozwoju zastosowanej technologii są wystarczająco korzystne, można zaplanować pewne działania, które mogłyby wpłynąć na przyspieszenie rozwoju danego modelu lub marki.

Konstrukcja miary syntetycznej Hellwiga

Przedstawiona w 1968 roku metoda porządkowania liniowego Hellwiga należy do metod wzorcowych. Jest to jedna z metod analizy taksonomicznej, która umożliwia opracowanie syntetycznego wskaźnika rozwoju, zbudowanego na podstawie cząstkowych mierników opisujących poszczególne aspekty jego rozwoju. Polega ona na rzutowaniu na prostą punktów umieszczonych w wielowymiarowej przestrzeni.

Konstrukcja miary syntetycznej Hellwiga składa się z:

- a) **normalizacji zmiennych (standaryzacji)** - w analizie taksonomicznej w celu zapewnienia porównywalności cech istotne jest ujednolicenie ich poziomu zmienności poprzez eliminację ich mian. Standaryzację przeprowadza się w oparciu o poniższy wzór:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_{xj}},$$

gdzie:

x_{ij} – empiryczna wartość j -tej zmiennej diagnostycznej dla i -tego obiektu,

$\bar{x}_j$ – średnia arytmetyczna w rozkładzie zmiennej diagnostycznej x_j ,

S_{xj} – odchylenie standardowe w rozkładzie zmiennej diagnostycznej x_j .

- b) **współrzędnych wzorca** - na podstawie zmiennych po standaryzacji uzyskuje się wzorcową zmienną syntetyczną, nazywaną **wzorcem rozwoju**:

$$P_{0j} = [z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0k}],$$

gdzie:

$z_{0j} = \max(z_{ij})$ dla zmiennych będących stymulantami,

$z_{0j} = \min(z_{ij})$ dla zmiennych będącymi destymulantami⁴⁷⁰.

Stymulanta to zmienna diagnostyczna, której wyższa wartość oznacza lepszą sytuację obiektu, natomiast destymulanta to zmienna, której wysokie wartości świadczą o niekorzystnym położeniu danego obiektu. Dla destymulant dokonać można ich przetransponowania na stymulanty za pomocą wzoru: $2\bar{x} - x_{ij}$.

- c) **odległości obiektów od wzorca (odległość euklidesowa)** - następnie należy wyznaczyć dla każdego badanego obiektu odległość euklidesową od wzorca rozwoju P_{0j} za pomocą wyrażenia:

$$d_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^k (z_{ij} - z_{0j})^2}, \quad i = (1, 2, \dots, m), \quad j = (1, 2, \dots, k),$$

gdzie: z_{ij} – znormalizowane wartości j -tej zmiennej dla i -tego obiektu,

z_{0j} – znormalizowana wartość wzorca rozwoju dla j -tej zmiennej.

- d) wartości zmiennej agregatywnej (względny taksonomiczny miernik rozwoju dla poszczególnych obiektów), stosowanej w celu unormowania współczynnika d_{i0} :

$$z_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0},$$

dla:

$$d_0 = \bar{d}_0 + 2S_0$$

$$\bar{d}_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m d_{i0}$$

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (d_{i0} - \bar{d}_0)^2},$$

gdzie:

$\bar{d}_0$ – średnia arytmetyczna wyznaczonych odległości od wzorca rozwoju,

S_0 – odchylenie standardowe wyznaczonych odległości od wzorca rozwoju,

przy czym na ogół: $z_i \in [0; 1]$; $\max_i \{z_i\}$ - najlepszy obiekt; $\min_i \{z_i\}$ - najgorszy obiekt.

Wraz ze wzrostem wartość odległości, obiekt znajduje się bliżej wzorca, co oznacza lepszą jego sytuację. Wynik zbliżony do wartości zero oznacza bardzo niekorzystną sytuację obiektu poddanego analizie. Na podstawie wartości taksonomicznego miernika rozwoju tj. obliczonej

⁴⁷⁰ Destymulanta to zmienna, której wysokie wartości świadczą o niekorzystnym położeniu danego obiektu.

miary syntetycznej dokonuje się uporządkowania liniowego obiektów ze względu na poziom analizowanego zjawiska.

Opis oraz uzasadnienie wyboru zastosowanych metod badawczych

Głównym celem analizy jest hierarchizacja dostępnych na rynku pojazdów elektrycznych z sektora samochodów miejskich pod względem parametrów techniczno-użytkowych oraz ich pogrupowanie według wybranych cech. Ważną część badania stanowi zastosowanie metod analizy taksonomicznej z wykorzystaniem cech wymiennych i niewymiennych. W badaniu główny nacisk położony został na następujące parametry techniczno-użytkowe: zasięg w cyklu WLTP - cykl mieszany, czas ładowania prądem zmiennym AC, pojemność akumulatora, czas ładowania za pomocą domowego gniazdka ładowania, zużycie energii, czas szybkiego ładowania DC prądem trójfazowym, moc silnika elektrycznego, przyspieszenie, pojemność bagażnika, prędkość maksymalna na napędzie elektrycznym, moc ładowarek, silnik elektryczny (maks. moment obrotowy) oraz masa własna.

Właściwa specyfikacja dostępnych miejskich pojazdów elektrycznych jest ważna, ponieważ pozwala na lepsze zrozumienie istotności poszczególnych parametrów techniczno-użytkowych w aspekcie zrównoważonego rozwoju oraz usytuowania na tle dostępnych miejskich samochodów elektrycznych, samochodu będącego przedmiotem badań tj. BMW i3.

Literatura przedmiotu nie przedstawia rankingowego zestawienia dostępnych na rynku modeli miejskich samochodów elektrycznych w zakresie ich parametrów techniczno-użytkowych. Dostępne są katalogi przedstawiające zestawienia różnych modeli samochodów elektrycznych i ich parametrów techniczno-użytkowych jednej marki, z tym, że katalogi te mają jedynie postać informacyjną, a nie charakter analityczny. Przeprowadzona analiza zapewnia porównywanie 13. parametrów techniczno-użytkowych 15. modeli miejskich samochodów elektrycznych różnych producentów, oceniając je pod względem mocnych i słabych stron wykorzystanej technologii w aspekcie użytkowania i eksploatacji. Pomaga ona zidentyfikować obszary potrzebujące wsparcia ze strony producenta. Głównym celem analizy porównawczej miejskich pojazdów elektrycznych jest zatem dokonanie ich klasyfikacji pod względem rozwoju i ważności badanych cech, a następnie identyfikacja poszczególnych grup modeli, wydzielonych na bazie zbieżnych cech wymiennych i niewymiennych.

3.8 Obszary identyfikujące efekty wymierne ekonomicznie

3.8.1 Cechy wymierne, wskazane możliwości ich oceny

W celu przeprowadzenia pełnej analizy wdrożonej innowacji/ekoinnowacji istotne jest uchwycenie poza efektami niewymiernymi ekonomicznie uchwycenie efektów ekonomicznie wymiernych, jakie niesie za sobą dana nowość. Obiekt objęty analizą kosztów i parametrów eksploatacyjnych to pojazd z napędem elektrycznym BMW i3. W poniższej analizie zostały pominięte następujące koszty m.in.: rejestracji, okresowych badań technicznych oraz ubezpieczeń OC i AC, wymiany bądź naprawy uszkodzonych akumulatorów trakcyjnych w pojeździe z następujących powodów:

- proces rejestracji pojazdu elektrycznego podlega takim samym normom, jak w przypadku samochodów z napędem spalinowym bądź hybrydowym. Jedyna różnica to zielone tablice rejestracyjne, które wprowadzono od 1 stycznia 2020 r. dla samochodów z napędem elektrycznym i wodorowym. Wykaz zasadniczych kosztów podczas rejestracji pojazdu elektrycznego w zł.⁴⁷¹: 13,50 - pozwolenie czasowe, 80,00 - zielone tablice rejestracyjne pojazdu, 18,50 - naklejka na szybę pojazdu, 54,00 - dowód rejestracyjny, 12,50 - zestaw naklejek legalizacyjnych, 75,00 - karta pojazdu w przypadku braku (jeżeli nie była wydana), 2,50 - opłaty ewidencyjne. Łączne koszty zasadnicze, które należy ponieść podczas procesu rejestracji pojazdu elektrycznego wynoszą 256 zł,
- okresowe badanie techniczne. Po zakupie nowego pojazdu w ciągu 3 lat nie wykonuje się okresowych badań technicznych⁴⁷². Koszt badań technicznych pojazdu do 3 lat wynosi 0 zł,
- wysokość składki ubezpieczeniowej OC w pojazdach elektrycznych, na co wpływa głównie: wiek kierowcy, doświadczenie, marka i model samochodu, pojemność silnika, itd. Natomiast mało istotne jest jaki rodzaj napędu posiada dany pojazd⁴⁷³. Ceny ubezpieczenia OC pojazdów elektrycznych wachają się od 410 – 1017 zł⁴⁷⁴. Uśredniając, daje to kwotę 553 zł., która nie odbiega od cen ubezpieczeń OC pojazdów z napędem spalinowym. Natomiast pełen pakiet ochrony OC i AC (najdroższy) oscyluje

⁴⁷¹ Rejestracja samochodów elektrycznych. Jak wygląda? <https://mojafirma.infor.pl/moto/auto/zakup-rejestracja/4711409,Rejestracja-samochodow-elektrycznych-Jak-wyglada.html> [dostęp 22 października 2020].

⁴⁷² Kiedy pierwszy przegląd nowego samochodu? <https://opel.kancierz.com.pl/blog-bez-kantow/kiedy-pierwszy-przeglad-nowego-samochodu/>.

⁴⁷³ Ubezpieczenie samochodu elektrycznego i hybrydy – czy musi być drogie? <https://mubi.pl/poradniki/ubezpieczenie-samochodu-elektrycznego-i-hybrydy/>

⁴⁷⁴ Ibidem.

między 4267 – 8725 zł⁴⁷⁵. Średni koszt pełnego pakietu ochrony OC i AC to 5861 zł. Pakiet ubezpieczenia AC jest nieobowiązkowy, a jego koszt zależy od pakietu ubezpieczenia AC.

- wymiana uszkodzonych akumulatorów trakcyjnych w pojeździe bądź naprawa. Potencjalne koszty, te nie są uwzględnione w analizie, gdyż nie można oszacować ich rzeczywistego rozmiaru po zakończeniu okresu gwarancyjnego. Producent BMW i3 nie udziela informacji odnośnie kosztów napraw bądź wymiany akumulatorów trakcyjnych. Nie ma jasno sprecyzowanych odpowiedzi, co się dzieje w przypadku, kiedy w samochodzie elektrycznym uszkodzi się akumulator trakcyjny po okresie gwarancyjnym. Czy można ten akumulator naprawić, wymienić, jeśli nie, to czy cały samochód trzeba podać recyklingowi. Producent udzielił informację, iż akumulatory trakcyjne w pojazdach elektrycznych BMW nie są wymieniane po zakończeniu okresu gwarancji.

Dla celów analizy kosztów i parametrów eksploatacyjnych pojazdu z napędem elektrycznym uwzględniono najistotniejsze koszty oraz parametry. Wybrane koszty eksploatacji pojazdu z napędem elektrycznym to:

- koszt zakupu pojazdu elektrycznego [PLN],
- koszty energii w czasie eksploatacji [PLN],
- dodatkowe łączne koszty, w których skład wchodzi m.in.: naprawy, części, serwis dealera, części oraz akcesoria zamienne (np. przenośne ładowarki dedykowane do uzupełniania energii w akumulatorach pojazdów elektrycznych, wycieraczki, opony itp.) [PLN].

W celu przeprowadzenia analizy, która opiera się na rzeczywistych wartościach, badaniem objęto wybrane parametry m.in. rzeczywisty zasięg oraz zużycie energii, gdyż dostępne dane zamieszczone przez producentów pojazdów (np. zużycia energii) mogą znacząco odbiegać od faktycznie uzyskiwanych osiągnięć. Wybrane parametry umożliwiające ustalenia rzeczywistych kosztów eksploatacji pojazdu z napędem elektrycznym to:

- rzeczywisty zasięg na 1 ładowaniu [km],
- przejechany dystans [km],
- suma zużytej energii [kWh],
- średnie zużycie energii w czasie eksploatacji [kWh/100km].

⁴⁷⁵ Ile kosztuje ubezpieczenie samochodu elektrycznego i hybrydy? <https://ubezpieczamy-auto.pl/ile-kosztuje-ubezpieczenie-samochodu-elektrycznego-i-hybrydy/>

Na potrzeby badania zostały wykorzystane dane, które zebrano przez 16 jednostek Lasów Państwowych (LP) rozmieszczonych po całej Polsce tj. Gdynia, Gdańsk, Sronkowo, Szczecinek, Piła, Toruń, Białystok, Poznań, Warszawa, Zielona Góra, Łódź, Radom, Wrocław, Lublin, Katowice oraz Kraków.

W celu ustalenia rzeczywistego średniego zużycia energii na 100 km oraz dodatkowych kosztów eksploatacyjnych objęto badaniem wyłącznie grupę 15 pojazdów elektrycznych BMW i3 wyłączając z zestawienia 1 pojazd Nissan e-NV200 w wersji Evalia (7 miejscowy elektryczny van), który znajduje się we flocie LP.

W związku z powyższym analizą objęto 15 pojazdów elektrycznych BMW i3, która przebiegała według poniższego harmonogramu:

- a) analiza kosztów zakupu [PLN]
- b) analiza rzeczywistego zasięgu na 1 ładowaniu [km],
- c) analiza cen jednostkowej energii [PLN],
- d) analiza łącznego poboru energii przez 1 rok [kWh],
- e) analiza średniego zużycia energii w czasie eksploatacji przez 1 rok [kWh/100km],
- f) analiza dystansu pokonanego przez 1 rok [km],
- g) analiza kosztów energii w czasie eksploatacji przez 1 rok [PLN],
- h) analiza dodatkowych łącznych kosztów, w których skład wchodzi m.in.: naprawy części, serwis dealera, części oraz akcesoria zamienne (np. przenośne ładowarki dedykowane do uzupełniania energii w akumulatorach pojazdów elektrycznych, wycieraczki, opony itp.) przez 1 rok [PLN],
- i) analiza kosztów serwisowych przez 1 rok [PLN],
- j) analiza łącznych kosztów [PLN].

3.9 Procedura i obszar badań jakościowych

3.9.1 Procedura doboru wymiarów i zakresów tematycznych oraz tworzenie wskaźników do oceny zrównoważenia i upowszechnienia.

W literaturze przedmiotu nie jest dostępne uniwersalne narzędzie do oceny wkładu innowacyjnej technologii elektrycznej w zrównoważony rozwój. Występuje również problem

z pomiarem zrównoważenia transportu^{476,477}, gdyż zadanie to nie należy do prostych, lecz do wyjątkowo trudnych⁴⁷⁸. Skala tego problemu wynika z powodu zróżnicowanego stosunku do tej kwestii⁴⁷⁹, mającego podłoże w literaturze przedmiotu oraz mnogich dokumentach o charakterze strategicznym instytucji globalnych oraz krajowych, co uwypukla Litman 2008. Występują m.in. trudności szczególnie na płaszczyźnie rozpoznania w stażu planowania strategicznego odnośnie dwóch zasadniczych pojęć: *Sustainable Development of Transportation* - zrównoważonego rozwoju transportu oraz *Sustainable Transportation* - zrównoważonego transportu. Termin *Zrównoważony transport* częściej stosowany jest w krajowych oraz międzynarodowych dokumentach strategicznych odnoszących się do postępu transportu oraz w różnorodnych dokumentach np. deklaracjach. Pomimo tej odmienności istnieje możliwość wyłonienia wskaźników powielających się przy każdej próbie przeznaczonych do pomiaru progresu wdrożenia idei rozwoju transportu w życie, włączając w to dwa atrybuty nowego paradygmatu tj. równoważenia oraz samopodtrzymywania, których cechy uzewnętrzniają się w poniższych kryteriach⁴⁸⁰:

- dojście do usług transportowych nieodbiegających od kryteriów bezpieczeństwa ekologicznego (wpływ na ekosystemy) oraz zdrowotnego z ujęciem reguły sprawiedliwości międzypokoleniowej,
- efektywność ekonomiczna,
- minimalizacja oddziaływania na środowisko (negatywnych skutków zewnętrznych) oraz zastosowanie przestrzeni⁴⁸¹.

Toteż, transport niesprzeczny z tym paradygmatem powinien w zrównoważonym stopniu ukazywać zróżnicowane cele w obszarze: gospodarczym, społecznym oraz środowiskowym, gdyż wymienione kryteria definicji zostały zaakceptowane m.in. przez *European Conference of*

⁴⁷⁶ **Zrównoważony transport** – „to idea efektywnej komunikacji, korzystnej ekonomicznie i minimalizującej szkodliwy wpływ pojazdów na środowisko. Skupia się zarówno na kontroli emisji szkodliwych spalin, jak również na promocji środków transportu wykorzystujących energię odnawialną”, Europejski Tydzień Zrównoważonego Transportu: akcja edukacyjna „Warto jeździć z kulturą”, ZTM Poznań, <https://www.ztm.poznan.pl/en/aktualnosci/europejski-tydzien-zrownowazonego-transportu-akcja-edukacyjna-warto-jezdzic-z-kultura>.

⁴⁷⁷ **Transport** rozumiany jest jako – „środki lokomocji służące do przewozu ludzi i ładunków”, Wydawnictwo PWN, do przewozu osób może też służyć pojazd z napędem elektrycznym przeznaczony do przewozu prywatnego oraz publicznego, który można wykorzystać do przewozu osób/ładunków.

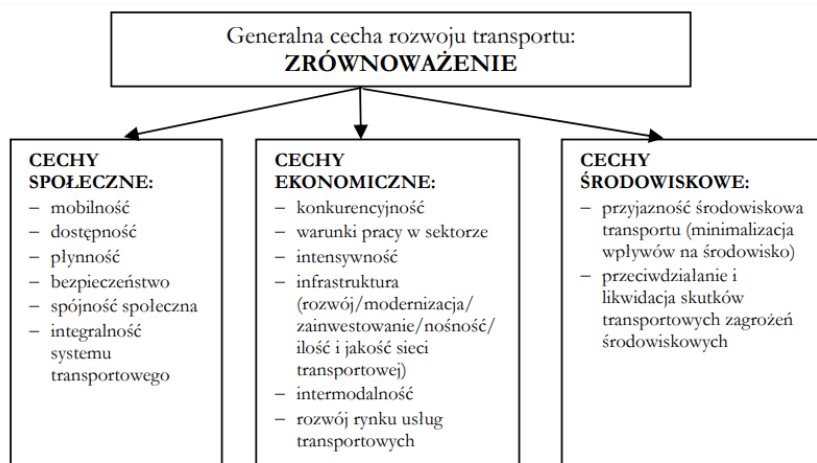
⁴⁷⁸ Borys T., *Wybrane problemy metodologii pomiaru nowego paradygmatu rozwoju – polskie doświadczenia*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, 2014, s. 15.

⁴⁷⁹ Litman T. *Well Measured: Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada, 2008.

⁴⁸⁰ Borys T., *Wybrane problemy metodologii pomiaru*, op. cit., s. 15.

⁴⁸¹ Raport - Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia 2009, T. Borys (red.), Jelenia Góra-Warszawa, dokument elektroniczny, tryb dostępu; <http://www.mir.gov.pl/> raporty, [dostęp 22.11.2013].

Ministers of Transportation OECD w 2004 roku i rok później przez Centre for Sustainable Transportation w Toronto oraz przez licznych ekspertów m.in. European Council of Ministers of Transport, jak również Transportation Research Board's Sustainable Transportation Indicators Subcommittee. Odnosząc się do powyższego, w tym do zbioru cech, które prezentuje Rysunek 3.4, wskazane jest według Borysa 2014, aby podczas generowania grup wskaźników rozwoju transportu postępować harmonijnie z nowym paradygmatem opierając się na wymienionych wytycznych.



Rysunek 3.4. Zrównoważony rozwój transportu wraz jego zrównoważonymi cechami

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Borys T., Wybrane problemy metodologii pomiaru nowego paradygmatu rozwoju – polskie doświadczenia, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, 2014, s. 15; Raport - Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia 2009, T. Borys (red.), Jelenia Góra-Warszawa, dokument elektroniczny.

Idea ta formułując charakterystyczny „Trójkąt równoważenia”, w której to strukturze podmiotowej, ujmując to ogólnie, kreuje zrównoważony (racjonalny) producent, zrównoważony handlowiec oraz zrównoważony odbiorca.

W wyniku luki należy stworzyć narzędzie złożone z grupy wskaźników dostosowanych do swoistości innowacyjnej technologii elektrycznej tj. pojazdu z napędem elektrycznym w oparciu o analizę literatury, wzorując się również na wytycznych m.in. GUS. W związku z tym, iż badana innowacja technologiczna cechuje się złożonością, a także zróżnicowaniem w stosunku do pojazdów, które zasadniczo opierają się na „brudnej technologii”, konieczne jest zastosowanie wskaźników dostosowanych do swoistości tej technologii elektrycznej. W związku z czym, podjęto próbę stworzenia zakresów tematycznych i wskaźników, przeznaczonych do oceny wpływu danej technologii na poszczególne wymiary i zrównoważony rozwój, co prezentuje Tabela 3.4.

Tabela 3.4. Wskaźniki dostosowane do oceny swoistego wkładu innowacyjnej technologii elektrycznej (pojazdu z napędem elektrycznym) w aspekcie zrównoważonego rozwoju

WYMIARY	ZAKRES TEMATYCZNY	Liczba Wskaźników
EKOLOGICZNY	I. Wpływ pojazdu elektrycznego podczas eksploatacji na otoczenie i środowisko naturalne	11
	II. Wykorzystywane źródła energii elektrycznej podczas ładowania akumulatorów w pojeździe elektrycznym	3
	III. Wykorzystane materiały, źródła energii do produkcji samochodu elektrycznego oraz recykling	8
	Suma	22
EKONOMICZNY	I. Różnice w bieżących kosztach eksploatacji samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym	5
	II. Różnice w kosztach eksploatacyjnych między pojazdem spalinowym a elektrycznym	1
	III. Najistotniejsze zalety oraz wady samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym	1
	Suma	7
PRAWNY	I. Ustawa o elektromobilności oraz paliwach alternatywnych	4
	II. Dofinansowanie, dopłaty, ulgi do samochodów elektrycznych	3
	III. Istotność/przydatność ulg-przywilejów	6
	Suma	13
TECHNOLOGICZNY	I. Zasięg samochodu elektrycznego	4
	II. Obsługa samochodu elektrycznego i ładowarek	2
	III. Czas ładowania	2
	IV. Miejsce użytkowania pojazdów elektrycznych oraz infrastruktura stacji ładowania	4
	V. Dodatkowe wykorzystanie samochodu elektrycznego	1
	VI. Zalety i wady oraz braki w ujęciu technologicznym samochodu elektrycznego	19
	VII. Awarie	5
	Suma	37
SPOŁECZNY	I. Wyposażenie, jakość, obsługa samochodu elektrycznego	4
	II. Elektromobilność – gospodarka Polski i UE	3
	III. Bezpieczeństwo	4
	IV. Informacje o pojazdach elektrycznych	5
	V. Zestawienie pojazdu elektrycznego z spalinowym	4
	VI. Istotność wybranych aspektów przy wyborze samochodu elektrycznego	13
	Suma	33
	Ogółem	112

Źródło: Opracowanie własne

Wskaźniki zostały zaszerogowane według pięciu wymiarów: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego oraz społecznego. Wymiar ekologiczny składa się z trzech zakresów tematycznych z 22 wskaźnikami. Wymiar ekonomiczny zbudowany jest z trzech zakresów tematycznych oraz 7 wskaźników. Wymiar prawny to trzy zakresy tematyczne i 13 wskaźników. Wymiar technologiczny uformowany jest z największej liczby zakresów tematycznych - 7 oraz 37 wskaźników. Natomiast wymiar społeczny cechuje się 6 zakresami tematycznymi oraz 33 wskaźnikami. Łączna suma wskaźników ze wszystkich wymiarów oraz zakresów tematycznych dostosowanych do oceny swoistego wkładu innowacyjnej technologii elektrycznej (pojazdu z napędem elektrycznym) w aspekcie zrównoważonego rozwoju to 112, które szczegółowo są przedstawione w poniższej części pracy w *Tabela 3.5*.

3.9.2 Dobór i charakterystyka zaproponowanych wymiarów oraz celów zrównoważonego rozwoju w projektowanej metodzie

W celu rzetelnego zdefiniowania całościowej perspektywy innowacyjnej technologii elektrycznej niezbędne jest kompleksowe spojrzenie na aspekty wymiaru ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego oraz społecznego. Ogólnie przyjęte jest założenie, iż stosowne jest, aby uwzględnić przy ocenie trzy łady: ekologiczny, ekonomiczny oraz społeczny⁴⁸², natomiast w literaturze przedmiotu również widoczne jest poszerzanie zakresu o dodatkowy wymiar⁴⁸³. Koniecznie należy zwrócić uwagę na to, iż innowacyjna technologia elektryczna charakteryzuje się swoistością, wieloaspektowością oraz nowymi cechami. Uwzględnienie w ocenie od trzech do czterech ładów⁴⁸⁴, jak jest to zwykle przyjęte, może okazać się niewystarczające do przeprowadzenia rzetelnej i wiarygodnej oceny innowacyjnej technologii. Dlatego w proponowanej metodzie została przedstawiona rozbudowana wersja modelu oceny oparta o pięć wymiarów: ekologiczny, ekonomiczny, prawny, technologiczny oraz społeczny. Do oceny m.in. wpływu innowacyjnej technologii na poszczególne wymiary oraz aspekt zrównoważonego rozwoju zostały wprowadzone dwa dodatkowe wymiary - technologiczny – z uwagi na kontrowersje jakie buzi ta technologia pod

⁴⁸² Baum R., *Kryteria oceny zrównoważonego rozwoju w gospodarstwach rolnych*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań 2003, S. 6.

⁴⁸³ Mouchet Ch., *Evaluer pour evoluer. L'exploitation agricole et la durabilité*. Colloque Fadear: *L'Agriculture paysanne en marche*. Rambouillet 8-9, 1998.

⁴⁸⁴ Opracowanie: Urząd Statystyczny w Katowicach Śląski Ośrodek Badań Regionalnych, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski 2015*, ISBN 978-83-89641-54-0, Katowice 2015.

względem technologicznym^{485,486,487} oraz aspekt prawny^{488,489} z uwagi na jej zgodności z normami. Zakres poszczególnych wymiarów wraz z ich wytypowanymi celami jest następujący:

- **Wymiar ekologiczny**

Aspekt ekologiczny cechuje się istotnym wyzwaniem w zrównoważonym rozwoju pod względem utrzymania wysokiej jakości części środowiska naturalnego, mając na uwadze współczesne tempo rozwoju społeczno-gospodarczego. W związku z czym, rodzą się pytania odnośnie działalności antropogenicznej, która rzutuje na jakość środowiska naturalnego oraz zachowania trwałości ekosystemów dla obecnych i przyszłych pokoleń odnosząc się do powszechnie uznanej definicji zrównoważonego rozwoju z 1987 r. (Raportcie Światowej Komisji...). Powinno się również zainteresować się obszarami metropolitalnymi, które wpływają m.in. na zmianę środowiska naturalnego. Jest to obecnie wyzwanie korelatywne ze zrównoważonym rozwojem, odnoszące się do jakości środowiska naturalnego oraz czy owe środowisko jest zadawalające dla grona interesariuszy społecznych. Możliwości gmin oraz miast tworzących obszary metropolitalne są istotne, gdyż mogą wpłynąć na ograniczenie emisji szkodliwych substancji oraz zużycie zasobów głównie nieodnawialnych poprzez obostrzenia, uniemożliwiając tym samym dalszy rozwój i eksploatację w dłuższym okresie czasu jednostek napędowych, które wpływają m.in. niekorzystnie na środowisko naturalne. Za emisję szkodliwych substancji, nadmierny hałas oraz zużywanie zasobów nieodnawialnych w dużej mierze odpowiedzialny jest szeroko pojmowany transport oparty na technologii tradycyjnej, który jest ograniczany w obszarach metropolitalnych w celu redukcji m.in. szkodliwych substancji, hałasu oraz ograniczenia zużywania zasobów głównie nieodnawialnych. Istnieje możliwość poprawy stanu środowiska naturalnego poprzez wyparcie tradycyjnego środka transportu na rzecz pojazdów elektrycznych, które cechują się niższym

⁴⁸⁵ <https://freedomgeneral.com/blog/10-advantages-and-disadvantages-of-electric-cars/>

⁴⁸⁶ <https://autowise.com/top-7-disadvantages-of-electric-cars/>

⁴⁸⁷ <https://elektromasters.com.pl/samochody-elektryczne-zalety-wady/>

⁴⁸⁸ Norma zrównoważonego rozwoju rozpatrywana jest jako norma polityczna a nie jako norma ustrojowa. Odnosząc się do tego przypadku należy powiązać go z art. 5 Konstytucji RP z art. 74 ust 1. Zgodnie z drugim przepisem: „Władze publiczne prowadzą politykę zapewniającą bezpieczeństwo ekologiczne współczesnemu i przyszłym pokoleniom”. W związku z tym aspekt prawny zawiera wszystkie administracyjne regulacje oraz normy prawne odnoszące się do możliwości zakupu oraz użytkowania np. technologii/innovacji.

⁴⁸⁹ Istotna jest również polityka publiczna, gdyż odgrywa zasadniczą rolę w stymulacji sprzedaży pojazdów elektrycznych m.in. poprzez instrumenty ekonomiczne, normy, które umożliwiają zmniejszenie różnicy kosztów między pojazdami elektrycznymi a spalinowymi, wsparcie infrastruktury ładowania oraz wprowadzenie norm zużycia paliwa i emisji CO₂ itd.; szerzej: *Global EV Outlook 2019*, <https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/>.

niekorzystnym oddziaływaniem na środowisko naturalne. **Działania wpływające na poprawę jakości powietrza poprzez ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery wpisują się m.in. w Cel 11., Zrównoważone miasta i społeczności oraz Cel 13., Działania w dziedzinie klimatu. Ponadto wymiar ten należy traktować z najwyższą priorytetowością ze względu na niski poziom trwałości⁴⁹⁰.**

- **Wymiar ekonomiczny**

W wymiarze ekonomicznym istotne są wyzwania odnoszące się do korelacji pomiędzy wkładem a efektami ekonomicznymi w zarządzaniu zgodnym ze zrównoważonym rozwojem – efektywność funkcjonowania np. ekologicznej innowacji na poziomie przedsiębiorstwa. Wskazany rozwój techniczno-technologiczny powinien cechować się zarówno zwiększeniem jakości produktu/usługi, jak i redukcją negatywnych wpływów na środowisko naturalne. Technologie zintegrowane (zamkniętego obiegu) redukują obieg materiałów i energii w toku wytwórczym umożliwiając osiągnięcie przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw oraz uzyskanie efektywności ekonomicznej. Ponadto innowacje to w obecnym świecie istotne narzędzia, które tworzą zdolność do współzawodnictwa między przedsiębiorstwami, regionami bądź krajami na obszarze prowadzącym swoją działalność⁴⁹¹, tak więc bezcenne połączenie to innowacje z wiedzą. Coraz częściej podkreśla się, że istotną rolę w stabilizacji gospodarki oraz wywołaniu impulsu wpływającego na rozwój będzie ponownie przemysł z tym, że przemysł bazujący na innowacjach ekologicznych, które mają wpływ na „gospodarkę niskoemisyjną”⁴⁹². Zważywszy na powyższe **istotny wpływ na zrównoważony rozwój może mieć transport zeroemisyjny, który oprócz braku emisji szkodliwych substancji do otoczenia może cechować się wyższą efektywnością ekonomiczną w stosunku do pojazdów opartych na tradycyjnych rozwiązaniach. Dodatkowo działania w tym aspekcie wpisują się w Cel 8. Wzrost gospodarczy i godna praca oraz Cel 12. Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja.**

- **Wymiar prawny**

Norma zrównoważonego rozwoju jest sercem obecnych systemów prawa środowiska/prawa ochrony środowiska. Dookoła tej idei oraz norm gromadzą się ściśle rozwiązania w odrębnych procedurach prawnych poszukujących zrównoważenia między

⁴⁹⁰ Koszel M., Bartkowiak P., Taksonomiczna miara zrównoważonego rozwoju obszarów metropolitalnych w Polsce, Zeszyty Naukowe, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie 2018, s. 86

⁴⁹¹ Grzybowska B., *Wiedza i innowacje jako współczesne czynniki wzrostu gospodarczego*, Ekonomista 2013, nr 4, s. 524.

⁴⁹² Kożuch M., *Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego*, Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy, nr 50 (2/2017), s. 66.

koniecznością ochrony środowiska, a potrzebą wpływania na środowisko oraz niezbędnością pozyskiwania zasobów środowiska⁴⁹³. Tak więc norma zrównoważonego rozwoju skupia się na znalezieniu rozwiązania, które umożliwi połączenie wartości prawem chronione z potrzebami przyszłych pokoleń. Normy zrównoważonego rozwoju odgrywają zasadniczą rolę w stosowaniu prawa. Są one zasadą ustrojową. Ponadto zasadniczym przesłaniem precyzowania w tym zespole ocen jest umieszczenie norm zrównoważonego rozwoju w art. 5.1⁴⁹⁴. Istnieje również możliwość wydzielenia zespołu ocen eksponujących to, że normą zrównoważonego rozwoju jest dyrektywa interpretująca zasady prawne normujące ochronę środowiska⁴⁹⁵. W końcu norma zrównoważonego rozwoju rozpatrywana jest jako norma polityczna, a nie jako norma ustrojowa. Odnosząc się do tego przypadku należy powiązać go z art. 5 Konstytucji RP z art. 74 ust 1. Zgodnie z drugim przepisem: „Władze publiczne prowadzą politykę zapewniającą bezpieczeństwo ekologiczne współczesnemu i przyszłym pokoleniom”. W związku z tym aspekt prawny zawiera wszystkie administracyjne regulacje oraz normy prawne odnoszące się do możliwości zakupu oraz użytkowania np. technologii/innowacji.

W przypadku niespełnienia norm danej technologii/innowacji może nastąpić m.in. brak integralności z koncepcją i celami zrównoważonego rozwoju. Zważywszy na to, że **władze zobligowane są do zagwarantowania bezpieczeństwa ekologicznego obecnym i przyszłym pokoleniom, stosowne jest poddanie analizie m.in. czy dana technologia wpisuje się w normy prawne oraz spełnia zamierzone zadania. Działania w tym aspekcie wpisują się w Cel 16. Pokój, sprawiedliwość i silne instytucje.**

- **Wymiar technologiczny**

Należy zwrócić uwagę, że współczesna polityka Unii Europejskiej skierowana jest obecnie na promocję opracowywania oraz wdrażania innowacji⁴⁹⁶, gdyż poszczególne rodzaje innowacji tj. techniczne oraz pozatechniczne umożliwiają rozwój przedsiębiorstw, jak również wpływają korzystnie na środowisko naturalne w wyniku powstrzymania negatywnego wpływu wytwórczości na jego części bądź usprawniają wykorzystanie bogactw naturalnych⁴⁹⁷. Odwołując się do tych spostrzeżeń, pojazd z napędem elektrycznym BMW i3 wpisuje się

⁴⁹³ Rakoczy B., Procesowy wymiar zasady zrównoważonego rozwoju, Białostockie Studia Prawnicze 2015, s. 35.

⁴⁹⁴ Bukowski Z., Zrównoważony rozwój w systemie prawa, Ekonomia i Środowisko, Toruń 2009.

⁴⁹⁵ Rakoczy B., Procesowy wymiar zasady zrównoważonego rozwoju, op. cit., s. 36.

⁴⁹⁶ Borowiecki M., *Teoria kosztów transakcyjnych a powstawanie i rozprzestrzenianie się innowacji w gospodarce*, [w:] M. Strużycki (red.), Innowacyjność w teorii i praktyce, SGH, Warszawa 2006.

⁴⁹⁷ Ekoinnowacje, *Klucz do przyszłej konkurencyjności Europy*, Komisja Europejska, <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/pl.pdf> (7.04.2016).

w ramy ekoinnowacji osiągając tym samym rozwój zrównoważony. Oprócz powyższych możliwości, jakie niosą za sobą ekologiczne innowacje (np. pojazdy z napędem elektrycznym), przedsiębiorcy oczekują również większej wydajności, mniejszej pracochłonności, oszczędności zasobów oraz energii. Pojazdy elektryczne oprócz wysokiej ceny i niektórych zalet technologicznych (np. mniejszej awaryjności, funkcji awaryjnego zasobnika energii oraz przechowywania jej) posiadają według niektórych niedoskonałości, które stawiają ten środek transportu za pojazdami spalinowymi. **Kluczowymi wadami pod względem technologicznym są^{498,499,500} m.in.: zasięg na jednym ładowaniu (ograniczenia na dłuższe wyjazdy), zmniejszenie komfortu użytkowania w dłuższych trasach spowodowanych używaniem klimatyzacji lub ogrzewania, długi czas ładowania w porównaniu do samochodów tradycyjnych oraz słabo rozwinięta infrastruktura ładowania (mało stacji ładowania szczególnie po za terenem miast). Działania w tym aspekcie dążą do Celu 7. Czysta i dostępna energia oraz Celu 9. Przemysł, Innowacyjność, Infrastruktura.**

- **Wymiar społeczny**

Istotne wyzwania zrównoważonego rozwoju w wymiarze społecznym odnoszą się głównie do zaspokojenia większości najważniejszych potrzeb społeczności bez nieodwracalnej degradacji środowiska naturalnego. Aspekt społeczny zrównoważonego rozwoju połączony jest zasadniczo z potrzebami oraz oczekiwaniami zbiorowości. W celu zaspokojenia potrzeb oraz wysokiej jakości życia, produktów bądź usług, oferowane są technologie, ekologiczne innowacje, bogactwa naturalne, które mają pomóc zaspokoić powyższe potrzeby. Należy zaznaczyć, iż w ekoinnowacjach istotna jest akceptacja społeczna, gdyż bez niej może zostać odrzucona. W tych okolicznościach człon, jakim jest społeczeństwo może wspomóc implementację innowacji ekologicznych. Ponadto uwzględniając element społeczny w określeniu, wywołuje to powstanie bardziej zespoleonego aparatu zrównoważonego rozwoju⁵⁰¹. Należy zaznaczyć, iż nie wszystkie innowacje zostaną przyjęte od razu, niektóre z nich wymagają czasu, aby mogły zostać zaakceptowane, natomiast inne zostaną odrzucone⁵⁰². W związku z tym, w **wymiarze społecznym badane zostaną również atrybuty innowacji, które rzutują na akceptację lub odrzucenie innowacji⁵⁰³. Ponadto działania w aspekcie**

⁴⁹⁸ <https://freedomgeneral.com/blog/10-advantages-and-disadvantages-of-electric-cars/>

⁴⁹⁹ <https://autowise.com/top-7-disadvantages-of-electric-cars/>

⁵⁰⁰ <https://elektromasters.com.pl/samochody-elektryczne-zalety-wady/>

⁵⁰¹ Tundys B., *Miary ekoinnowacyjności jako element zielonego łańcucha dostaw*, „Logistyka” 2015, nr 2, s. 784.

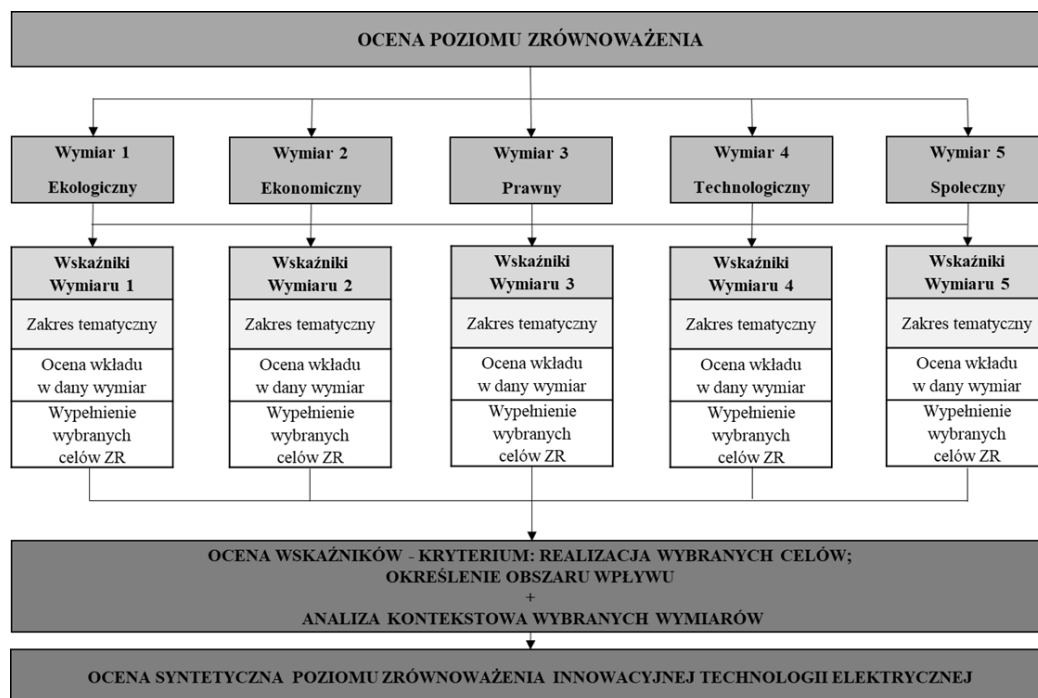
⁵⁰² Muras M., Zabłocki W., *Zastosowanie teorii dyfuzji innowacji na przykładzie wprowadzenia na rynek airbusa a380*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 89., Transport 2013, s. 137.

⁵⁰³ Pomykański A., op. cit., s. 113-114.

społecznym dążą do Celu 12. Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja.

Procedura badawcza z uwzględnieniem powyższych wymiarów będzie przeprowadzana według harmonogramu, który zaprezentowany jest na *Rysunek 3.5*.

Schemat złożony jest z pięciu wymiarów: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego oraz społecznego. Każdy wymiar składa się z określonej liczby zakresów tematycznych, wskaźników służących do oceny wkładu w dany wymiar i wybranych celów zrównoważonego rozwoju.



Rysunek 3.5. Schemat metodyczny do oceny wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej na poszczególne wymiary i wybrane cele oraz aspekt zrównoważonego rozwoju

Źródło: Opracowanie własne

Zasadniczo konstrukcja krajowych wskaźników zrównoważonego rozwoju poszerzona jest na cztery łady: społeczny, gospodarczy, środowiskowy oraz instytucjonalno – polityczny. Należy zaznaczyć, iż **dostępne wskaźniki wytypowane do kontrolowania postępów/wpływu w kraju oraz na świecie dla przedsiębiorców okazują się niedostateczne m.in. w ocenie spójności w wymiarze ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym oraz społecznym. Zarówno biznes⁵⁰⁴ oraz innowacyjna technologia elektryczna cechuje się swoistością trudną w ocenie przy wykorzystaniu dostępnych narzędzi/wskaźników.** Ponadto w literaturze przedmiotu nie występuje uniwersalne narzędzie do oceny wkładu

⁵⁰⁴ Szerzej w Rozdziale 2.6.

innowacyjnej technologii elektrycznej w zrównoważony rozwój. **W wyniku luki podjęto próbę stworzenia narzędzia złożonego z grupy wskaźników dostosowanych do swoistości ekologicznej innowacji tj. pojazdu z napędem elektrycznym w oparciu o analizę literatury oraz wytyczne m.in. GUS⁵⁰⁵.** W związku z czym poszerzono grupę wymiarów, która zbudowana jest z wymiaru: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego oraz społecznego. Oprócz oceny spójności z wymiarem ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym, badaniem objęto obszar związany z akceptacją bądź odrzuceniem danej innowacji, a otrzymane wyniki posłużą do całościowej oceny innowacyjnej technologii elektrycznej.

W badaniu dotyczącym stopnia wkładu wymiaru: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego i społecznego oraz w uwzględnieniu aspektu zrównoważonego zastosowano metodę jakościową, umożliwiającą analizę poziomu wpływu poszczególnych wskaźników na dane wymiary oraz zrównoważony rozwój. Dokonano oceny wpływu technologii elektrycznej na realizację zrównoważonego rozwoju wraz z wybranymi celami i atrybutami innowacji rzutującymi na akceptację lub odrzucenie innowacyjnej technologii elektrycznej na poziomie regionalnym. Dla każdego wymiaru do oceny zrównoważenia utworzono określoną liczbę wskaźników, łącznie 112 wskaźników i są to:

- w wymiarze ekologicznym - 22 wskaźniki,
- w wymiarze ekonomicznym - 7 wskaźników,
- w wymiarze prawnym - 13 wskaźników,
- w wymiarze technologicznym - 37 wskaźników,
- w wymiarze społecznym - 33 wskaźniki.

Do analizy kontekstowej wybranych wymiarów utworzono określoną liczbę mierników, łącznie 32 i są to:

- w wymiarze technologicznym – 30,
- w wymiarze ekonomicznym - 2.

Natomiast do oceny atrybutów innowacji rzutujących na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym posłużyła następująca ilość wskaźników o łącznej sumie 20, są to:

- Względna przewaga innowacji – 4,
- Przystawalność innowacji – 4,
- Kompleksowość innowacji – 4
- Możliwość przetestowania innowacji – 4,

⁵⁰⁵ Szerzej w Rozdziale 2.6.

- Zauważalność innowacji – 4.

Badaniem objęto 16 jednostek Lasów Państwowych rozmieszczonych po całej Polsce tj. Gdynia, Gdańsk, Sronkowo, Szczecinek, Piła, Toruń, Białystok, Poznań, Warszawa, Zielona Góra, Łódź, Radom, Wrocław, Lublin, Katowice oraz Kraków, w których eksploatowano pojazdy z napędem elektrycznym od końca roku 2018. **Na potrzeby porównania ujednolicono wpływ poszczególnych respondentów na dany wymiar oraz obliczono wskaźniki dla ankietowanych we wszystkich wymiarach.** Wartości wskaźników przyjęto od 0 do 1. Założono, że im wyższa wartość tym lepiej oraz że:

:

- od 0,56 do 1 wartość korzystna (K) – jeżeli wskaźnik przyjmuje wyższą wartość, oznacza to większy wkład w dany wymiar, wskaźniki bliskie 1 uważa się za wskazane z punktu widzenia przeprowadzanych badań,
- od 0,5 do 0,55 wartość średnia (U) – jeżeli wskaźnik przyjmuj wartość w przedziale 0,5 – 0,55 to oznacza umiarkowany wkład w dany wymiar,
- Od 0,49 do 0 wartość niekorzystna (N) – jeżeli wskaźnik przyjmuje niższą wartość, oznacza to mniejszy wkład w dany wymiar, wskaźniki bliskie 0 uważa się za niewskazane z punktu widzenia przeprowadzonych badań.

Ponadto w tabelach zastosowano następujące oznaczenia:

- wartość/wartości - W,
- oznaczenie wartości – OW
- wartość korzystna – K,
- wartość średnia – U,
- wartość niekorzystna – N,
- akceptacja – A,
- odrzucenie – O.

W celu dokładniejszego wskazania określonego wpływu w dany wymiar przy wartościach zastosowano poszczególne oznaczenie (K; U; N). Ponadto każdy wymieniony wymiar, analiza kontekstowa oraz atrybuty innowacji zostały opisane i scharakteryzowane oraz zastosowano tą samą procedurę oceniania. Uzyskane wyniki można uwzględnić w procesie wdrażania oraz eksploatowania ekologicznej innowacji w przedsiębiorstwie.

Tak więc, w zakres badań weszły kompleksowe zagadnienia, które prezentują poszczególne tabele - *Tabela 3.5, Tabela 3.6 oraz Tabela 3.7*. Kwestionariusz ankietowy złożony był z pięciu części, w składzie których zawarto 144 pytań dla ankietowanych. **Pytania zawarte**

w kwestionariuszu w większości prowadziły do odpowiedzi wyskalowanych na pytania: alternatywne (ankietowany odpowiada na pytanie powiązane w przypadku odpowiedzi na pytanie wcześniejsze np. filtrujące), zamknięte (tzw. kafeterie mające na celu wybranie najlepiej obrazującej odpowiedzi zdaniem ankietowanego na dany temat), półotwarte (odpowiedzi mieszane np. pożądany czas ładowania), filtrujące (umożliwiające wykluczenie osób, które nie mogą odnieść się do danego pytania z różnych względów), tabelaryczne (zbiór pytań o podobnym sensie) oraz otwarte prowadzące do odpowiedzi niewyskalowanych (umożliwiające wyrażenie własnej opinii na dany temat). **W celu oceny odpowiedzi wyskalowanych przyjęto skalę nominalną stosowaną do przyporządkowania mierzonym cechom analizowanych sekcji pewnych oznaczeń zgodnie z przyjętymi normami⁵⁰⁶ oraz dwubiegunową skalę o zróżnicowanej długości Likerta, stosowaną do pomiaru postaw przez ocenę obserwacji odnośnie badanego zagadnienia⁵⁰⁷ (wymiar, zakresy tematyczne, wskaźniki oraz jednostki prezentuje *Tabela 3.5*). Pytania ułożono w zestaw jednoznacznych prawidłowo językowo oraz zrozumiałych pytań realizujących kryteria trafności. Zestaw pytań opierał się na niezbędnych pytaniach o stosownym rozmieszczeniu w kwestionariuszu ankietowym. Przyjęty model jest poprawny przy pełnym zaangażowaniu oraz rzetelności respondentów⁵⁰⁸. Respondenci byli zdyscyplinowani, cechowali się rzetelnością oraz zaangażowaniem w przeprowadzonym badaniu. **Prawidłowa konstrukcja badań wraz z procesem ich oceny umożliwiła uzyskanie zgodności wyników ankiety z przyjętym celem. Uzyskane odpowiedzi natomiast umożliwiły pozyskanie właściwych danych wnoszących wkład w badania.****

⁵⁰⁶ Bielecka A. *Statystyka w biznesie i ekonomii*. Teoria i praktyka, Wyd. WSPiZ im. L. Koźmińskiego, Warszawa 2005, s.20.

⁵⁰⁷ Czliitt, Skala Likerta cz. 1: metodologia, <https://www.cziitt.pw.edu.pl/skala-likerta-cz-1/>

⁵⁰⁸ Stupnicki R., *Analiza i prezentacja danych ankietowych*, Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego, Warszawa 2015, s.21

Tabela 3.5. Wybrane wskaźniki zrównoważonego rozwoju według wymiarów i zakresów tematycznych - ujęcie ankietowe

Wymiar	Zakres tematyczny	Wskaźniki	Jednostka
WYMIAR EKOLOGICZNY	Wpływ pojazdu elektrycznego podczas eksploatacji na otoczenie i środowisko naturalne	Eksploatacja samochodu elektrycznego - wpływ na otoczenie oraz środowisko naturalne: • Emisja spalin, • Wyciekające oleje oraz płyny eksploatacyjne, • Inne szkodliwe oraz toksyczne zanieczyszczenia, • Duży hałas dla otoczenia, • Odzyskiwanie - rekuperacja energii.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Istniejące możliwości wykorzystania energii odnawialnej "zielonej energii" w celu naładowania baterii w samochodzie elektrycznym.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Negatywny wpływ na środowisko naturalne w poszczególnych fazach cyklu życia pojazdu elektrycznego (włącznie z produkcją akumulatorów trakcyjnych): • Na etapie produkcji, • Na etapie użytkowania, • Na etapie recyklingu.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Skala hałasu emitowanego przez samochód elektryczny: • Hałas emitowany przez samochodu elektryczny w czasie użytkowania, • Odczuwalny hałas we wnętrzu pojazdu podczas jazdy przy prędkości 100 km/h.	Skala Likerta [0,2-1]
	Wykorzystywane źródła energii elektrycznej podczas ładowania akumulatorów w pojeździe elektrycznym	Źródła pochodzenia energii elektrycznej: • Źródło pochodzenia energii wykorzystywanej do ładowania pojazdu elektrycznego (np. paliwo kopalne, zielona energia itp.).	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Poziom wykorzystania „brudnej” oraz „zielonej” energii elektrycznej podczas ładowania samochodu elektrycznego: • Wykorzystywana energia elektryczna do ładowania pojazdu elektrycznego pochodząca z "paliw kopalnych", • Wykorzystywana energia elektryczna do ładowania pojazdu elektrycznego pochodząca ze źródeł odnawialnych (np. fotowoltaika, energia wiatrowa itp.).	Skala Likerta [0,2-1]

	Wykorzystane materiały, źródła energii do produkcji samochodu elektrycznego oraz recykling	Wykorzystane do produkcji pojazdu elektrycznego materiały oraz przykładowe źródła energii: • Materiały pochodzące z recyklingu, • Materiały naturalne (np. wełna, drewno, kenaf itp.), • Wykorzystana energia do produkcji samochodu elektrycznego pochodząca z odnawialnych źródeł energii "zielona energia".	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Recykling: • Możliwość poddania samochodu elektrycznego ekologicznemu recyklingowi. Akumulator trakcyjny w samochodzie elektrycznym, który uległ uszkodzeniu po utracie gwarancji można naprawić lub wymienić na now, • Utylizacja i przetwarzanie akumulatorów - szkodliwość dla środowiska naturalnego, • Możliwość odzysku metali rzadkich (np. kobalt, nikiel itd.) podczas recyklingu akumulatora trakcyjnego, • Możliwość wykorzystania akumulatora trakcyjnego o sprawności wynoszącej poniżej 70%, jako domowej i przemysłowej bańki energii.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
WYMIARY	ZAKRES TEMATYCZNY	Wskaźnik	Jednostka
WYMIAR EKONOMICZNY	Różnice w bieżących kosztach eksploatacji samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym	Kilometrażowe lub coroczne prace serwisowe związane z wymianą części oraz płynów eksploatacyjnych w samochodzie elektrycznym: • Wymiana oleju silnikowego, filtra oleju, oleju w skrzyni biegów, płynu chłodniczego odpowiedzialnego za utrzymanie silnika w optymalnej temperaturze itp.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Określenie częstotliwości wymiany części w porównaniu z napędem spalinowym: • Wymiana klocków hamulcowych między 30 000 – 50 000 km, • Wymiana tarcz hamulcowych między 60 000 – 100 000 km.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Konieczność wymiany wybranych części eksploatacyjnych w samochodzie elektrycznym: • Wymiana rozrządu, sprzęgła, rozrusznika, alternatora itp., • Wymiana akumulatora trakcyjnego - sprawność akumulatora poniżej 70%.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
	Różnice w kosztach eksploatacyjnych między	Koszty eksploatacyjne samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym.	Skala Likerta [0,2-1]

	pojazdem spalinowym a elektrycznym		
	Najistotniejsze zalety oraz wady samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym	Najistotniejsze zalety samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym	Pytania otwarte
		Kluczowe wady samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym.	Pytania otwarte
		Rozwój elektromobilności wpływa realnie na: • Wzrost i rozwój gospodarczy Państwa?	[TAK/NIE/NIE WIEM]
Wymiar	Zakres tematyczny	Wskaźniki	Jednostka
WYMIAR PRAWNY	Ustawa o elektromobilności oraz paliwach alternatywnych	Dyrektywy, wsparcie dla elektromobilności: • Pojazdy elektryczne wraz z infrastrukturą wpisują się w dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. odnośnie rozwoju infrastruktury oraz paliw alternatywnych, • Dyrektywa 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. nałożona na państwa członkowskie wpływa/wpływie na szybsze upowszechnienie się samochodów elektrycznych, • Zwolnienie pojazdów elektrycznych m.in. z akcyzy, opłat i innych benefitów, które są zawarte w ustawie o elektromobilności wpływa korzystnie na rozwój tego sektora w Polsce, • Konieczność udzielenia wsparcia przez Państwo w celu rozwoju elektromobilności.	[TAK/NIE/NIE WIEM]
		Dodatkowe działania Państwa w celu rozpowszechnienia pojazdów elektrycznych.	Pytania otwarte
		Ocena obecnych przepisów/dyrektywy/ustaw pod względem spowolnienia bądź wpływu negatywnego na rozwój elektromobilności w Polsce.	Pytania otwarte
	Dofinansowanie, dopłaty, ulgi do samochodów elektrycznych	Dofinansowanie do ceny zakupu nowego samochodu elektrycznego.	[TAK/NIE/NIE BYŁO TAKIEJ MOŻLIWOŚCI]
		Ocena otrzymanej dopłaty do ceny zakupu nowego samochodu elektrycznego w przypadku jej otrzymania pod względem zadawalającym/wystarczającym.	[TAK/NIE]
		Wskazany poziom dofinansowania do ceny zakupu nowego samochodu elektrycznego: • poniżej 10%, • 10 - 30%,	[TAK/NIE]

		• 30 - 50%, • powyżej 50%.	
		Większe wsparcie przez rząd w postaci ulg i dopłat do samochodów elektrycznych wpłynie na zakup przez społeczeństwo większej ilości pojazdów w celu zastąpienia tradycyjnych pojazdów spalinowych.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
	Istotność/przydatność ulg-przywilejów	Korzystnie z ulg i przywilejów: • Darmowe parkingi w centrach miast i innych miejscach przeznaczonych dla samochodów EV, • BUS-pasy, • Bezpłatny wjazd do stref ograniczonego ruchu - ultraniskiej emisji.	[TAK/NIE]
		Ocena istotności/przydatności darmowych parkingów, Bus-pasów, bezpłatnego wjazdu do strefy ograniczonego ruchu w centrach miast przeznaczonych dla samochodów elektrycznych: • Darmowe parkingi w centrach miast i innych miejscach przeznaczonych dla samochodów elektrycznych, • Bus-pasy, • Bezpłatny wjazd do stref ograniczonego ruchu - ultraniskiej emisji.	Skala Likerta [0,2-1]
WYMIARY	ZAKRES TEMATYCZNY	Wskaźnik	Jednostka
WYMIAR TECHNOLOGICZNY	Zasięg samochodu elektrycznego	Ocena zasięgu samochodu elektrycznego na jednym ładowaniu w codziennym użytkowaniu pod względem negatywnego wpływu na komfort użytkowania pojazdu w poszczególnych strefach: • Miasto, • Wieś - tereny wiejskie, • Autostrady/drogi szybkiego ruchu, • Tereny leśne, plener i inne.	[TAK/NIE]
	Ładowanie komercyjne i publiczne	Miejsce i częstotliwość ładowania samochodu elektrycznego: • Dom, • Praca, • Ładowarki publiczne/firmowe (parkingi, galerie i in.).	Skala Likerta [0,2-1]
		Wykorzystywana forma ładowania pojazdu elektrycznego w domu lub w pracy: • Ładowanie z gniazdka, • Ładowanie z Wallbox ,	Skala Likerta [0,2-1]

		• Inna forma ładowania (np. typ ładowarki, ładowanie bezprzewodowe itp.).	
		Najczęściej wykorzystywana forma ładowania oraz stacji ładowania poza miejscem zamieszkania/pracą: • Ładowanie z gniazdka 2,4 kW, • Ładowanie AC 3-22kW, • Ładowanie DC 20-25 kW, • Ładowanie „szybkie” 50 kW, • Ładowanie „dużej mocy” 150 do 350 kW+.	Skala Likerta [0,2-1]
		Określenie częstotliwości ładowania w podziale godzin: • 6:00-13:00, • 13:00-15:00, • 15:00-22:00, • 22:00-6:00.	Skala Likerta [0,2-1]
	Obsługa samochodu elektrycznego i ładowarek	Wymagane odbycie szkolenia w celu możliwości prowadzenia pojazdu elektrycznego oraz czynności ładowania.	[TAK/NIE/NIE WIEM]
		Ocena trudności obsługi ładowarek przeznaczonych do samochodu elektrycznego pod względem trudności/skomplikowania.	[TAK/NIE/NIE WIEM]
	Czas ładowania	Średni czas ładowania samochodu elektrycznego?	[min./h]
		Określenie czy obecny czas ładowania samochodu elektrycznego jest długi.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
		Obecny czas ładowania samochodu elektrycznego wpływa na obniżenie komfortu podczas jego eksploatacji.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
		Pożądany czas ładowania samochodu elektrycznego do 100% baterii.	[min./h]
	Miejsce użytkowania pojazdów elektrycznych oraz infrastruktura stacji ładowania	Określenie miejsca/miejsc oraz częstotliwości korzystania z samochodu elektrycznego: • Miasto, • Wieś - tereny wiejskie, • Autostrady/drogi szybkiego ruchu, • Tereny leśne, plener.	Skala Likerta [0,2-1]
		Określenie stopnia dostępności infrastruktury ładowania samochodów elektrycznych w podanych strefach:	Skala Likerta [0,2-1]

		• Miasto • Wieś - tereny wiejskie, • Autostrady/drogi szybkiego ruchu, • Tereny leśne, plener.	
		Ocena infrastruktury, wytyczne odnośnie niezbędnych modernizacji/usprawnień.	Pytania otwarte
	Dodatkowe wykorzystanie samochodu elektrycznego	Dodatkowe wykorzystanie samochodu elektrycznego do innych celów.	[TAK/NIE]
		Dodatkowa forma wykorzystania samochodu elektrycznego.	Pytania otwarte
	Zalety i wady oraz braki w ujęciu technologicznym samochodu elektrycznego	Zalety technologiczne samochodu elektrycznego.	Pytania otwarte
		Wady samochodu elektrycznego.	Pytania otwarte
		Wpływ 6 termicznych pór roku w Polsce na spadek zasięgu pojazdu elektrycznego: • Przedwiośnie ze śr. temp. dobową od 0 do 5°C, • Wiosna - od 5 do 15°C, • Lato - powyżej 15°C, • Jesień - od 5 do 15°C, • Przedzimy - od 0 do 5°C Zima - poniżej 0°C.	Skala Likerta [0,2-1]
		Konieczność ograniczenia używania klimatyzacji i/lub ogrzewania w celu redukcji spadku zasięgu w wybranych strefach: • Miasto, • Wieś - tereny wiejskie, • Autostrady/drogi szybkiego ruchu, • Tereny leśne, plener.	[TAK/NIE]
		Odczuwalne zmniejszenie komfortu użytkowania spowodowane zmniejszeniem używania klimatyzacji lub ogrzewania w wybranych strefach: • Miasto, • Wieś - tereny wiejskie, • Autostrady/drogi szybkiego ruchu, • Tereny leśne, plener.	[TAK/NIE]
		Używanie klimatyzacji i/lub ogrzewania wpływa na zmniejszenie komfortu użytkowania pojazdu w dłuższych trasach powyżej 200 km?	[TAK/NIE]
		Częstotliwość użytkowania wybranych trybów jazdy: • Comfort,	Skala Likerta [0,2-1]

		- Eco pro, - Eco pro+.	
		Wpływ dostępnych trybów jazdy (COMFORT, ECO PRO oraz ECO PRO+) na obniżenie komfortu użytkowania samochodu elektrycznego.	[TAK/NIE]
	Awarie	Częstotliwość powstawania wybranych awarii: - Akumulator trakcyjny, - System termiczny pojazdu, - Układ elektryczny, - Układ napędowy (silnik elektryczny), - Inne awarie.	Skala Likerta [0,2-1]
WYMIARY	ZAKRES TEMATYCZNY	Wskaźnik	Jednostka
WYMIAR SPOŁECZNY	Wypożyczenie, jakość, obsługa samochodu elektrycznego	Dodatkowe wyposażenie samochodów elektrycznych nie odbiega od modeli tradycyjnych.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
		Jakość pojazdów elektrycznych w porównaniu z pojazdem spalinowym.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
		Dostępne dodatkowe wyposażenie przy zakupie samochodu elektrycznego jest mniejsze niż w przypadku samochodu spalinowego.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
		Stopień skomplikowania/trudności obsługi samochodu elektrycznego.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
	Elektromobilność – gospodarka Polski i UE	Korzystanie z samochodów elektrycznych wpływa realnie na minimalizację zależności państw członkowskich UE od paliw tradycyjnych.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
		Zwiększenie zainteresowania przez społeczeństwo pojazdami elektrycznymi wpłynie na szybszy rozwój innowacyjnych sektorów gospodarki.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
		Rozwój elektromobilności w kraju wpłynie na pozytywne spostrzeganie Polski przez inne kraje.	[TAK/NIE/NIE MAM ZDANIA]
	Bezpieczeństwo	Ocena stopnia bezpieczeństwa samochodu elektrycznego podczas kolizji (np. strefa zgniotu, samozapłon itp.) w zestawieniu z pojazdem spalinowym.	[TAK/NIE/NIE WIEM]

		Ocena stopnia wystąpienia samozapłonu samochodu elektrycznego w zestawieniu z pojazdem spalinowym.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Możliwość porażenia prądem podczas użytkowania samochodu elektrycznego.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Ocena stopnia bezpieczeństwa samochodu elektrycznego - środka transportu pod względem technicznym.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
	Informacje o pojazdach elektrycznych	Ocena poziomu ogólnie dostępnych informacji na temat elektromobilności.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Ocena poziomu dostępnych informacji odnośnie samochodów elektrycznych oraz infrastruktury.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Ocena obszerności ogólnie dostępnych informacji w Polsce na temat pojazdów elektrycznych i infrastruktury.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Istniejąca możliwość/szansa przed zakupem samochodu elektrycznego, przetestowania bądź zapoznania się z pojazdem.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
		Obawy przed użytkowaniem pojazdu elektrycznego.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]
	Zestawienie pojazdu elektrycznego z spalinowym	Ocena stopnia trudności obsługi pojazdu elektrycznego w zestawieniu z odpowiednikiem spalinowym.	[TAK/NIE/ BEZ RÓŻNICY]
		Porównanie samochodu elektrycznego ze spalinowym w aspektach ekonomicznych, eksploatacyjnych i bezpieczeństwa.	[TAK/NIE/ BEZ RÓŻNICY]
		Ocena komfortu jazdy w samochodzie elektrycznym w porównaniu ze spalinowym samochodem.	[TAK/NIE/ BEZ RÓŻNICY]
		Następny potencjalnie zakupiony pojazd - samochód elektryczny.	[TAK/NIE/ BEZ RÓŻNICY]
	Istotność wybranych aspektów przy wyborze samochodu elektrycznego	Najistotniejsze aspekty przy wyborze/zakupie samochodu elektrycznego: • Cena samochodu, • Aspekty ekologiczne (np. pojazd wyprodukowany ekologicznie), • Dyrektywy, ustawy, • Przywileje np. darmowe parkingi itp., • Walory jezdne (np. przyspieszenie, moc silnika),	[TAK/NIE/ NIE ISTOTNE]

		• Najnowocześniejsze multimedia (np. Car-Net, łączność ze smartfonem itp.), • Systemy wspomagające (np. asystent pasa, system automatycznego parkowania), • Wygląd zewnętrzny i wewnętrzny pojazdu, • Serwis, • Zasięg pojazdu na jednym ładowaniu, • Zużycie energii przez samochód (kWh/100 km), • Dostępna infrastruktura ładowania, • Inne nie wymienione.	
--	--	---	--

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3.6. Wymiary wraz z przyporządkowanymi Celami Zrównoważonego Rozwoju

Wymiary	Cele
WYMIAR EKOLOGICZNY	Cel 11. Zrównoważone miasta i społeczności Cel 13. Działania w dziedzinie klimatu
WYMIAR EKONOMICZNY	Cel 8. Wzrost gospodarczy i godna praca Cel 12. Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja
WYMIAR PRAWNY	Cel 16. Pokój, sprawiedliwość i silne instytucje
WYMIAR TECHNOLOGICZNY	Cel 7. Czysta i dostępna energia Cel 9. Przemysł, Innowacyjność, Infrastruktura
WYMIAR SPOŁECZNY	Cel 12. Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3.7. Wybrane wskaźniki do oceny atrybutów innowacji rzutujących na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym

Atrybuty innowacji	Obszar	Jednostka	Odbiór atrybutów	Odbiór dyfuzji	
Względna przewaga innowacji	Emisja spalin	[TAK/NIE/NIE WIEM]	Akceptacja	Akceptacja bądź odrzucenie	
	Odzyskiwanie - rekuperacja energii				
	Hałas emitowany przez samochód elektryczny w czasie użytkowania		Odrzucenie		
	Odczuwalny hałas we wnętrzu pojazdu podczas jazdy przy prędkości 100km/h				
Przystawalność innowacji	Pojazdy elektryczne wraz z infrastrukturą wpisują się w dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. odnośnie rozwoju infrastruktury oraz paliw alternatywnych.	[TAK/NIE/NIE WIEM]	Akceptacja		
	Dyrektywa 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r., nałożona na państwa członkowskie wpływa/wpływie na szybsze upowszechnienie się samochodów elektrycznych.		Odrzucenie		
	Zwolnienie pojazdów elektrycznych m.in. z akcyzy, opłat i innych benefitów, które są zawarte w ustawie o elektromobilności wpływa korzystnie na rozwój tego sektora w Polsce.				
	Konieczność udzielenia wsparcia przez Państwo w celu rozwoju elektromobilności.				
Kompleksowość innowacji	Ocena stopnia trudności obsługi pojazdu elektrycznego w zestawieniu z odpowiednikiem spalinowym.	[TAK/NIE/BEZ RÓŻNICY]	Akceptacja		
	Walory jezdne (np. przyspieszenie, moc silnika).	[TAK/NIE/NIE ISTOTNE]			
	Ocena komfort jazdy w samochodzie elektrycznym w porównaniu z spalinowym samochodem	[TAK/NIE/BEZ RÓŻNICY]	Odrzucenie		

	Następny potencjalnie zakupiony pojazd - samochód elektryczny.			
Możliwość przetestowania innowacji	Ocena poziomu ogólnie dostępnych informacji na temat elektromobilności.	[TAK/NIE/ NIE WIEM]	Akceptacja	
	Ocena poziomu dostępnych informacji odnośnie samochodów elektrycznych oraz infrastruktury.			
	Ocena obszerności ogólnie dostępnych informacji w Polsce na temat pojazdów elektrycznych i infrastruktury.		Odrzucenie	
	Istniejąca możliwość/szansa przetestowania bądź zapoznania się z samochodem elektrycznym przed jego zakupem.			
Zauważalność innowacji	Koszty eksploatacyjne samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym.	Skala Likerta [0-1]	Akceptacja	
	Obaw przed użytkowaniem pojazdu elektrycznego.	[TAK/NIE/ BEZ RÓŻNICY]		
	Porównanie samochodu elektrycznego ze spalinowym w aspektach ekonomicznych, eksploatacyjnych oraz bezpieczeństwa.		Odrzucenie	
	Następny potencjalnie zakupiony pojazd - samochód elektryczny.			

Źródło: Opracowanie własne

Istotny jest fakt, iż **wyeksponowane wymiary oraz analizowane w ich obszarach zagadnienia cechują się spójnością wzajemnie przenikającą oraz uzupełniającą się.** Należy podkreślić, iż **poszczególne zagadnienia dokładnie zaszeregowano do jednego z wyszczególnionych wymiarów, gdyż ma to istotne znaczenie na tą strefę, ale nie oznacza to braku powiązań z pozostałymi.** Badanie nie zawierało bezpośrednich pytań odnośnie oceny poziomu zrównoważonego rozwoju wybranej jednostki elektrycznej przy uwzględnieniu zaproponowanego podziału na pięć wymiarów zrównoważenia: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego i społecznego, jak również szans na popularyzację bądź odrzucenie tej technologii. **Rozpoznanie oraz ocenę przeprowadzono poprzez analizę wyników z otrzymanych wartości oraz odpowiedzi umożliwiając**

określenie poziomu oddziaływania innowacyjnej technologii elektrycznej na poszczególne wymiary: ekologiczny, ekonomiczny, prawny, technologiczny oraz społeczny z uwzględnieniem aspektu zrównoważonego i wybranych celów, analizy kontekstowej wybranych wymiarów oraz analizy atrybutów ekologicznej innowacji, rzutujących na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym. **Umożliwiło to właściwe zinterpretowanie uwarunkowań cechujących się swoistością charakteru pewnego zjawiska jego kontekstu oraz oddziaływania z innymi jego członami**⁵⁰⁹.

Kierunek analizy zmierza do przeprowadzenia ocen wskaźników pod względem realizacji wybranych celów i oceny syntetycznego stopnia zrównoważenia innowacyjnej technologii elektrycznej, a następnie przejścia do etapu analizy poziomu upowszechnienia innowacyjnej technologii elektrycznej.

Procedura ta zostanie zastosowana do przebiegu badań jakościowych i ich analizy, która jest częścią zaproponowanej metody do oceny całościowej innowacyjnej technologii elektrycznej, obejmującej ocenę jej efektów niewymiernych i wymiernych ekonomicznie oraz określenie poziomu zrównoważenia i upowszechnienia.

3.9.3 Procedura doboru narzędzi badawczych oraz jednostki badawczej – wstępna weryfikacja

W badaniu wykorzystano jako narzędzie badawcze kwestionariusz wraz z zastosowaniem techniki badawczej opartej na ankiecie elektronicznej. Pełną formę ankiety elektronicznej z badania zasadniczego przedstawiono w **załączniku 6**. Kwestionariusz badawczy utworzono w oparciu o studium literaturowe oraz opinie ekspertów (kluczowe informacje m.in. odnośnie innowacyjnej technologii elektrycznej uzyskane zostały podczas ustalania hierarchizacji parametrów techniczno-użytkowych pojazdów elektrycznych wraz z nadaniem im rang). Ponadto kwestionariusza został przetestowany w badaniach pilotażowych, natomiast uzyskane wyniki posłużyły do jego modernizacji. Pod koniec 2020 roku przeprowadzono badania pilotażowe w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe. **Kryterium doboru jednostki organizacyjnej** było dobrane w sposób celowy na podstawie:

- jednostki organizacyjnej, która działa na rzecz zrównoważonego rozwoju⁵¹⁰,

⁵⁰⁹Patton M., *Quality in qualitative research: methodological principles and recent developments*, „Journal of the American Educational Research Association”, Chicago 1985.

⁵¹⁰ Raport, *Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ, Agenda 2030 w Lasach Państwowych*, Lasy Państwowe, <https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/aktualnosci/lasy-panstwowe-dzialaja-na-rzecz-celow-zrownowazonego-rozwoju/agenda-2030-w-lasach-panstwowych.pdf>

- posiadanej wiedzy na temat koncepcji zrównoważonego rozwoju oraz elektromobilności w teorii i praktyce przez osoby objęte badaniem^{511,512},
- pioniera polskiej elektromobilności wśród instytucji publicznych⁵¹³.

Należy zaznaczyć, iż Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe nie jest przedsiębiorstwem, lecz jednostką organizacyjną nieposiadającą osobowości prawnej. Jednostka ta działa na obszarze Polski. Oprócz zarządzania gospodarką leśną jednostka zajmuje się m.in. gospodarowaniem terenów zgodnie z koncepcją zrównoważonego rozwoju. Należy zwrócić uwagę, że od końca roku 2018 wybrani pracownicy Lasów Państwowych są użytkownikami samochodów elektrycznych, w związku z czym posiadają nieocenioną wiedzę i doświadczenie odnośnie koncepcji zrównoważonego rozwoju oraz elektromobilności. Reasumując Lasy Państwowe działają na rzecz zrównoważonego rozwoju oraz są pionierem polskiej elektromobilności wśród instytucji publicznych.

Na potrzeby badania pilotażowego zastosowano technikę wywiadu częściowo – strukturyzowanego (na wybór tej formy wpłynął stan epidemiologiczny w kraju), przeprowadzonego z Managerem Projektu Rozwojowego Lasów Państwowych, który na podstawie wcześniejszych konsultacji z innymi użytkownikami pojazdów elektrycznych w wybranej organizacji udzielił szczegółowych odpowiedzi i wytycznych na temat: jasności, zrozumienia, rzetelności metody badawczej, poprawności wskazanych pytań oraz wyraził sugestie odnośnie układu i tematyki zawartej w kwestionariuszu. W oparciu o uzyskane informacje oraz wskazówki doprecyzowano kwestionariusz, który został wykorzystany w dalszych częściach badań, a pytania w nim objęte określają zakres badań. Należy zaznaczyć, iż jednostka organizacyjna Lasy Państwowe spełniła powyższe kryteria doboru jednostki, zważywszy na to badania zasadnicze również przeprowadzono w tej jednostce organizacyjnej.

3.9.4 Poziom zrównoważenia, wskazane możliwości ich oceny

W zakresie naukowym spektrum stosowanych metod badawczych jest rozległe, a wybranie stosownej metody spośród nich musi być uzależnione m.in. od ⁵¹⁴:

- problemu badawczego,

⁵¹¹ Poradnik, Zrównoważony rozwój w edukacji leśnej, Centrum Edukacji Obywatelskiej we współpracy z Lasami Państwowymi w 2015 r., https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/publikacje/dla-nauczycieli/zrownowazony-rozwoj-w-edukacji-lesnej/poradnik_educatora.pdf

⁵¹² Elektro-mobilność w praktyce Lasów Państwowych, Podsumowanie projektu pilotażowego, Warszawa 2019.

⁵¹³ Lasy Państwowe stawiają na elektromobilność, Kapitał Polski, <https://kapitalpolski.pl/lasy-panstwowe-stawiaja-na-elektromobilnosc/> [dostęp 09.12.2019]

⁵¹⁴ Stawińska M., Witczak H (red.), *Podstawy metodologiczne prac doktorskich w naukach ekonomicznych*, PWE, Warszawa 2012, s. 105-107.

- celu badań,
- przyjętych hipotez/pytań,
- poziomu badań,
- jakości danych oraz ich wiarygodność.

Metody badawcze w naukach empirycznych do których włącza się m.in. nauki techniczne, nauki o zarządzaniu to niewątpliwie typowe oraz powtarzalne formy opracowania, gromadzenia, badania oraz wyjaśniania danych empirycznych, które posłużą do pozyskania właściwych i należytych odpowiedzi w oparciu o pytania badawcze⁵¹⁵. Ogólnie przyjęty podział grupuje metody badawcze na ilościowe i jakościowe. Metody ilościowe odnoszą się do badań, w których przeprowadza się pomiar pewnych zmiennych, które przedstawione są w postaci określonej skali liczbowej. Podczas badań można wykorzystywać narzędzia modelowania matematycznego, metody ekonometryczne oraz statystyczne. Natomiast w metodach jakościowych w odróżnieniu do metod ilościowych nie określa się parametrów liczbowych obrazujących badane zjawisko bądź przedmiot badań. Typowymi metodami, które można zastosować podczas badania to badania terenowe, wywiady, dyskusje, analiza tekstu oraz obserwacje⁵¹⁶. Zazwyczaj metody jakościowe wykorzystywane są przez badacza w przypadku konieczności uzyskania pogłębionej wiedzy na dany temat oraz dojście do meritum problemu, kiedy nieobowiązkowa jest reprezentatywność wyników, natomiast prędkiej zgłębienie istoty danego zjawiska. Ważne jest, aby zastosować metodę stosowną do problemu badawczego oraz cech przedmiotu badań. Zważywszy na problem badawczy podjęty w rozprawie doktorskiej, w której zaproponowano metodę oceny innowacyjnej technologii elektrycznej na etapie upowszechniania w aspekcie zrównoważonego rozwoju zdecydowano, iż do części badań odnoszących się do wpływu tej technologii na poszczególne wymiary w zrównoważonym rozwoju wraz z wybranymi jego celami, za najbardziej odpowiednią metodę uznano studium przypadku, która należy do metod jakościowych.

3.9.5 Charakterystyka metody studium przypadku

Metoda studium przypadku opiera się na badaniu pojedynczych bądź zwielokrotnionych realnych postępowań organizacji, procesów, zdarzeń z wyłączeniem

⁵¹⁵ Chybalski F., Matejun M., *Organizacja jako obiekt badań – od zbierania danych do analizy wyników* [w:] Adamik A. (red.), *Nauki o organizacji. Ujęcie dynamiczne*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa 2013, s. 102.

⁵¹⁶ Niemczyk J., *Metodologia nauk o zarządzaniu* [w:] Czakon W (red.), *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa 2013, s. 21-22.

ingerencji oraz manipulacji w nie⁵¹⁷. Ponadto metoda studium przypadku nazywana jest również metodą monograficzną odzwierciedlającą koncepcje badań etnograficznych przeprowadzanych w rzeczywistym świecie używając bezpośredniego kontaktu z obiektem badanym⁵¹⁸. Zalety tej metody nie kończą się tylko na etapie poznawania oraz interpretowania złożoności danego wpływu na określony aspekt. Metoda studium przypadku oprócz powyższego, według niektórych badaczy, przyczynia się do rozwoju teorii zarządzania, co prezentuje *Tabela 3.8*.

Tabela 3.8. Możliwości metody badania przypadków

Autor	Wkład w rozwój koncepcji naukowej
Vaughan D., [1992]	Potwierdzenie bądź zaprzeczenie koncepcji, formułowanie nowych hipotez, dokładanie detali do modeli oraz idei teoretycznych.
Apanowicz J., [2003]	Poszerzanie wiedzy oraz zagwarantowanie kontroli przez scalanie niejednej metody oraz technik badawczych.
Stake R.E. [2005]	Ulepszenie istniejących teorii, rozpoznanie stref do dalszych prac badawczych, uzmysłowienie ograniczeń uogólnienia wniosków.
Yin R.K. [2003]	Stwierdzenie, podważanie, rozwijanie, rozpoznanie, wzbogacanie, uogólnienie, zmiana teorii, poprawianie występujących propozycji teoretycznych, rozwój hipotez oraz sugestie dalszych badań.
Eisenhardt K.M., Graebner M.E., [2007]	Rozbudowa idei, ram oraz konstruktów teoretycznych, teorii umiarkowanego zakresu, przekładanie wyników oraz wniosków na odrębne kategorie zdarzeń.
Sigglekow N., [2007]	Tworzenie nowych tez w celu rozwoju teorii, rozpoznanie niespójności teoretycznych, doprecyzowanie występujących koncepcji teoretycznych.
Sudoł S., [2007]	Wzorce oraz antywzorce zarządzania.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Matejun M., Metoda badań przypadków w naukach o zarządzaniu, Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa, nr 10/2011, s. 95.

Zważywszy na przyjęte cele rozprawy doktorskiej wraz z chęcią wnikliwego oraz kompleksowego rozpoznania wpływu technologii elektrycznej na realizację zrównoważonego rozwoju wraz z wybranymi celami i atrybutami innowacji rzutującymi na akceptację

⁵¹⁷ Czakon W., Zastosowanie studiów przypadku w badaniu nauk o zarządzaniu [w:] Czakon W. (red.), Podstawy metodologii w naukach o zarządzaniu, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa 2011, s. 93-94.

⁵¹⁸ Matejun M., *Metoda badania przypadków w naukach o zarządzaniu*, Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa, nr 10/2011, s. 93-102.

lub odrzucenie innowacyjnej technologii elektrycznej na poziomie regionalnym, wywnioskowano, iż metoda studium przypadku ze względu na swój charakter jest najodpowiedniejsza. Założono, iż wykorzystanie jednocześnie poszczególnej metody indywidualnych przypadków zagwarantuje otrzymanie rzetelnych wyników. W celu zagwarantowania poprawności wyników i ograniczenia jednostronności badawczej zastosowano restrykcyjny aparat przeznaczony do tej techniki⁵¹⁹. Do zasadniczych celów/funkcji w studium przypadku podczas używania wyżej nadmienionej metody włącza się cele⁵²⁰:

- *inspiracyjne (motywacyjne)* – powiązane z szukaniem oraz zidentyfikowaniem luk teoretycznych oraz empirycznych,
- *teoriotwórcze* - powiązane z rozwijaniem bądź uzupełnianiem występujących teorii, używane zwłaszcza w warunkach niekompletnego rozpoznania występujących zjawisk,
- *weryfikowania teorii* – realizowane zazwyczaj przez jej falsyfikowanie, podążające do jej negowania bądź wykazania, iż uzasadnienia teoretyczne nie odzwierciedlają realistyczności organizacyjnej,
- *aplikacyjne* – przeznaczone do zrozumienia czynników oraz przebiegu zdarzeń w określonych sytuacjach. Zmierzają one do połączenia studiów przypadku z doświadczeniem gospodarczym oraz koncentrują się mocniej na podporze działań mocodawców niż na identyfikacji powszechnych poprawności teoretycznych,
- *dydaktyczne* – studia przypadków mają również formę ilustracyjną i edukacyjną np. dla studentów, doktorantów itd.

W niniejszej dysertacji odnośnie wybranej części badań sugerowano się zwłaszcza celami: teoriotwórczymi oraz aplikacyjnymi w wyniku czego uzyskane wyniki umożliwią właściwy poziom oddziaływania innowacyjnej technologii elektrycznej na wymiar: ekologiczny, ekonomiczny, prawny, technologiczny, społeczny i aspekt zrównoważonego rozwoju wraz z wybranymi celami oraz atrybutami innowacji rzutującymi na akceptację lub odrzucenie innowacyjnej technologii elektrycznej na poziomie regionalnym. Uzyskane wyniki oprócz informacji znaczących dla określonej grupy decydentów mogą być pomocne w zabezpieczeniu zrównoważonego przedsiębiorstwa oraz rozwoju.

⁵¹⁹ Badania studium przypadku cechują się restrykcyjną procedurą badawczą, która składa się z następujących etapów: [1] Określenia oraz projektowania badań, [2] przygotowania do zbierania danych, [3] Zbieranie danych oraz ich analiza oraz wnioskowanie. Szerzej: Czakon W., *Zastosowanie studiów...*, Op. Cit., s. 102.

⁵²⁰ Por.: Chybalski F., Matejun M., *Organizacja jako obiekt badań...*, op. cit., s. 126-127; Czakon W., *Zastosowanie studiów...*, op. cit., s. 94-102.

3.9.6 Tryb przebiegu badań jakościowych

Po wyborze narzędzia badawczego i metody badawczej przystąpiono do następnego kroku – przygotowanie przebiegu badań. Pierwszy krok polegał na doborze przypadków do badań. W literaturze przedmiotu występuje zdanie, iż ilość badanych przypadków podlega wyborowi przez badacza. Zważywszy uwagę na aspekt odpowiedniego podejścia do przeprowadzonych badań, zastosowano kilka studiów przypadku, gdyż procedura badawcza w tej wersji jest uznawana za rzetelniejszą niż oparta na jednym przypadku⁵²¹. Uznając powyższe twierdzenie badaniem objęto 16 jednostek Lasów Państwowych, w których eksploatowane były pojazdy z napędem elektrycznym. **Dobór przypadków: celowy, typowy do użycia metody⁵²², kryteria doboru** zgodne z wymogami wyboru przypadków w badaniach pilotażowych.

Ponadto dodatkowo wzięto pod uwagę następujące założenia odnośnie doboru przypadków - założenie o dostępności danych (sposobność ich zdobycia) i założenie różnorodności (kilkakrotne studium przypadku).

Na początku roku 2021 zostały przeprowadzone badania, w tym celu zostało użyte następujące narzędzie - wywiad standaryzowany⁵²³, badanie zostało zrealizowane na podstawie zaprojektowanego wcześniej kwestionariusza badawczego. Za wyborem powyższego narzędzia badawczego stała głównie szansa wytłumaczenia ewentualnych zastrzeżeń ankietowanym oraz niezrozumiałości pytań, szansa do błyskawicznej reakcji w przypadku zlokalizowania odpowiedzi nieściśłych bądź obopólnie przeciwstawnych, szansa zgromadzenia wielu gruntownych danych oraz monitoringu zdarzenia, w jakim realizowany jest wywiad⁵²⁴. Zważywszy na szczegółową konkretyzację, znaczącą wiedzę na temat zrównoważonego rozwoju i elektromobilności oraz rozpiętość zagadnień poddanych badaniu ankietowemu w wywiadzie brali udział reprezentanci uczestniczący w projekcie pilotażowym, który został przeprowadzony w Lasach Państwowych. Z powodu pogarszającej się sytuacji epidemicznej w Polsce i wprowadzeniu przez Rząd kolejnych obostrzeń dotyczących bezpieczeństwa

⁵²¹ Eisenhardt K., Graebner M., *Theory building from cases: opportunities and challenges*, „Academy of Management Journal” 2007, t. 50, nr 1., s.27.

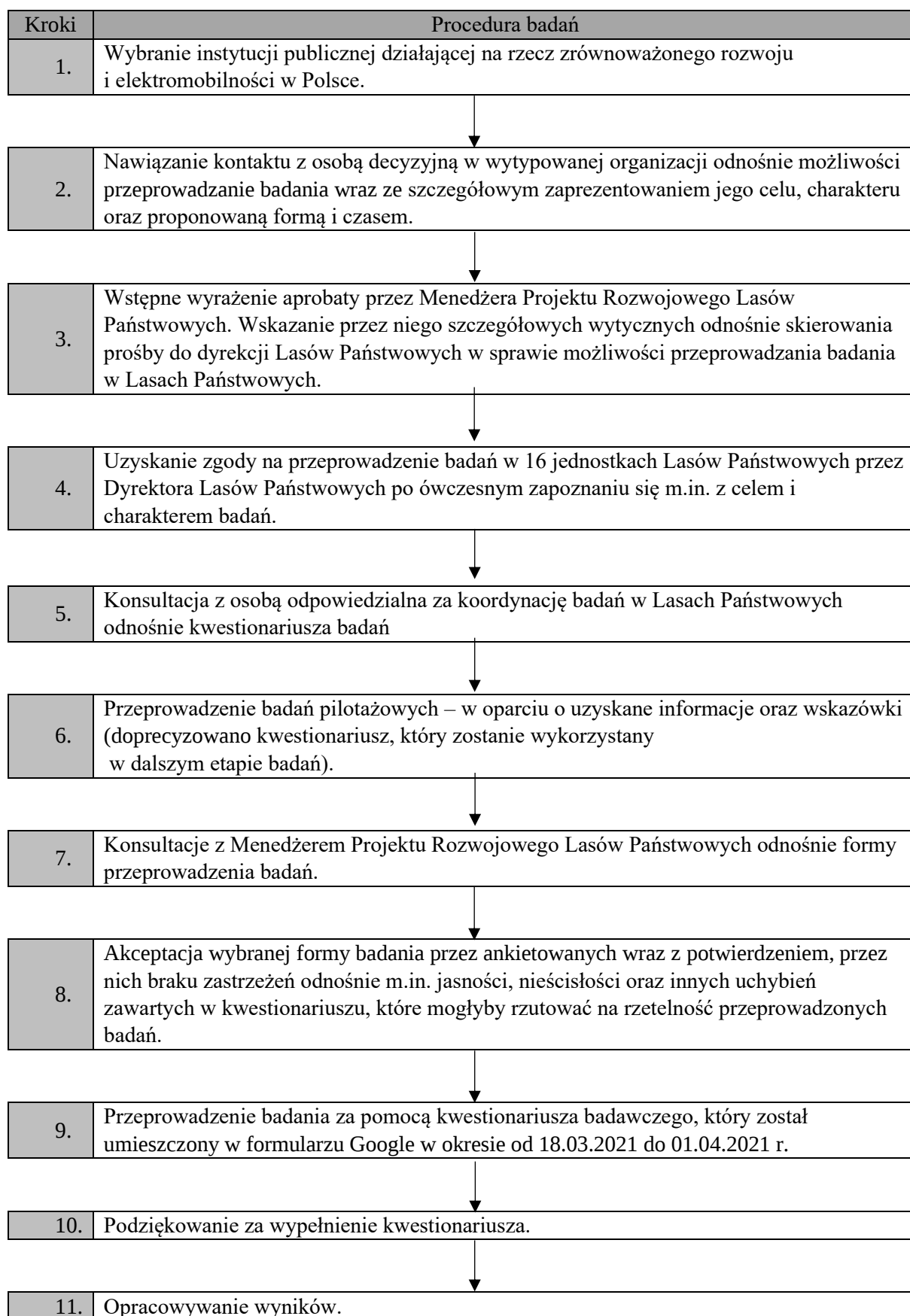
⁵²² Najczęściej w studium przypadku używa się dobór do próby: celowy, odejście od tej reguły istnieje wyłącznie podczas zastosowania studiów przypadku do testowania teorii, Czakon W., *Zastosowanie*, op. cit., s. 103.

⁵²³ **Wywiad standaryzowany** – jest ogólnie stosowany w naukach społecznych. Badacz działa zgodnie z zaprojektowanymi pytaniami, porządkiem pytań, układem oraz stylistyką według powyższego badacz przeprowadza badania. Standaryzacja bazuje na tym, iż te same pytania zadawane są ankietowanym w tym porządku. Kostera M., *Antropologia organizacji. Metodologia badań terenowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 122.

⁵²⁴ Szreder M., *Metody i techniki sondażowych badań opinii*, PWE, Warszawa 2010, s. 159-166.

w całym kraju, w trosce o zdrowie i bezpieczeństwo ankietowanych, została podjęta wspólnie decyzja z Managerem Projektu Rozwojowego Lasów Państwowych odnośnie zmiany formy przeprowadzenia wywiadu. Zostało ustalone, iż najbezpieczniejszą oraz najlepszą formą przeprowadzenia badania w tej sytuacji będzie wykorzystanie drogi internetowej, która jest istotnym narzędziem w prowadzeniu badań m.in. w naukach społecznych⁵²⁵. Kwestionariusz badawczy został umieszczony w formularzu Google. Po obopólnych ustaleniach badacza z Managerem Projektu Rozwojowego Lasów Państwowych ankieta była dostępna na formularzu Google od 18.03.2021 do 01.04.2012 r. Ankietowani zostali wcześniej zapoznani z celami oraz materiałem badawczym oraz formą wywiadu. Przed badaniem w formie elektronicznej, Manager Projektu Rozwojowego Lasów Państwowych, który był odpowiedzialny za koordynację badań w 16 jednostkach Lasów Państwowych potwierdził, iż ankietowani nie posiadają żadnych zastrzeżeń dotyczących się m.in. jasności, nieścisłości oraz innych uchybień zawartych w kwestionariuszu, które mogłyby rzutować na rzetelność przeprowadzonych badań. Ponadto ankietowani cechowali się zaangażowaniem i zrozumieniem tematyki zrównoważonego rozwoju oraz elektromobilności. Zespół charakteryzował się zaangażowaniem w badanie, gdyż przyświecała im chęć przekazania treściwych informacji, które mogłyby przyczynić się do poszerzenia wiedzy w tym obszarze. Uzyskane wyniki miały również trafić do Lasów Państwowych. Poniższy schemat szczegółowych kroków wykonanych w badaniach prezentuje *Rysunek 3.6*.

⁵²⁵ Batorski D., Kubicka M. O., Prowadzenie badań przez internet – podstawowe zagadnienia metodologiczne, *Studia socjologiczne* 2006, 3 (182), s. 100.



Rysunek 3.6. Procedura badań jakościowych

Źródło: Opracowanie własne

W związku z powyżej nadmienioną sytuacją w kraju, w czasie przeprowadzenia badań odstąpiono od m.in. techniki obserwacji bezpośredniej, której zadaniem jest zbadanie m.in. terenu na miejscu bez czynnego udziału obserwatora w danym działaniu⁵²⁶. Natomiast dodatkowo wykorzystano metodę badania dokumentów w celu kompleksowego uzupełnienia wiedzy do metody studium przypadku. W metodzie badania dokumentów istotna jest analiza treści bazująca na jakościowej ocenie adnotacji w dokumencie z perspektywy ich oddziaływania na pewne zjawisko⁵²⁷. Dokumenty objęte dodatkową analizą w poszczególnych jednostkach obejmowały: koszty eksploatacyjne, koszty zakupów pojazdów, przejechany dystans miesięczny, roczny przez poszczególne pojazdy, ilość pobranej energii przez pojazdy elektryczne. Uzyskane dane posłużyły do opracowania m.in. analizy wybranych kosztów i parametrów eksploatacyjnych pojazdu z napędem elektrycznym.

Należy zaznaczyć, iż **zastosowana metoda studium przypadku, metoda badania dokumentów oraz technika wywiadu standaryzowanego oprócz istotnych zalet posiada również ograniczenia**, a do najistotniejszych należą m.in.: ograniczona anonimowości ankietowanych podczas trwania badania, aczkolwiek istnieje możliwość zachowania anonimowości podczas przedstawienia wyników wraz z integrowaną koniecznością stworzenia zaufania ankietowanych, zagrożenie stronniczości badacza, wybiórczość obserwacji. Dlatego **w celu redukcji powyższych ograniczeń badacz podjął następujące kroki: nadzorował wszystkie badania samodzielnie, procedura badawcza przebiegała według identycznego harmonogramu dla wszystkich, co umożliwiło zagwarantowanie rzetelności badań oraz zabezpieczenie przed stronniczością badawczą**. Ponadto podjęto następujące działania w oparciu o uzyskane informacje oraz wskazówki, doprecyzowano kwestionariusz, usunięto m.in. pytania, które mogłyby wywołać dyskomfort, niechęć, opór przed kwestionariuszem. Należy zaznaczyć, iż zastosowana korekta w żaden sposób nie wpłynęła na obniżenie rzetelności wyników, natomiast umożliwiła stworzenie zaufania i przełamania w kierunku wypełnienia obszernego kwestionariusza przez ankietowanych. Dodatkowe działanie poprzez umieszczenie kwestionariusza badawczego w formularzu Google zapewniło ankietowanym: zapoznanie się wcześniej z pytaniami oraz zagwarantowało anonimowość wraz z możliwością wyboru odpowiedniego czasu przez respondenta na jego wypełnienie.

Badania dały możliwość zdobycia danych umożliwiając określenie poziomu oddziaływania innowacyjnej technologii elektrycznej na poszczególne wymiary: ekologiczny, ekonomiczny,

⁵²⁶ Kostera M., Antropologia., op. cit., s. 108.

⁵²⁷ Chybański F., Matejun M., Organizacja., op. cit., s. 136.

prawny, technologiczny oraz społeczny z uwzględnieniem aspektu zrównoważenia i wybranych celów. Ponadto badania umożliwiły przeprowadzenie analizy kontekstowej wytypowanych wymiarów wraz z określeniem poziomu oraz kierunkiem upowszechnienia innowacyjnej technologii elektrycznej.

4 WERYFIKACJA METODY OCENY INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII ELEKTRYCZNYCH W UJĘCIU CAŁOŚCIOWYM

4.1 Ocena innowacyjnej technologii elektrycznej na płaszczyźnie efektów niewymiernych i wymiernych

4.1.1 Procedura badania oceny cech niewymiernych wartościowo

Podczas przeprowadzania oceny niewymiernych efektów wartościowo innowacyjnego środka transportu zostanie przeprowadzona procedura przybliżona za pomocą przykładów liczbowych. W celu wykonania analizy utworzono grupę, składającą się z wielu parametrów techniczno-użytkowych, które to na potrzeby badań zostaną nazwane cechami. Należy podkreślić, że ocenę cech niewymiernych wartościowo utworzonej grupy można przeprowadzić w różnorodny sposób. Najczęściej dla potrzeb badań tworzy się dwie grupy, które są utworzone różnicowanie.

Ocena cech niewymiernych wartościowo dla pierwszej badanej grupy dokonuje się poprzez zastosowanie analizy wybranego zbioru. Zbiór ten należy utworzyć z danej grupy obiektów opisując kilkakrotnie każdy z nich. Kilkakrotna charakterystyka obiektów jest następstwem zmian indywidualnych jego cech w wyniku wprowadzenia usprawnienia. W tym wypadku opis obiektu powinien być czytelnie przeprowadzony w wyznaczonych okresach czasu (np. co miesiąc, rok). Stosując ten określony typ analizy można dostrzec w jakim stopniu wpłynęło usprawnienie na łączną ocenę końcową.

Ocenę cech niewymiernych wartościowo dla drugiej badanej grupy przeprowadza się poprzez analizę zbiorów obiektów, których cel przeznaczenia jest taki sam. W celu przeprowadzenia badania w grupie umieszcza się obiekty, które są w obrębie zainteresowania. Tak więc w badaniu można poddać analizie grupę obiektów, które określane są jako zastępniki (substytuty). W tej grupie zestawiać można ze sobą np. samochody elektryczne produkowane przez różnych producentów uwzględniając ich moc ładowania (małe pojazdy: 50 - <150 kW „samochody miejskie”). Wtenczas zasadniczym celem będzie uzyskanie odpowiedzi jak plasuje się wybrany bądź używany pojazd elektryczny przez dany podmiot na tle innych modeli pod kątem parametrów techniczno-użytkowych.

Reasumując do głównych zadań powyższych analiz należy przeprowadzanie właściwej segregacji, a w dalszym ciągu wykonanie oceny indywidualnych elementów zbioru. Autor dysertacji do celów niniejszej rozprawy wykorzystał analizę zaprezentowaną dla drugiej badanej grupy wraz z danymi zebranymi przez niego. Należy zaznaczyć, że w przypadku wprowadzenia zmian w badanym obiekcie powinno powtórzyć się opisane powyżej analizy, ponieważ w wyniku tego, zmianie może ulec jego ocena łączna.

Do badania wykorzystano dane wyjściowe zebrane w branży motoryzacyjnej. **Obejmują one samochody elektryczne uwzględniając moc ich ładowania tj. małe pojazdy: 50 - <150 kW. W stworzonej grupie porównywano samochód elektryczny o mocy ładowania 50 - <150 kW BMW i3, który jest użytkowany w Lasach Państwowych. Pojazd elektryczny BMW i3** jest produkowany od 2013 r. przez niemiecki koncern motoryzacyjny BMW Group⁵²⁸. Na przestrzeni 7 lat poddany pojazd został usprawniony. W segmencie premium koncern ten odgrywa wiodącą rolę na świecie wśród producentów samochodów oraz motocykli⁵²⁹. Samochód ten wraz z innymi został opisany przez poniższe parametry techniczno-użytkowe w *Tabela 4.1*.

Tabela 4.1. Parametry techniczno-użytkowe samochodu elektrycznego BMW i3

Lp.	Parametry techniczno-użytkowe	Lp. parametru
1.	zasięg w cyklu WLTP - cykl mieszany (km)	- 1
2.	czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW (h)	- 2
3.	akumulator pojemność (kWh)	- 3
4.	domowe gniazdko ładowania (h)	- 4
5.	zużycie energii (kWh/100 km)	- 5
6.	szybkie ładowanie DC prąd trójfazowy (h)	- 6
7.	silnik elektryczny: moc ((kW)	- 7
8.	przyspieszenie 0-100 km/h (s)	- 8
9.	pojemność bagażnika (L)	- 9
10.	prędkość maksymalna na napędzie elektrycznym (km/h)	- 10
11.	moc ładowarek (kW)	- 11
12.	silnik elektryczny: maks. moment obrotowy (Nm)	- 12
13.	masa własna (kg)	- 13

Źródło: Opracowanie własne

⁵²⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/BMW_i3

⁵²⁹ <https://www.bmw.pl/pl/topics/fascination-bmw/bmw-group.html>

W wyniku przeprowadzenia analizy samochodu elektrycznego BMW i3, pod kątem wyszczególnionych powyżej parametrów techniczno-użytkowych, autor w grupie objętej badaniem umiejscowił pojazdy elektryczne o mocy ładowania 50 - <150 kW, czyli tzw. samochody miejskie. Pomimo tego, że samochody te są produkowane przez różne koncerny samochodowe, posiadają one podobne cechy oraz przeznaczone są do użytkowania powszedniego. W celu przeprowadzenia analizy stworzono zbiór, który uformowany został z samochodów miejskich wyprodukowanych przez innych czołowych producentów w branży motoryzacyjnej. Samochód BMW i3 został objęty badaniem z następującymi samochodami elektrycznymi *Tabela 4.2.*

Tabela 4.2. Zestawienie samochodów elektrycznych uwzględniając moc ładowania: małe pojazdy 50 - <150 kW wraz z oznaczeniem produktu

Lp.	Modele samochodów elektrycznych	Oznaczenie produktu
1.	Skoda CITIGOe iV	SAM 1
2.	Volkswagen e-UP!	SAM 2
3.	Opel Corsa-e	SAM 3
4.	Peugeot e-208	SAM 4
5.	Renault Zoe R110	SAM 5
6.	Renault Zoe R135	SAM 6
7.	Volkswagen e-Golf	SAM 7
8.	Nissan Leaf	SAM 8
9.	Nissan Leaf e+	SAM 9
10.	Hyundai Kona 39,2	SAM 10
11.	Hyundai Kona 64	SAM 11
12.	BMW i3	SAM 12
13.	BMW i3s	SAM 13
14.	Hyundai Ioniq	SAM 14
15.	Mini CooperSE Electric	SAM 15

Źródło: Opracowanie własne

Samochód BMW i3, który znajduje się we flocie Lasów Państwowych oznaczony jest symbolem produktu SAM 12. Powyższa grupa złożona jest z piętnastu samochodów elektrycznych opisanych przez parametry techniczno-użytkowe. Opis parametrów techniczno-użytkowych 15 samochodów zawiera *Tabela 4.3.* W celu przeprowadzenia analizy zostanie wykorzystana metoda do oceny cech niemierzalnych. Mimo to, że metoda ta przeznaczona jest do oceny cech niemierzalnych z powodzeniem można ją również wykorzystać do oceny parametrów mierzalnych fizycznie, ale równocześnie trudno wymiernych wartościowo.

W wyniku zaistniałej sytuacji pojawia się problem w ocenie efektywności ekonomicznej, gdyż stan ten znacząco wpływa na perturbacje odnośnie określenia postaci wymiernej wartościowo. Dlatego w tej sytuacji niezasadne jest korzystanie z popularnych wskaźników oceny efektywności ekonomicznej.

4.1.2 Analiza badań cech niemierzalnych wartościowo

1. Jedną z prostszych metod, którą można wykorzystać do oceny jest metoda porządkowa. Wyniki z pierwszą jej odmianą - porównania parami „każdy z każdym” zawarte są w *Tabela 4.4*.

Analizie poddano 15 samochodów, pod uwagę wzięto 13 parametrów techniczno-użytkowych. Ranking samochodów elektrycznych zawiera *Tabela 4.5*. Uzyskana łączna suma punktów sklasyfikowała pojazd BMW i3 z 64 punktami na 13 miejscu. Najlepszym samochodem w tym zestawieniu okazał się Nissan Leaf + z łączną sumą punktów 144. Natomiast najgorszy wynik uzyskała Skoda CITIGOe iV z 36,5 punktami.

Do następnej analizy została wykorzystana inna odmiana metody porządkowej. Metoda ta oparta jest o „sumowanie zważonych wszystkich cech wyróżnionych w danym zbiorze jednostek”⁵³⁰ w związku, z tym zostanie wykorzystana do analizy każdego produktu. W wyniku tego, że cechy, które są przedstawione w liczbach bezwzględnych nie można ze sobą porównać, trzeba je pomnożyć przez rangi. Działania te jest niezbędne, aby osiągnąć porównywalność. Istotne jest, aby rangi odzwierciedlały realny wpływ poszczególnych cech na funkcje, które spełniane są przez produkty, ponieważ wielkość rangi ma główny wpływ na ranking zbioru. W związku z tym przeprowadzono badania ankietowe wśród ekspertów, których zadaniem było m.in. określenie wagi. Rangi dla indywidualnych parametrów techniczno-użytkowych zostały ustalone następująco *Tabela 4.6*.

Po ustaleniu rang poddano analizie zestawienie parametrów techniczno-użytkowych wyselekcjonowanych samochodów elektrycznych. Do oceny została wykorzystana addytywna oraz multiplikatywna funkcja *Tabela 4.7*

⁵³⁰ Marciniak S., Rafalski R., *Efektywność przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych*, op. cit., s. 184.

Tabela 4.3. Wykaz parametrów techniczno-użytkowych samochodów elektrycznych

Liczba porządkowa parametru	Oznaczenie produktu														
	SAM 1	SAM 2	SAM 3	SAM 4	SAM 5	SAM 6	SAM 7	SAM 8	SAM 9	SAM 10	SAM 11	SAM 12	SAM 13	SAM 14	SAM 15
1.	265	258	330	340	395	386	233	270	385	289	449	260	260	331	216
2.	4:08	5:27	5:25	7:20	8:33	8:33	5:20	7:30	11:30	9:35	6:10	4:18	4:18	6:05	4:25
3.	36,8	32,3	50	50	52	52	35,8	40	62	39,2	64	42,2	42,2	38,3	28,9
4.	12:37	16:12	28:00	24:03	37:13	37:13	17:00	21:00	32:00	19:00	31:00	15:00	15:00	35:30	25:00
5.	14,6	14,4	16,9	13,8	15	15	15,3	20,6	18,5	15	15,4	15,8	16,35	15,5	18
6.	1:00	1:00	0:30	0:25	1:05	1:05	0:45	1:00	1:30	0:57	1:15	0:42	0:42	0:57	0:35
7.	61	61	100	100	80	100	100	110	160	99	150	125	135	100	135
8.	12,5	11,9	8,1	8,1	11,4	9,5	9,6	7,9	6,9	9,7	7,6	7,3	6,9	9,9	7,3
9.	250	250	267	265	388	388	341	435	420	332	332	260	260	357	211
10.	130	130	150	130	135	140	150	144	157	155	167	150	160	165	150
11.	40	40	100	100	50	50	40	50	50	50	50	50	50	50	100
12.	210	210	260	260	225	245	290	320	340	395	395	250	270	295	270
13.	1160	1235	1455	1455	1502	1502	1615	1594	1723	1535	1685	1343	1365	1527	1365

Źródło: Badania własne

Tabela 4.4. Wyniki analizy grupy samochodów elektrycznych wykorzystującej metodę porównania parami „każdy z każdym”

Liczba porządkowa parametru	Oznaczenie produktu														
	SAM 1	SAM 2	SAM 3	SAM 4	SAM 5	SAM 6	SAM 7	SAM 8	SAM 9	SAM 10	SAM 11	SAM 12	SAM 13	SAM 14	SAM 15
1.	5	2	8	10	12	13	1	6	11	7	14	3,5	3,5	9	0
2.	0	6	5	9	11,5	11,5	4	10	14	13	8	1,5	1,5	7	3
3.	3	1	9,5	9,5	11,5	11,5	2	6	13	5	14	7,5	7,5	4	0
4.	0	3	8	7	12,5	12,5	4	6	10	5	9	1,5	1,5	11	14
5.	2	1	11	0	4	4	6	14	13	4	7	9	10	8	12
6.	8	9,5	1	0	11,5	11,5	5	9,5	11,5	6,5	13,5	3,5	3,5	6,5	2
7.	0,5	0,5	6	6	2	6	6	9	14	6	13	10	11,5	6	11,5
8.	14	12,5	6,5	6,5	12,5	8	9	5	0,5	10	4	3,5	0,5	11	3,5
9.	1,5	1,5	6	5	11,5	11,5	9	14	13	7,5	7,5	3,5	3,5	10	0
10.	1	1	7,5	1	3	4	7,5	5	11	10	14	7,5	12	13	7,5
11.	1	1	14	14	7	7	1	7	7	7	7	7	7	7	14
12.	0,5	0,5	5,5	5,5	2	3	9	11	12	13,5	13,5	4	7	10	8
13.	0	1	5,5	5,5	7,5	7,5	12	11	14	10	13	2	3,5	9	3,5
Łączna suma uzyskanych punktów przez pojazd	36,5	40,5	93,5	79	108,5	111	75,5	113,5	144	104,5	137,5	64	72,5	111,5	79

Źródło: Badania własne

Tabela 4.5. Ranking wyników porównania parami „każdy z każdym”

Ranking	Model	Łączna suma uzyskanych punktów
1.	Nissan Leafe+	144
2.	Hyundai Kona 64	137,5
3.	Nissan Leaf	113,5
4.	Hyundai Ioniq	111,5
5.	Renault Zoe R135	111
6.	Renault Zoe R110	108,5
7.	Hyundai Kona 39,2	104,5
8.	Opel Corsa-e	93,5
9.	Peugeot e-208	79
10.	Mini CooperSE Electric	79
11.	Volkswagen e-Golf	75,5
12.	BMW i3s	72,5
13.	BMW i3	64
14.	Volkswagen e-UP!	40,5
15.	Skoda CITIGOe iV	36,5

Źródło: Badania własne

Tabela 4.6. Rangi dla poszczególnych parametrów techniczno-użytkowych

Liczba porządkowa cechy	Cecha	Rangi
1.	Zasięg w cyklu WLTP - Cykl mieszany (km)	11,55
2.	Czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW (h)	11,04
3.	Akumulator pojemność (kWh)	10,02
4.	Domowe gniazdko ładowania (h)	9,52
5.	Zużycie energii (kWh/100 km)	9,27
6.	Szybkie ładowanie DC prąd trójfazowy (h)	9,01
7.	Silnik elektryczny: moc (kW)	7,74
8.	Przyspieszenie 0-100 km/h (s)	7,36
9.	Pojemność bagażnika (L)	6,98
10.	Prędkość maksymalna na napędzie elektrycznym (km/h)	6,22
11.	Moc ładowarek (kW)	5,97
12.	Silnik elektryczny: maks. moment obrotowy (Nm)	4,18
13.	Masa własna (kg)	1,14

Źródło: Badania własne

Tabela 4.7. Wykaz parametrów techniczno-użytkowych z zawarciem rang

Liczba porządkowa parametru	Oznaczenie produktu														
	SAM 1	SAM 2	SAM 3	SAM 4	SAM 5	SAM 6	SAM 7	SAM 8	SAM 9	SAM 10	SAM 11	SAM 12	SAM 13	SAM 14	SAM 15
1.	3061,9	2981,0	3812,9	3928,5	4563,9	4460,0	2692,1	3119,7	4448,4	3339,2	5187,9	3004,1	3004,1	3824,5	2495,7
2.	1,9	2,5	2,5	3,4	3,9	3,9	2,5	3,5	5,3	4,4	2,8	2,0	2,0	2,8	2,0
3.	368,8	323,7	501,1	501,1	521,2	521,2	358,8	400,9	621,4	392,9	641,5	423,0	423,0	383,9	289,7
4.	5,0	6,4	11,1	9,5	14,8	14,8	6,7	8,3	12,7	7,5	12,3	6,0	6,0	14,1	1,0
5.	135,3	133,5	156,6	127,9	139,0	139,0	141,8	190,9	171,5	139,0	142,7	146,4	151,5	143,7	166,8
6.	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,2
7.	472,0	472,0	773,7	773,7	619,0	773,7	773,7	851,1	1237,9	766,0	1160,6	967,1	1044,5	773,7	1044,5
8.	92,0	87,6	59,6	59,6	83,9	69,9	70,7	58,1	50,8	71,4	55,9	53,7	50,8	72,9	53,7
9.	1745,7	1745,7	1864,4	1850,5	2709,3	2709,3	2381,2	3037,5	2932,8	2318,3	2318,3	1815,5	1815,5	2492,9	1473,4
10.	808,2	808,2	932,6	808,2	839,3	870,4	932,6	895,3	976,1	963,7	1038,3	932,6	994,7	1025,8	932,6
11.	238,6	238,6	596,6	596,6	298,3	298,3	238,6	298,3	298,3	298,3	298,3	298,3	298,3	298,3	596,6
12.	878,4	878,4	1087,5	1087,5	941,1	1024,8	1213,0	1338,5	1422,2	1652,2	1652,2	1045,7	1129,4	1233,9	1129,4
13.	1325,7	1411,4	1662,9	1662,9	1716,6	1716,6	1845,7	1821,7	1969,1	1754,3	1925,7	1534,9	1560,0	1745,1	1560,0
Uśredniona ocena łączna (postać addytywna) $O_s = \frac{\sum_{i=1}^n a_i C_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$	91,3	90,9	114,6	114,1	124,5	126,0	106,6	120,2	141,5	117,1	144,4	102,3	104,8	120,1	97,5
Uśredniona ocena łączna (postać multiplikatywna) $O_s = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_i \cdot C_i}$	2,017	2,016	2,052	2,052	2,065	2,067	2,041	2,060	2,086	2,056	2,089	2,034	2,038	2,060	2,027

Źródło: Badania własne

Po przeprowadzeniu badania oraz zastosowaniu do tego celu addytywnej funkcji oceny *Tabela 4.8*, pojazd BMW i3 uzyskał łączną oceną 102,30, co dało mu 13 miejsce. Najlepszym samochodem w tym zestawieniu okazał się Hyundai Kona 64 z łączną oceną 144,37. Natomiast najgorszy wynik uzyskał Volkswagen e-UP! Z 90,89. Tymczasem według multiplikatywnej funkcji oceny, BMW i3, Hyundai Kona 64 oraz Volkswagen e-UP! zajęły taką samą pozycję, jak w badaniu powyżej.

Tabela 4.8. Ocena końcowa samochodów elektrycznych na podstawie funkcji addytywnej

Ranking	Model	Addytywna
1.	Hyundai Kona 64	144,37
2.	Nissan Leaf e+	141,47
3.	Renault Zoe R135	126,02
4.	Renault Zoe R110	124,51
5.	Nissan Leaf	120,24
6.	Hyundai Ioniq	120,12
7.	Hyundai Kona 39,2	117,08
8.	Opel Corsa-e	114,62
9.	Peugeot e-208	114,10
10.	Volkswagen e-Golf	106,58
11.	BMW i3s	104,80
12.	BMW i3	102,30
13.	Mini CooperSE Electric	97,46
14.	Skoda CITIGOe iV	91,34
15.	Volkswagen e-UP!	90,89

Źródło: Badania własne

Tabela 4.9. Ocena końcowa samochodów elektrycznych na podstawie funkcji multiplikatywnej

Ranking	Model	Multiplikatywna
1.	Hyundai Kona 64	2,0891
2.	Nissan Leaf e+	2,0858
3.	Renault Zoe R135	2,0674
4.	Renault Zoe R110	2,0655
5.	Nissan Leaf	2,0599
6.	Hyundai Ioniq	2,0598
7.	Hyundai Kona 39,2	2,0557
8.	Opel Corsa-e	2,0523
9.	Peugeot e-208	2,0516
10.	Volkswagen e-Golf	2,0409
11.	BMW i3s	2,0383
12.	BMW i3	2,0345
13.	Mini CooperSE Electric	2,0269
14.	Skoda CITIGOe iV	2,0168
15.	Volkswagen e-UP!	2,0161

Źródło: Badania własne

Wielowymiarowa analiza porównawcza (WAP)

W następnym etapie analiz wykorzystano metodę ilościową - wielowymiarową analizę porównawczą (WAP). Pojęcie wielowymiarowa analiza porównawcza dotyczy zbioru metod statystycznych, dzięki którym równoległej analizie można poddać przynajmniej dwie zmienne charakteryzujące każdy obiekt lub zjawisko. Metody te wykorzystuje się do badania zdarzeń bezpośrednio niemierzalnych, opisując wyznaczone obiekty podlegające analizie lub zjawisko porządkowania liniowego.

W celu porównania wpływu zamieszczonych w *Tabela 4.10* zmiennych, dokonano ich analizy statystycznej - *Tabela 4.11* i standaryzacji - *Tabela 4.12*. Następnie wyznaczono wzorzec rozwoju w zależności od tego, czy była to stymulanta, czy destymulanta. W ciągu dalszym obliczono odległości euklidesowe, które posłużyły do obliczenia taksonomicznej miary rozwoju. Działanie to pozwoliło uporządkować wszystkie badane samochody od stopnia ważności tj. od najwyższego do najniższego, w zakresie wszystkich parametrów techniczno-użytkowych badanych samochodów elektrycznych - *Tabela 4.17*.

Tabela 4.10. Spis zmiennych oznaczających poszczególne cechy (parametry techniczno-użytkowe) obiektów

Oznaczenie zmiennej	Jednostka pomiaru	Nazwa zmiennej	Rodzaj cechy	Rodzaj i nazwa skali pomiarowej
X_1	[km]	Zasięg w cyklu WLTP - Cykl mieszany	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_2	[min]	Czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_3	[kWh]	Pojemność akumulatora	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_4	[min]	Domowe gniazdko ładowania	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_5	[kWh/100 km]	Zużycie energii	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_6	[min]	Szybkie ładowanie DC prąd trójfazowy (h)	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_7	[kW]	Silnik elektryczny: moc	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_8	[s]	Przyspieszenie 0-100 km/h	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_9	[L]	Pojemność bagażnika	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_{10}	[km/h]	Prędkość maksymalna na napędzie elektrycznym	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_{11}	[kW]	Moc ładowarek	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_{12}	[N m]	Silnik elektryczny: maks. moment obrotowy	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa
X_{13}	[kg]	Masa własna	Ilościowa ciągła	Mocna ilorazowa

Źródło: Opracowanie własne

1. Analiza statystyczna

Dla poszczególnych parametrów techniczno- użytkowych X_{ij} modeli samochodów elektrycznych (SAM) poddanych analizie obliczono:

a) średnią arytmetyczną $\bar{X}_i$ wyrażoną wzorem

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij},$$

b) odchylenie standardowe

$$s_{\bar{X}_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{n(n-1)}},$$

(rozkład Gaussa dla $n > 11$),

c) rozstęp R_i

$$R_i = X_{i \max} - X_{i \min},$$

gdzie:

$X_{i \max}$ – wartość maksymalna dla i-tego parametru,

$X_{i \min}$ – wartość minimalna dla i-tego parametru,

d) współczynnik zmienności odchylenia standardowego V_i

$$V_i = \frac{s_{X_i}}{\bar{X}_i} \times 100\%,$$

dla $\bar{X}_i \neq 0$, gdzie:

s_{X_i} to odchylenie standardowe z próby,

$\bar{X}_i$ to średnia arytmetyczna z próby.

Współczynnik zmienności oszacowano w celu zobrazowania zróżnicowania poszczególnych cech (parametrów techniczno-użytkowych) badanych modeli samochodów elektrycznych. Wyniki powyższych obliczeń zestawiono w *Tabela 4.11*.

Tabela 4.11. Analiza statystyczna

Zmienna	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
$\bar{X}_i$	311	394	44	1443	16	54	108	9	317	148	58	282	1471
s_{X_i}	69	132	10	523	2	17	29	2	70	12	22	58	157
$X_{i\min}$	216	248	29	757	14	25	61	7	211	130	40	210	1160
$X_{i\max}$	449	690	64	2233	21	90	160	13	435	167	100	395	1723
R_i	233	442	35	1476	7	65	99	6	224	37	60	185	563
V_i	22,2	33,5	22,7	36,2	12,5	31,5	26,9	22,2	22,1	8,1	37,9	20,6	10,7

Źródło: Badania własne

Z powyższego wynika, że:

Wśród badanych modeli **największe zróżnicowanie wartości** występuje w przypadku parametru X₄ tj. czasu ładowania za pomocą domowego gniazdka, natomiast najbardziej zbliżone wartości dla parametrów X₅ tj. zużycia energii i X₈ - przyspieszenia.

Największa dysproporcja wśród modeli poddanych analizie wystąpiła w zakresie czasu ładowania za pomocą domowego gniazdka, natomiast najmniejsza w zakresie przyspieszenia i zużycia energii.

Największa zmienność występuje kolejno w przypadku parametrów: X₁₁- mocy ładowarek, X₄ - czasu ładowania za pomocą domowego gniazdka oraz X₂ - czasu ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW, **co oznacza, że producenci powinni wdrożyć działania zmniejszające występujące rozbieżności**. Czas szybkiego ładowania pojazdu z napędem elektrycznym zależy od wykorzystanej ładowarki oraz maksymalnej mocy ładowania DC, którą może zaaprobować pojazd. Istotne może to być podczas podróży, kiedy to czas jest znaczący i powstaje ograniczenie w braku możliwości skorzystania z ładowarek o większej mocy niż pojazd może zaakceptować. Według ekspertów czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW (X₂) po zasięgu w cyklu WLTP (X₁) jest jednym z najbardziej ważnych dla potencjalnych klientów. Ogólnie rzecz biorąc **parametry X₄ oraz X₂ odgrywają istotną rolę podczas eksploatacji pojazdu elektrycznego, dlatego w celu niwelacji różnic producenci pojazdów elektrycznych powinni zwrócić uwagę na ten czynnik**.

W dalszej części badania zastosowano procedurę obejmującą:

- 1) normalizację danych metodą standaryzacji w celu określenia na ile wartości poszczególnych parametrów techniczno-użytkowych odbiegają od wyniku średniego. Proces standaryzacji, którego wyniki zestawiono w *Tabela 4.12*, przedstawia równanie:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_{xj}}$$

Tabela 4.12. Standaryzacja

Samochody elektryczne	Zmienna												
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
SAM 1	-0,67	-1,11	-0,74	-1,31	-0,78	0,35	-1,61	1,91	-0,95	-1,41	-0,81	-1,24	-1,98
SAM 2	-0,77	-0,51	-1,17	-0,90	-0,89	0,35	-1,61	1,59	-0,95	-1,41	-0,81	-1,24	-1,50
SAM 3	0,27	-0,53	0,55	0,45	0,49	-1,37	-0,27	-0,47	-0,71	0,20	1,90	-0,38	-0,10
SAM 4	0,42	0,34	0,55	0,00	-1,22	-1,66	-0,27	-0,47	-0,74	-1,41	1,90	-0,38	-0,10
SAM 5	1,22	0,90	0,74	1,51	-0,56	0,64	-0,95	1,31	1,01	-1,01	-0,36	-0,98	0,20
SAM 6	1,09	0,90	0,74	1,51	-0,56	0,64	-0,27	0,29	1,01	-0,61	-0,36	-0,64	0,20
SAM 7	-1,14	-0,56	-0,83	-0,81	-0,39	-0,51	-0,27	0,34	0,34	0,20	-0,81	0,13	0,92
SAM 8	-0,60	0,42	-0,43	-0,35	2,54	0,35	0,08	-0,58	1,68	-0,28	-0,36	0,64	0,78
SAM 9	1,07	2,23	1,71	0,91	1,38	2,07	1,80	-1,12	1,46	0,76	-0,36	0,99	1,60
SAM 10	-0,32	1,36	-0,50	-0,58	-0,56	0,18	-0,30	0,39	0,21	0,60	-0,36	1,93	0,41
SAM 11	2,00	-0,18	1,91	0,80	-0,34	1,21	1,45	-0,74	0,21	1,57	-0,36	1,93	1,36
SAM 12	-0,74	-1,03	-0,21	-1,04	-0,12	-0,68	0,59	-0,91	-0,81	0,20	-0,36	-0,55	-0,81
SAM 13	-0,74	-1,03	-0,21	-1,04	0,19	-0,68	0,94	-1,12	-0,81	1,00	-0,36	-0,21	-0,67
SAM 14	0,29	-0,22	-0,59	1,31	-0,28	0,18	-0,27	0,50	0,57	1,41	-0,36	0,22	0,36
SAM 15	-1,38	-0,98	-1,50	-0,47	1,10	-1,08	0,94	-0,91	-1,51	0,20	1,90	-0,21	-0,67

Źródło: Badania własne

- 2) określenie charakteru zmiennych (stymulanty, nominanty, destymulanty). Na podstawie analizy merytorycznej wskazano charakter zmiennych, wśród których znalazły się stymulanty i destymulanty —*Tabela 4.13*. Cech o charakterze nominant nie zidentyfikowano.

Tabela 4.13. Zestawienie zmiennych obrazujących parametry techniczno – użytkowe badanych modeli samochodów elektrycznych

Zmienna	Opis	Charakter zmiennej
X1	Zasięg w cyklu WLTP - Cykl mieszany (km)	Stymulanta
X2	Czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW (h)	Destymulanta
X3	Akumulator pojemność (kWh)	Stymulanta
X4	Domowe gniazdko ładowania (h)	Destymulanta
X5	Zużycie energii (kWh/100 km)	Destymulanta
X6	Szybkie ładowanie DC prąd trójfazowy (h)	Destymulanta
X7	Silnik elektryczny: moc (kW)	Stymulanta
X8	Przyspieszenie 0-100 km/h (s)	Destymulanta
X9	Pojemność bagażnika (L)	Stymulanta
X10	Prędkość maksymalna na napędzie elektrycznym (km/h)	Stymulanta
X11	Moc ładowarek (kW)	Stymulanta
X12	Silnik elektryczny: maks. moment obrotowy (Nm)	Stymulanta
X13	Masa własna (kg)	Destymulanta

Źródło: Opracowanie własne

3) wyznaczenie wzorca

$z_0 = [z_{01} \ z_{02} \ \dots \ z_{0m}]$, gdzie

$$z_{0j} = \begin{cases} \max_i z_{ij} & \text{dla stymulanty} \\ \min_i z_{ij} & \text{dla destymulanty} \end{cases}$$

i antywzorca

$z_{-0} = [z_{-01} \ z_{-02} \ \dots \ z_{-0m}]$, gdzie

$$z_{-0j} = \begin{cases} \min_i z_{ij} & \text{dla stymulanty} \\ \max_i z_{ij} & \text{dla destymulanty} \end{cases}$$

Uzyskane dane zestawiono w *Tabela 4.14*.

Tabela 4.14. Wzorzec i antywzorzec dla poszczególnych zmiennych

zmienna	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
wzorzec	2,00	-1,11	1,91	-1,31	-1,22	-1,66	1,80	-1,12	1,68	1,57	1,90	1,93	-1,98
antywzorzec	-1,38	2,23	-1,50	1,51	2,54	2,07	-1,61	1,91	-1,51	-1,41	-0,81	-1,24	1,60

Źródło: Badania własne

Z powyższego wynika, że za cechy stymulujące (stymulanty) rozwój techniczno-użytkowy samochodów elektrycznych przyjęto:

- X1- długość zasięgu samochodu elektrycznego pracującego w cyklu mieszanym na jednym pełnym ładowaniu. Najwyższą wartość cechy danego parametru na poziomie 2,00 posiada SAM 11, wartość stymulanty jest najwyższa w zestawieniu samochodów pod względem długości zasięgu, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najniższą wartość stymulanty – 1,38 posiada SAM 15, wskazuje to, że pojazd pod względem długości zasięgu posiada najgorszy wynik.
- X3- pojemność akumulatora. Najwyższą wartość cechy danego parametru na poziomie 1,91 posiada SAM 11, wartość stymulanty jest najwyższa w zestawieniu samochodów pod względem pojemności akumulatora, kwalifikując tym samym pojazd jako najlepszy. Najniższą wartość stymulanty – 1,50 posiada SAM 15, wskazuje to, że pojazd pod względem pojemności akumulatora posiada najgorszy wynik.
- X7- moc silnika elektrycznego. Najwyższą wartość cechy danego parametru na poziomie 1,80 posiada SAM 9, wartość stymulanty jest najwyższa w zestawieniu

samochodów pod względem mocy silnika elektrycznego, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najniższą wartość stymulanty – 1,61 posiadają dwa samochody w zestawieniu: SAM 1 oraz SAM 2 wskazuje to, że pojazdy te pod względem mocy silnika elektrycznego posiadają najgorszy wynik.

- X9- pojemność bagażnika. Najwyższą wartość cechy danego parametru na poziomie 1,68 posiada SAM 8, wartość stymulanty jest najwyższa w zestawieniu samochodów pod względem pojemności bagażnika, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najniższą wartość stymulanty – 1,51 posiada SAM 15, wskazuje to, że pojazd pod względem pojemności bagażnika posiada najgorszy wynik.
- X10 - maksymalna prędkość. Najwyższą wartość cechy danego parametru na poziomie 1,57 posiada SAM 11, wartość stymulanty jest najwyższa w zestawieniu samochodów pod względem maksymalnej prędkości, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najniższą wartość stymulanty – 1,41 posiadają trzy samochody w zestawieniu: SAM 1, SAM 2 oraz SAM 4, wskazuje to, że pojazdy te pod względem maksymalnej prędkości posiadają najgorszy wynik.
- X11- moc ładowarek. Najwyższą wartość cechy danego parametru na poziomie 1,90 posiadają trzy samochody: SAM 3, SAM 4 oraz SAM 15 wartość stymulanty jest najwyższa w zestawieniu samochodów pod względem mocy ładowarek, kwalifikując tym samym pojazdy pod tym aspektem jako najlepsze. Najniższą wartość stymulanty – 0,81 posiadają trzy samochody w zestawieniu: SAM 1, SAM 2 oraz SAM 7, wskazuje to, że pojazdy te pod względem mocy ładowarek posiadają najgorszy wynik.
- X12- maks. moment obrotowy silnika elektrycznego. Najwyższą wartość cechy danego parametru na poziomie 1,93 posiadają dwa samochody SAM 10 oraz SAM 11, wartość stymulanty jest najwyższa w zestawieniu samochodów pod względem maks. momentu obrotowego silnika elektrycznego, kwalifikując tym samym pojazdy pod tym aspektem jako najlepsze. Najniższą wartość stymulanty – 1,24 posiadają dwa samochody w zestawieniu SAM 1 oraz SAM 2. Wskazuje to, że pojazdy te pod względem maks. momentu obrotowego silnika posiadają najgorszy wynik.

Stymulanta cechuje się tym, że im wyższe wartości osiągają powyższe cechy, tym w lepszej pozycji znajdują się badane obiekty. Wyższe wartości stymulanty kwalifikują dany pojazd elektryczny jako lepszy (np. najdłuższy zasięg pojazdu elektrycznego na jednym ładowaniu).

Za cechy dysymulujące (destymulanta) rozwój techniczno-użytkowy samochodów elektrycznych przyjęto:

- X2 Czas ładowania prądem zmiennym AC. Najniższą wartość cechy danego parametru na poziomie - 1,11 posiada SAM 1, wartość destymulanty jest najniższa w zestawieniu samochodów pod względem czasu ładowania prądem zmiennym AC, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najwyższą wartość destymulanty 2,23 posiada SAM 9, wskazuje to, że pojazd pod względem czasu ładowania prądem zmiennym AC posiada najgorszy wynik.
- X4 Domowe gniazdko ładowania. Najniższą wartość cechy danego parametru na poziomie - 1,31 posiada SAM 1, wartość destymulanty jest najniższa w zestawieniu samochodów pod względem czasu ładowania domowym gniazdkiem, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najwyższą wartość destymulanty 1,51 posiadają dwa samochody SAM 5 oraz SAM 6, wskazując, że pojazdy te pod względem czasu ładowania domowym gniazdkiem posiadają najgorszy wynik.
- X5 Zużycie energii. Najniższą wartość cechy danego parametru na poziomie - 1,22 posiada SAM 4, wartość destymulanty jest najniższa w zestawieniu samochodów pod względem zużycia energii, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najwyższą wartość destymulanty 2,54 posiada SAM 8, wskazuje to, że pojazd pod względem zużycia energii posiada najgorszy wynik.
- X6 Szybkie ładowanie DC prąd trójfazowy. Najniższą wartość cechy danego parametru na poziomie - 1,66 posiada SAM 4, wartość destymulanty jest najniższa w zestawieniu samochodów pod względem czasu ładowania prądem DC, prąd trójfazowy, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najwyższą wartość destymulanty 2,07 posiada SAM 9, wskazuje to, że pojazd pod względem czasu ładowania prądem DC prąd trójfazowy posiada najgorszy wynik.
- X8 Przyspieszenie. Najniższą wartość cechy danego parametru na poziomie - 1,12 posiadają samochody: SAM 8 oraz SAM 13, wartość destymulanty jest najniższa w zestawieniu samochodów pod względem przyspieszenia, kwalifikując tym samym pojazdy pod tym aspektem jako najlepsze. Najwyższą wartość destymulanty 1,91 posiada SAM 1, wskazuje to, że pojazd pod względem przyspieszenia posiada najgorszy wynik.
- X13 Masa własna. Najniższą wartość cechy danego parametru na poziomie - 1,98 posiada SAM 1, wartość destymulanty jest najniższa w zestawieniu samochodów pod

względem masy własnej, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najwyższą wartość destymulanta 1,60 posiada SAM 9, wskazuje to, że pojazd pod względem masy własnej posiada najgorszy wynik.

Destymulanta cechuje tym, że im niższe wartości osiągają powyższe cechy, tym w lepszej pozycji znajdują się badane obiekty. Niższe wartości destymulanta kwalifikują dany pojazd elektryczny jako lepszy (np. najkrótszy czas ładowania pojazdu elektrycznego).

4) wyznaczenie odległości każdego obiektu od wzorca, stosując metrykę euklidesową:

$$d_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^k (Z_{ij} - Z_{0j})^2}.$$

Wyniki oszacowań zestawiono w Tabeli 4.15:

Tabela 4.15. Porównanie modeli samochodów elektrycznych na podstawie względnego taksonomicznego miernika rozwoju i wytypowanie najmniejszej i największej rozbieżności danych

Samochody elektryczne	SAM 1	SAM 2	SAM 3	SAM 4	SAM 5	SAM 6	SAM 7	SAM 8	SAM 9	SAM 10	SAM 11	SAM 12	SAM 13	SAM 14	SAM 15
SAM 1	0,00	1,04	5,69	5,48	5,26	5,62	4,52	6,56	9,06	5,68	68,42	4,39	26,87	5,54	5,90
SAM 2	1,04	0,00	5,43	5,12	4,83	5,15	4,07	6,18	8,66	5,18	64,70	4,21	25,07	5,09	5,62
SAM 3	5,69	5,43	0,00	2,57	4,78	4,29	4,18	4,84	6,49	4,70	30,79	3,40	12,67	3,85	3,33
SAM 4	5,48	5,12	2,57	0,00	4,63	4,28	4,57	5,87	7,14	4,82	39,71	4,03	21,03	4,89	4,51
SAM 5	5,26	4,83	4,78	4,63	0,00	1,35	4,71	5,16	5,62	4,66	31,16	5,50	35,53	3,58	6,91
SAM 6	5,62	5,15	4,29	4,28	1,35	0,00	4,32	4,58	4,67	4,13	21,58	4,86	27,07	3,01	6,34
SAM 7	4,52	4,07	4,18	4,57	4,71	4,32	0,00	3,80	6,43	2,99	32,72	2,86	9,60	3,04	4,45
SAM 8	6,56	6,18	4,84	5,87	5,16	4,58	3,80	0,00	4,66	4,06	32,38	4,64	20,98	4,21	5,20
SAM 9	9,06	8,66	6,49	7,14	5,62	4,67	6,43	4,66	0,00	5,27	13,87	6,82	43,07	5,36	7,77
SAM 10	5,68	5,18	4,70	4,82	4,66	4,13	2,99	4,06	5,27	0,00	22,85	4,30	18,30	3,21	5,40
SAM 11	8,27	8,04	5,55	6,30	5,58	4,65	5,72	5,69	3,72	4,78	0,00	5,86	30,48	4,37	7,19
SAM 12	4,39	4,21	3,40	4,03	5,50	4,86	2,86	4,64	6,82	4,30	34,34	0,00	1,04	4,03	3,15
SAM 13	5,18	5,01	3,56	4,59	5,96	5,20	3,10	4,58	6,56	4,28	30,48	1,02	0,00	3,97	3,11
SAM 14	5,54	5,09	3,85	4,89	3,58	3,01	3,04	4,21	5,36	3,21	19,12	4,03	15,77	0,00	5,14
SAM 15	5,90	5,62	3,33	4,51	6,91	6,34	4,45	5,20	7,77	5,40	51,63	3,15	9,70	5,14	0,00

Max

68,42

Min

1,02

Źródło: Badania własne

5) wyznaczenie służącej do uszeregowania badanych obiektów miary rozwoju z_i

$$z_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0},$$

dla:

$$d_0 = \bar{d}_0 + 2S_0, \quad \bar{d}_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m d_{i0}, \quad S_0 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (d_{i0} - \bar{d}_0)^2},$$

gdzie:

z_i – miara syntetycznego rozwoju,

d_0 – odległość obiektu od wzorca,

$\bar{d}_0$ – średnia arytmetyczna wyznaczonych odległości od wzorca rozwoju,

S_0 – odchylenie standardowe wyznaczonych odległości od wzorca rozwoju.

Zestawienie uzyskanych danych przedstawiono w *Tabela 4.16*.

Tabela 4.16. Zestawienie badanych modeli samochodów elektrycznych i ich odległości od wzorca wraz z miarą rozwoju

Samochody elektryczne	Odległość samochodów-wzorzec	Odległość d_0	Miara rozwoju z_i
SAM 1	7,95	11,85	0,33
SAM 2	8,19		0,31
SAM 3	6,14		0,48
SAM 4	6,46		0,45
SAM 5	7,28		0,39
SAM 6	6,96		0,41
SAM 7	7,02		0,41
SAM 8	7,79		0,34
SAM 9	8,15		0,31
SAM 10	6,50		0,45
SAM 11	6,32		0,47
SAM 12	6,66		0,44
SAM 13	6,55		0,45
SAM 14	6,49		0,45
SAM 15	7,52		0,37

Źródło: Badania własne

- 6) porządkowanie liniowe modeli miejskich samochodów elektrycznych na podstawie oszacowanego miernika rozwoju. Opracowany ranking analizowanych miejskich modeli samochodów elektrycznych pod względem parametrów techniczno-użytkowych przedstawia poniższa tabela.

Tabela 4.17. Ranking modeli miejskich samochodów elektrycznych

Miejsce	SAM	Miara rozwoju z_i
1	SAM 3	0,482
2	SAM 11	0,467
3	SAM 4	0,455
4	SAM 14	0,452
5	SAM 10	0,451
6	SAM 13	0,447
7	SAM 12	0,438
8	SAM 6	0,412
9	SAM 7	0,408
10	SAM 5	0,385
11	SAM 15	0,358
12	SAM 8	0,343
13	SAM 1	0,329
14	SAM 9	0,312
15	SAM 2	0,309

Źródło: Badania własne

Z ostatniego etapu analizy wynika, że najlepszymi parametrami techniczno-użytkowymi charakteryzuje się Opel Corsa-e S (SAM 3), BMW i3 (SAM 12) znalazło się na 7. pozycji w rankingu, najgorszy wynik uzyskał Volkswagen e-UP! (SAM 2).

Zastosowana analiza ma na celu hierarchizację dostępnych na rynku pojazdów elektrycznych z sektora samochodów miejskich pod względem parametrów techniczno – użytkowych wraz z pogrupowaniem wybranych cech, umożliwiającą analizę obiektów i zjawisk złożonych, na których stan i zachowanie wpływa jednocześnie wiele zmiennych i czynników. WAP stosuje się w przypadku cech bezpośrednio niemierzalnych. Analizę można wykorzystać do m.in. oceny dysproporcji pomiędzy wybranymi modelami pojazdów i zmienności w celu zmniejszenia występujących rozbieżności między parametrami oraz wyboru pojazdu z najlepszymi parametrami techniczno-użytkowymi.

4.1.3 Analiza badań cech mierzalnych wartościowo

W celu przeprowadzenia pełnej analizy wdrożonej eko-innowacji istotne jest poza efektami niewymiernymi ekonomicznie uchwycenie efektów ekonomicznie wymiernych, jakie niesie za sobą eko-innowacja. Przedmiotem analizy jest pojazd z napędem elektrycznym BMW i3. Badanie przeprowadzono na grupie 15 pojazdów z napędem elektrycznym BMW i3, które zasilili Lasy Państwowe pod koniec roku 2018, wyłączając z zestawienia 1 pojazd Nissan e-NV200 w wersji Evalia (7 miejscowy elektryczny van) należący do floty LP. Na potrzeby badania wykorzystano dane, które zostały zebrane przez 16 jednostek Lasów Państwowych rozmieszczonych po całej Polsce tj. Gdynia, Gdańsk, Sronkowo, Szczecinek, Piła, Toruń, Białystok, Poznań, Warszawa, Zielona Góra, Łódź, Radom, Wrocław, Lublin, Katowice oraz Kraków. W celu uniknięcia podania nazw miast, w poniższej tabeli podano nieprzypisane do konkretnej miejscowości skróty np. M.1, M.2. Zabieg ten nie rzutuje w żaden sposób negatywnie na końcowy wynik badania. Do badań wykorzystano dane uzyskane podczas eksploatacji 15 pojazdów elektrycznych w przeciągu jednego roku. Podstawowy sposób użytkowania pojazdów przez jednostki to cele administracyjne oraz przemieszczanie się między siedzibami Dyrekcji Regionalnych LP, a siedzibami nadleśnictw. W celu ustalenia rzeczywistego średniego zużycia energii na 100 km oraz dodatkowych kosztów eksploatacyjnych, badaniem objęto wyłącznie powyższą grupę pojazdów elektrycznych. Analiza przebiegała według poniższego harmonogram:

- a) analiza kosztów zakupu [PLN],
- b) analiza rzeczywistego zasięgu na 1 ładowaniu [km],
- c) analiza cen jednostkowej energii [PLN],
- d) analiza łącznego poboru energii przez 1 rok [kWh],
- e) analiza średniego zużycia energii w czasie eksploatacji przez 1 rok [kWh/100km],
- f) analiza dystansu pokonanego przez 1 rok [km],

- g) analiza kosztów energii w czasie eksploatacji przez 1 rok [PLN],
- h) analiza dodatkowych łącznych kosztów, w których skład wchodzi m.in.: naprawy części, serwis dealera, części oraz akcesoria zamienne (np. przenośne ładowarki dedykowane do uzupełniania energii w akumulatorach pojazdów elektrycznych, wycieraczki, opony itp.) przez 1 rok [PLN],
- i) analiza kosztów serwisowych przez 1 rok [PLN],
- j) analiza łącznych kosztów [PLN].

Do badań posłużono się wartościami pozyskanymi od Lasów Państwowych, które wraz z ich analizą są zawarte w *Tabela 4.18*.

Tabela 4.18. Wartości poszczególnych parametrów wraz z ujęciem kosztów

Parametry i koszty pojazdów z napędem elektrycznym													
Lp.	Miasto	Marka Model	Zakup - kwota brutto [PLN]	Rzeczywisty zasięg pojazdu na 1 ładowaniu [km]	Cena jednostkowa energii brutto [PLN]	Suma pobranej energii przez 1 rok [kWh]	Średnie zużycie energii przez 1 rok [kWh /100km]	Przejechany dystans przez 1 rok [km]	Koszt energii podczas eksploatacji przez 1 rok [PLN] na	Dodatkowe koszty eksploatacyjne przez 1 rok [PLN]	Koszty serwisowe przez 1 rok [PLN]	Suma kosztów energii, dodatkowo eksploatacyjnych i serwisowych przez 1 rok [PLN]	Łączne koszty [PLN]
1	M 1	BMW i3	175476,52	170	0,74	1586	13	11788	1173,64	0	0	1173,64	176650,2
2	M 2	BMW i3	154000,00	185	0,67	717	13	5553	480,39	0	0	480,39	154480,4
3	M 3	BMW i3	173514,22	200	0,67	913	18	5194	611,71	11297,83	0	11909,54	185423,8
4	M 4	BMW i3	174711,01	220	0,57	966	14	6830	550,62	0	0	550,62	175261,6
5	M 5	BMW i3	168364,21	170	0,48	2467	17	14899	1184,16	11257	0	12441,16	180805,4
6	M 6	BMW i3	168723,52	170	0,69	1868	17	11185	1288,92	6683,38	0	7972,3	176695,82
7	M 7	BMW i3	168347,21	160	0,72	962	12	7937	692,64	18595	0	19287,64	187634,9
8	M 8	BMW i3	179878,02	155	0,65	732	19	3769	475,8	3813	0	4288,8	184166,8
9	M 9	BMW i3	175476,52	200	0,74	1586	13	11788	1173,64	0	0	1173,64	176650,2
10	M 10	BMW i3	165063,54	202	0,70	1239	18	7001	867,3	9635	0	10502,3	175565,8
11	M 11	BMW i3	173316,72	170	0,80	1894	23	8334	1515,2	4423	0	5938,2	179254,9
12	M 12	BMW i3	173316,72	180	0,80	843	11	7673	674,4	0	0	674,4	173991,1
13	M 13	BMW i3	165063,54	180	0,58	1275	18	6906	739,5	4643	0	5382,5	170446
14	M 14	BMW i3	173316,72	220	0,61	1576	18	8899	961,36	16561	0	17522,36	190839,1
15	M 15	BMW i3	169129,72	200	0,75	904	13	7010	678	10274	0	10952	180081,7
			Suma	Średnia	Średnia	Suma	Średnia	Suma	Suma	Suma	Suma	Suma	Suma
			2557698,19	185	0,68	19528	15,8	124766	13067,28	97182,21	0	110249,49	2667947,72

Źródło: Opracowanie własne

Zakup - kwota brutto [PLN] - najtańsza wersja Bmw i3 zakupiona przez Lasy Państwowe została zakupiona za 154000 PLN, najdroższa wersja to 179878,02 PLN. Łączna kwota brutto za wszystkie 15 pojazdów elektrycznych BMW i3 wyniosła 2557698,19 PLN.

Rzeczywisty zasięg pojazdu na 1 ładowaniu [km] - średni zasięg pojazdu na 1 ładowaniu wynosi 185 km, natomiast według producenta jest to zasięg 260 km w cyklu mieszanym WLTP. Różnica między rzeczywistym zasięgiem na 1 ładowaniu, a podaną wartością przez producenta to 75 km.

Cena jednostkowa energii brutto [PLN] – najtańsze koszty 0,48 PLN za jednostkę energii poniosło miasto M5. Najwyższe ceny za jednostkę energii brutto 0,80 PLN poniosły dwie jednostki M11 i M12. Średnia cena za jednostkę energii brutto to 0,68 PLN.

Suma pobranej energii przez 1 rok [kWh] – najmniej energii w przeciągu roku 717 kWh poprał pojazd z miasta M2. Pojazd z napędem elektrycznym w mieście M5 pobrał najwięcej energii 2467 kWh. Łącznie 15 pojazdów elektrycznych przez rok pobrało energii 19528 kWh.

Średnie zużycie energii przez 1 rok [kWh /100km] – średnie zużycie energii [kWh /100km] oscyluje między 11 – 23 kWh /100km. Średnie roczne zużycie energii 15 pojazdów elektrycznych wynosi 15,8 kWh /100km. Producent podaje zużycie energii pojazdu BMW i3 na poziomie również 15,8 kWh /100km. W tym wypadku rzeczywiste i podane przez producenta wartości zużycia energii przez pojazdu BMW i3 posiadają takie same wartości 15,8 kWh /100km.

Przejechany dystans przez 1 rok [km] – najmniejszy dystans 3769 km w przeciągu roku pokonał pojazd M8. Najdłuższy dystans 14899 km przejechał pojazd z miasta M5. Łącznie 15 pojazdów pokonało dystans przez rok 124766 km i jest to ponad 3 razy więcej niż obwód Ziemi, który wynosi 40 075 km⁵³¹.

Koszt energii podczas eksploatacji przez 1 rok [PLN] – najniższy koszt energii 475,8 PLN podczas eksploatacji przez 1 rok uzyskał pojazd z miasta M8. Najwyższy koszt energii 1515,2 PLN podczas eksploatacji przez 1 rok uzyskał pojazd z miasta M11.

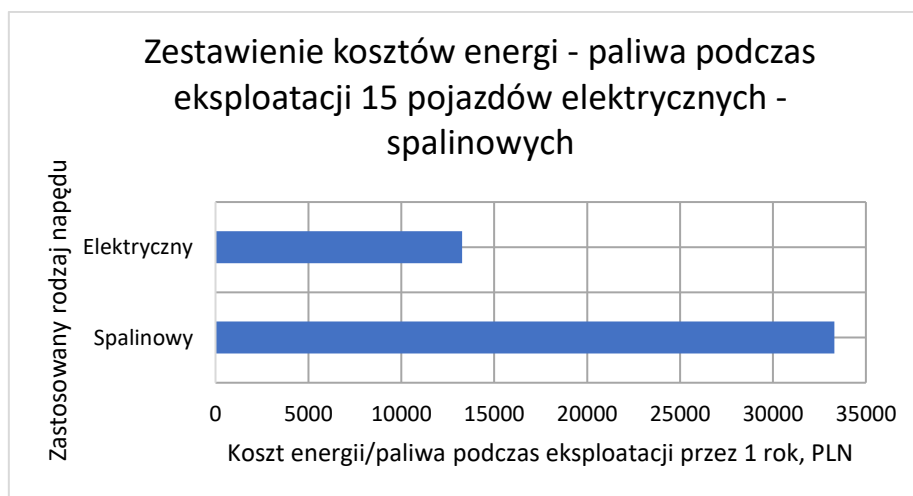
Łącznie koszt energii podczas eksploatacji 15 pojazdów elektrycznych przez 1 rok przez wyniósł 13067,28 PLN. Dla porównania średnie spalanie miejskich samochodów spalinowych wynosi 6 litrów na 100 km⁵³², w 2019 średnia cena paliwa 95 oktanów wynosiła 5 PLN za litr,

⁵³¹ Jaki kształt ma Ziemia? <https://zpe.gov.pl/a/jaki-ksztalt-ma-ziemia/Dyuj0jlv6>

⁵³² 60 najoszczędniejszych aut używanych: średnio spalają mniej niż 6 l/100 km!

<https://www.wyborkierowcow.pl/60-najoszczedniejszych-aut-uzywanych-srednio-spalaja-mniej-niz-6-l-100-km/>

natomiast w 2020 roku 4,45 PLN.⁵³³ W celu przeprowadzenia analizy kosztów pojazdów elektrycznych ze spalinowymi, przyjęto następujące wartości dotyczące pojazdów elektrycznych: 124766 km przejechanego dystans przez 1 rok oraz 0,68 PLN - średnia cena jednostkowa energii brutto. Dla pojazdów z napędem spalinowym przyjęto wartość: 124766 km przejechanego dystansu przez 1 rok oraz 5 PLN - średnią cenę z litra paliwa brutto. Po przejechaniu 124766 km przez pojazdy spalinowe uwzględniając wartości spalania 6 litrów paliwa na 100 km według wyliczeń zużyto podane przez producentów 7485,96 litrów paliwa. Przyjmując za średnią cenę paliwa 95 oktanów z litra 5 PLN daje łączny koszt paliwa podczas eksploatacji 15 pojazdów spalinowych przez 1 rok przez rok wynoszą 37429,8 PLN. Uwzględniając średnią cenę paliwa 95 oktanów w 2020 roku za litr 4,45 PLN łączne koszty paliwa podczas eksploatacji 15 pojazdów spalinowych przez 1 rok przez rok wynoszą 33312,52 PLN. Koszt energii podczas eksploatacji przez 1 rok energii wyniósł 13279,04 PLN natomiast paliwa 33312,52 PLN wartości obrazuje poniższy Wykres 4.1., różnica między kosztami wynosi 20033,48 PLN. Wykorzystując napęd elektryczny średnio koszty przeznaczone na zasilenie napędu są mniejsze ok. 2,5 razy.



Wykres 4.1. Różnice w kosztach paliwa i energii między pojazdem spalinowym a elektrycznym

Źródło: Opracowanie własne

Dodatkowe koszty eksploatacyjne przez 1 rok [PLN] – na koszty te składały się m.in.: ładowarki 3 fazowe, opony, filtry powietrza, wycieraczki itp. 5 placówek w miastach M1, M2, M4, M9 oraz M 12 nie poniosło dodatkowych kosztów eksploatacyjnych przez 1 rok. Najniższe koszty dodatkowe eksploatacyjne 3813 PLN przez 1 rok poniosła placówka w mieście M8.

⁵³³ Galopada cen paliw na koniec roku. 2020 r. pozwolił jednak zaoszczędzić kierowcom, <https://wyborcza.biz/biznes/7,177151,26650273,paliwa-zdrozaly-na-sylwestra.html?disableRedirects=true>

Najwyższe koszty dodatkowe eksploatacyjne 18595 PLN przez 1 rok poniosła placówka w mieście M7.

Koszty serwisowe przez 1 rok [PLN] - żadna z 15 placówek nie poniosła kosztów związanych z serwisem 15 pojazdów elektrycznych BMW i3.

Suma kosztów energii, dodatkowo eksploatacyjnych i serwisowych przez 1 rok [PLN] - Najniższe koszty energii, dodatkowo eksploatacyjne oraz serwisowe 480,39 PLN przez 1 rok poniosła placówka w mieście M2. Najwyższe koszty energii, dodatkowo eksploatacyjne oraz serwisowe 19287,64 PLN przez 1 rok poniosła placówka w mieście M11. Łącznie na 15 pojazdów elektrycznych przez rok przeznaczono 110249,49 PLN, tj. na koszty energii, dodatkowo eksploatacyjne oraz serwisowe.

Łączne koszty [PLN] - najniższe łączne koszty 154480,4 PLN poniosła placówka w mieście M2. Najwyższe koszty 190839,1 PLN poniosła placówka w mieście M14. Łączne koszty 15 pojazdów elektrycznych tj.: energii, dodatkowej eksploatacji i serwisu przez 1 rok wraz z ich zakupem wyniosły 2667947,72 PLN.

Pojazdy z napędem elektrycznym cechują się wysoką ceną zakupu, którą rekompensują stosunkowo niskie koszty eksploatacyjne ponoszone m.in. na energię bądź naprawy. Niektóre z kluczowych kosztów dodatkowo eksploatacyjnych wynika z potrzeby zakupu przenośnych ładowarek w celu podniesienia komfortu użytkowania, gdyż pojazdy były często używane w miejscach bez dostępu do ogólnodostępnych stacji ładowania. Po przeprowadzeniu analizy wynika, iż koszty poniesione na zasilenie napędu są mniejsze o ok. 2,5 razy od zasilenia pojazdów z napędem spalinowym. Są to dość istotne oszczędności oprócz kosztów serwisowych. Pozytywny aspekt ekonomiczny jaki niesie za sobą powyższa eko-innowacja wskazuje na efektywność danego rozwiązania. Do całościowej oceny oprócz efektów niewymiernych ekonomicznie oraz efektów ekonomicznie wymiernych konieczna jest ocena spójności z wymiarze ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym oraz społecznym.

4.2 Ocena innowacyjnej technologii elektrycznej na płaszczyźnie zrównoważenia i upowszechnienia

4.2.1 Badana organizacja – obszar badań

Lasy Państwowe (LP) jest to największa organizacja na terenie Unii Europejskiej gospodarująca lasami zajmującymi jedną czwartą powierzchni Polski, która jest samofinansującym się organem niewymagającym wsparcia funduszami podatników. Organizacja ta zatrudnia ponad 25 tys. osób działających w leśnych jednostkach na stopniu ogólnokrajowym, regionalnym oraz lokalnym, zaangażowanych w działania zmierzające do przetrwania oraz rozwoju lasów⁵³⁴. W LP zastosowano model zarządzania oparty na trzech szczeblach: Dyrektor Generalny LP, Regionalne Dyrekcje LP (17), Nadleśnictwa (429). System organizacji oparty jest na przekazywaniu nadwyżek finansowych wypracowanych przez nadleśnictwa do jednostek, które dalej nimi rozporządzają. Oprócz zarządzania gospodarką leśną jednostka zajmuje się m.in. gospodarowaniem terenów zgodnie z koncepcją zrównoważonego rozwoju. W myśl ustawy z dnia 28 września 1991, która nakłada na PGL Lasy Państwowe zobowiązanie zarządzania gospodarką leśną w sposób gwarantujący trwałe zrównoważenie wszystkich zasadniczych czynności lasu: przyrodniczej, społecznej oraz produkcyjnej⁵³⁵. W związku z tym Lasy Państwowe realizują misję zmierzającą m.in.: do kształtowania i ochrony środowiska naturalnego, prowadzenia do trwałego oraz pełnego zaopatrzenia gospodarstw domowych i zróżnicowanych gałęzi gospodarki w surowiec drzewny, współpracy i udzielania pomocy organom rządowym, itd. Natomiast cel generalny wizji PGL LP to utworzenie fundamentu do zrealizowania przez LP strategii rozwojowej, która została przyjęta przez Lasy Państwowe na lata 2014-2030⁵³⁶. PGL LP dążą do realizacji wybranych 13 Celów Zrównoważonego Rozwoju, które szczegółowo przedstawia raport *Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ, Agenda 2030 w Lasach Państwowych*. LP realizują czynnie m.in. Cel 7 Czysta i Dostępna Energia poprzez użytkowanie samochodów elektrycznych. Pojazdy z napędem elektrycznym oprócz celów transportowych mogą być użyte jako magazyn energii elektrycznej, którą będzie można wykorzystać w sytuacjach awaryjnych, jako dodatkowe źródło energii w wybranych budynkach LP. Ponadto LP zmierzają do zasilania swoich pojazdów elektrycznych energią pochodzącą ze źródeł odnawialnych. Reasumując Lasy

⁵³⁴ Misja, <https://www.lasy.gov.pl/pl/nasza-praca/pgl-lasy-panstwowe/misja>, [dostęp 19.12.2019].

⁵³⁵ Misja PGL LP, <https://projekty-rozwojowe.lasy.gov.pl/misja-pgl-lasy-panstwowe>, [dostęp 09.11.2017].

⁵³⁶ Wizja PGL LP, <https://projekty-rozwojowe.lasy.gov.pl/wizja-pgl-lasy-panstwowe>, [dostęp 27.10.2017].

Państwowe działają na rzecz zrównoważonego rozwoju oraz są pionierem polskiej elektromobilności wśród instytucji publicznych, która spełniła kryterium doboru.

W badaniu dotyczącym stopnia wkładu wymiaru: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego i społecznego oraz w uwzględnieniu aspektu zrównoważonego zastosowano metodę jakościową umożliwiającą analizę poziomu wpływu poszczególnych wskaźników na dane wymiary oraz zrównoważony rozwój. Dokonano oceny wpływu technologii elektrycznej na realizację zrównoważonego rozwoju wraz z wybranymi celami i atrybutami innowacji rzutującymi na akceptację lub odrzucenie innowacyjnej technologii elektrycznej na poziomie regionalnym.

Badaniem objęto 16 jednostek Lasów Państwowych rozmieszczonych po całej Polsce tj. Gdynia, Gdańsk, Sronkowo, Szczecinek, Piła, Toruń, Białystok, Poznań, Warszawa, Zielona Góra, Łódź, Radom, Wrocław, Lublin, Katowice oraz Kraków, w których eksploatowano pojazdy z napędem elektrycznym od końca roku 2018. **Na potrzeby porównania ujednolicono wpływ poszczególnych respondentów na dany wymiar oraz obliczono wskaźniki dla ankietowanych we wszystkich wymiarach, im wyższa wartość tym lepiej.**

Przyjęto, iż wskaźniki przyjmują wartość od 0 do 1. Uważa się za porządane, jeżeli wskaźnik przyjął wyższą wartość, gdyż oznacza to większy wkład w dany wymiar. Wskaźniki bliskie 1 uważa się za wskazane z punktu widzenia przeprowadzonych badań. W celu dokładniejszego wskazania określonego wpływu w dany wymiar przy wartościach zastosowano poszczególne oznaczenie (K; U; N), szerzej w *Rozdziale 3.8.2*. Ponadto każdy wymieniony wymiar, analiza kontekstowa oraz atrybuty innowacji zostały opisane i scharakteryzowane oraz zastosowano tą samą procedurę oceniania. Uzyskane wyniki badań mogą wspomóc tworzenie modelu zrównoważonej organizacji.

4.2.2 Wyniki badań i wnioski z przeprowadzanej oceny zabezpieczenia zrównoważonego rozwoju.

WYMIAR EKOLOGICZNY

Technologia elektryczna tj. pojazd z napędem elektrycznym BMW i3 oraz Nissan e-NV200 w wymiarze ekologicznym zostanie oceniony i przeanalizowany pod względem zrównoważenia oraz wypełnienia Celu 11. *Zrównoważone miasta i społeczności* oraz Celu 13 *Działania w dziedzinie klimatu* w następującym zakresie tematycznym:

- wpływu pojazdu elektrycznego podczas eksploatacji na otoczenie i środowisko naturalne,

- wykorzystywaniu źródeł energii elektrycznej podczas ładowania akumulatorów w pojeździe, elektrycznym
- wykorzystane materiały, źródła energii do produkcji samochodu elektrycznego oraz recykling.

Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń prezentuje *Tabela 4.19.*

Tabela 4.19. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru ekologicznego

Wskaźniki	W	OW
Wpływu pojazdu elektrycznego podczas eksploatacji na otoczenie i środowisko naturalne		
Eksplatacja samochodu elektrycznego - wpływ na otoczenie oraz środowisko naturalne:		
• Emisja spalin,	0,81	K
• Wyciekające oleje oraz płyny eksploatacyjne,	0,81	K
• Inne szkodliwe oraz toksyczne zanieczyszczenia,	0,63	K
• Duży hałas dla otoczenia,	0,81	K
• Odzyskiwanie - rekuperacja energii.	1	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądane wartości wskaźników - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wszystkie 5 wartości w <i>Eksplatacja samochodu elektrycznego...</i> , w tym zakresie badań przyjęły wartości pożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,81; 0,81; 0,63; 0,81; 1). Najwyższą wartość 1 przyjął wskaźnik <i>Odzyskiwanie - rekuperacja energii</i> , natomiast najniższą wartość 0,63 przyjął wskaźnik <i>Inne szkodliwe oraz toksyczne zanieczyszczenia</i> . Wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości, co oznacza, że jest istotny wkład w dany wymiar poprzez ograniczone szkodliwe oddziaływanie pojazdu z napędem elektrycznym podczas eksploatacji na otoczenie i środowisko naturalne. Widoczne jest to poprzez zwiększoną efektywność pojazdu pod względem rekuperacji energii, braku spalin, niskim poziomem niebezpiecznych wycieków oraz toksycznych zanieczyszczeń. Można zatem przyjąć, iż pojazd z napędem elektrycznym podczas eksploatacji nie oddziałuje negatywnie pod tym względem na otoczenie oraz środowisko naturalne.		
Istniejące możliwości wykorzystania energii odnawialnej "zielonej energii" w celu naładowania baterii w samochodzie elektrycznym.	0,72	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądane wartości wskaźnika - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Istniejące możliwości wykorzystania energii odnawialnej...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartości pożądaną 0,72, co oznacza istotny wkład w dany wymiar. Możliwość wykorzystania odnawialnej energii do naładowania samochodu elektrycznego w odróżnieniu od pojazdu spalinowego umożliwia dążenie do zrównoważonego rozwoju m.in. poprzez ograniczenie negatywnego oddziaływania na środowisko.		
Negatywny wpływ na środowisko naturalne w poszczególnych fazach cyklu życia pojazdu elektrycznego (włącznie z produkcją akumulatorów trakcyjnych):		
• Na etapie produkcji,	0	N
• Na etapie użytkowania,	0,91	K
• Na etapie recyklingu.	0	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar: → Pożądana wartość wskaźnika na etapie użytkowania - wkład szczególnie korzystny na dany wymiar, → Niepożądane wartości wskaźników na etapie produkcji i użytkowania - wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek W zakresie badań <i>Wykorzystane do produkcji pojazdu elektrycznego materiały ... jeden z trzech wskaźników Na etapie użytkowania</i> przyjął wartość pożądaną 0,91, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar. Natomiast dwa wskaźniki <i>Na etapie produkcji oraz recyklingu</i> przyjęły wartość 0 - jest to wartość niepożądana i niekorzystna dla danego wymiaru. Pojawia się sygnał o niekorzystnym wpływie na dany wymiar dwóch wskaźników <i>Na etapie produkcji oraz recyklingu</i> , które przyjęły wartość 0. Zasadniczy nacisk położony jest na oddziaływaniu na środowisku pojazdu elektrycznego podczas eksploatacji, dlatego w głównej mierze do oceny		

będzie uwzględniony wskaźnik <i>Na etapie użytkowania</i> . Natomiast uzyskane pozostałe dane wskazują na problem, który wymaga szczególnej uwagi m.in. dla producentów pojazdów.		
Skala hałasu emitowanego przez samochód elektryczny:		
• Hałas emitowany przez samochód elektryczny w czasie użytkowania,	0,8	K
• Odczuwalny hałas we wnętrzu pojazdu podczas jazdy przy prędkości 100 km/h.	0,73	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądane wartości wskaźników - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wszystkie 2 wartości w <i>Skala hałasu emitowanego...</i> w tym zakresie tematycznym przyjęły wartości pożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,8; 0,73). Najwyższą wartość 0,8 przyjął wskaźnik <i>Hałas emitowany przez samochodu elektryczny w czasie użytkowania</i> , natomiast najniższą wartość 0,73 przyjął wskaźnik <i>Odczuwalny hałas we wnętrzu pojazdu podczas jazdy przy prędkości 100 km/h</i> . Wszystkie wskaźniki osiągnęły <i>pożądane</i> wartości co oznacza, że istotny jest wkład w dany wymiar poprzez ograniczone szkodliwe oddziaływanie pojazdu z napędem elektrycznym podczas eksploatacji na otoczenie i środowisko naturalne.		
Wykorzystywane źródło energii elektrycznej podczas ładowania akumulatorów w pojeździe elektrycznym		
Źródła pochodzenia energii elektrycznej:		
Źródło pochodzenia energii wykorzystywanej do ładowania pojazdu elektrycznego (np. paliwo kopalne, zielona energia itp.).	1	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądane wartości wskaźnika - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek: Wskaźnik <i>Źródła pochodzenia energii elektrycznej</i> , w tym zakresie badań przyjął wartości pożądaną 1, co oznacza, że jest to bardzo korzystny wkład w dany wymiar. Wskazuje to, że respondenci wiedzą z jakiego/jakich źródła/źródeł pochodzi energii wykorzystywana do ładowania pojazdu elektrycznego.		
Poziom wykorzystania „brudnej” oraz „zielonej” energii elektrycznej podczas ładowania samochodu elektrycznego:		
• Wykorzystywana energia elektryczna do ładowania pojazdu elektrycznego pochodząca z "paliw kopalnych",	0,43	N
• Wykorzystywana energia elektryczna do ładowania pojazdu elektrycznego pochodząca ze źródeł odnawialnych (np. fotowoltaika, energia wiatrowa itp.).	0,33	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Niepożądane wartości wskaźników - wkład niekorzystny na dany wymiar		
Wniosek Wszystkie 2 wartości w <i>Poziom wykorzystania „brudnej” oraz „zielonej” energii elektrycznej ...</i> , w tym zakresie badań przyjęły wartości niepożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,43; 0,33). Najgorszą wartość 0,33 przyjął wskaźnik <i>Wykorzystywana energia elektryczną do ładowanie pojazdu elektrycznego pochodząca ze źródeł odnawialnych</i> , natomiast wartość 0,43 przyjął wskaźnik <i>Wykorzystywana energia elektryczna do ładowania pojazdu elektrycznego pochodząca z "paliw kopalnych"</i> . Pomimo tego, iż pojazd nie emituje szkodliwych substancji bezpośrednio do atmosfery podczas eksploatacji oddziałuje niekorzystnie na środowisko w pośredni sposób, kiedy wykorzystywana jest „brudna” energia do ładowania akumulatorów trakcyjnych. Wskazuje to na problem, iż nadal istnieją ujemne następstwa z eksploatacji dóbr naturalnych i energii. Problem wynika z małego odsetku wykorzystania „zielonej energii” oraz znacznego poziomu wykorzystywanej „brudnej” energii do ładowania pojazdu elektrycznego. Wskaźniki nie osiągnęły pożądanej wartości, co oznacza, że jest niekorzystny wkład w dany wymiar w wyniku mało znacznego i widocznego ograniczenia szkodliwego oddziaływania na środowisko.		
Wykorzystane materiały, źródła energii do produkcji samochodu elektrycznego oraz recykling		
Wykorzystane do produkcji pojazdu elektrycznego materiały oraz przykładowe źródła energii:		
• Materiały pochodzące z recyklingu	0,81	K
• Materiały naturalne (np. wełna, drewno, kenaf itp..)	0,56	K
• Wykorzystana energia do produkcji samochodu elektrycznego pochodząca ze odnawialnych źródeł energii "zielona energia"	0,5	U
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar: → Pożądane wartości w dwóch wskaźnikach na etapie użytkowania - wkład korzystny na dany wymiar, → Średnie wartości jednego wskaźnika - wkład umiarkowany na dany wymiar.		

Wniosek W zakresie badań <i>Wykorzystane do produkcji pojazdu elektrycznego materiały</i> ... dwa z trzech wskaźników <i>Materiały pochodzące z recyklingu</i> przyjęły wartości pożądane, natomiast jeden przyjął wartość umiarkowaną (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,81; 0,56; 0,5). Najwyższą wartość 0,81 przyjął wskaźnik <i>Materiały pochodzące z recyklingu</i> , natomiast najniższą wartość 0,56 przyjął wskaźnik <i>Materiały naturalne</i> (np. wełna, drewno, kenaf itp.). Natomiast umiarkowaną wartość 0,5 przyjął wskaźnik <i>Wykorzystana energia do produkcji samochodu elektrycznego pochodzącą ze odnawialnych źródeł energii "zielona energia"</i> . Dwie z trzech wartości osiągnęły pożądane wartości, jedna wartość odznaczając się niedużą siłą zaliczona została jako neutralna. Wskaźniki osiągnęły pożądane wartości co oznacza, że jest korzystny wkład w dany wymiar poprzez redukcję negatywnego oddziaływania na środowisko, w wyniku wykorzystania naturalnych materiałów oraz materiałów pochodzących z recyklingu.		
Recykling:		
• Samochód elektryczny można poddać ekologicznemu recyklingowi	0,56	K
• Akumulator trakcyjny w samochodzie elektrycznym, który uległ uszkodzeniu po utracie gwarancji można naprawić lub wymienić na nowy	0,81	K
• Utylizacja i przetwarzanie akumulatorów - szkodliwość dla środowiska naturalnego	0,19	N
• Możliwość odzysku podczas recyklingu z akumulatora trakcyjnego metali rzadkich (np. kobalt, nikiel itd.)	0,91	K
• Możliwość wykorzystania akumulatora trakcyjnego o sprawności wynoszącej poniżej 70% jako domowe i przemysłowe banki energii	0,5	U
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar: → Pożądane wartości w trzech wskaźnikach - wkład korzystny na dany wymiar, → Średnie wartości jednego wskaźnika - wkład umiarkowany na dany wymiar, → Niepożądane wartości wskaźników na etapie produkcji i użytkowania - wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek W zakresie badań <i>Recykling</i> , trzy z pięciu wskaźników przyjęły wartości pożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,56; 0,81; 0,91), jeden wskaźnik przyjął wartość umiarkowaną 0,5, natomiast jeden wartość niepożądaną 0,44. Najwyższą wartość 0,81 przyjął wskaźnik <i>Możliwość odzysku podczas recyklingu z akumulatora trakcyjnego metali rzadkich</i> (np. kobalt, nikiel itd.), umiarkowaną wartość 0,5 przyjął wskaźnik <i>Możliwość wykorzystania akumulatora trakcyjnego o sprawności wynoszącej poniżej 70% jako domowe i przemysłowe banki energii</i> . Natomiast wartość niepożądaną 0,19 przyjął wskaźnik <i>Utylizacja i przetwarzanie akumulatorów - szkodliwość dla środowiska naturalnego</i> . Nie wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości, co oznacza niepełny korzystny wkład w dany wymiar dlatego, iż ograniczenie negatywnego oddziaływania na środowisko zachodzi podczas zabezpieczenia szkodliwych opadów z procesów produkcyjnych wraz z redukcją pozostałości (np. odzysk, recykling), natomiast utylizacja oraz przetwarzanie akumulatorów wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne. Kwestia związana z wydłużeniem cyklu życia produktu przyjęła wartość średnią, która oznacza wkład umiarkowany na dany wymiar.		
Średnia	0,63	

Źródło: Badania własne

Wnioski

Spośród 22 wskaźników w wymiarze ekologicznym: 15 przyjęło pożądane wartości o wkładzie korzystnym na dany wymiar, 2 przyjęły średnie wartości o wkładzie umiarkowanym na dany wymiar, natomiast 5 przyjęło niepożądane wartości z wkładem niekorzystnym na dany wymiar. W wymiarze ekologicznym zaś w poszczególnych zakresach tematycznych:

- *wpływ pojazdu elektrycznego podczas eksploatacji na otoczenie i środowisko naturalne* - 8 z 11 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar ekologiczny, natomiast 2 z 11 wskaźników posiadają niekorzystny wkład na wymiar ekologiczny,

- *wykorzystywane źródła energii elektrycznej podczas ładowania akumulatorów w pojeździe elektrycznym* - 1 z 3 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar ekologiczny. Natomiast 2 z 3 wskaźników posiadają niekorzystny wkład na wymiar ekologiczny,
- *wykorzystane materiały, źródła energii do produkcji samochodu elektrycznego oraz recykling* – 5 z 8 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar ekologiczny, 2 z 5 wskaźników posiadają umiarkowany wkład na wymiar ekologiczny, natomiast 1 z 5 wskaźników posiada niekorzystny wkład na wymiar ekologiczny.

Na podstawie uzyskanych danych można przyjąć, że w wymiarze ekologicznym zakres tematyczny *wpływ pojazdu elektrycznego podczas eksploatacji na otoczenie i środowisko* naturalne cechuje się największym wkładem korzystnym na ten wymiar, natomiast najmniejszy wkład korzystny niesie za sobą *wykorzystywane źródła energii elektrycznej podczas ładowania akumulatorów w pojeździe elektrycznym*.

Wypełnienie wybranych Celów Zrównoważonego Rozwoju

Wyniki analizy badań w wymiarze ekologicznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do istotnego oraz zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celów 11 oraz 13 m.in. przez ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko. Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze ekologicznym, które wymagają podjęcia działań korygujących.

Podsumowanie wymiaru ekologicznego

Pojazdy elektryczne wykorzystywane głównie w miastach oraz obszarach zurbanizowanych mogą przyczynić się do znacznego ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko m.in. poprzez redukcję: emisji szkodliwych substancji, poziomu hałasu, zanieczyszczeń oraz ograniczenia eksploatacji dóbr naturalnych i energii. Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze ekologicznym, które wymagają podjęcia działań korygujących i są to m.in. redukcja niekorzystnego wpływu zachodząca na etapie: produkcji, recyklingu pojazdu elektrycznego, utylizacji i przetwarzania akumulatorów, jak również zwiększenie odsetku wykorzystania „zielonej energii” oraz redukcji poziomu wykorzystywanej „brudnej” energii do ładowania pojazdu elektrycznego. Pomimo występowania niekorzystnego wpływu wyniki analizy badań w wymiarze ekologicznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd

z napędem elektrycznym) podąża do istotnego oraz zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celów 11 oraz 13, które zostały ustalone i przyjęte w Agendzie 2030. Wymiar ekologiczny przyjął pożądaną wartość 0,63. Można więc przyjąć, iż wpływ wymiaru ekologicznego jest korzystny oraz może stanowić istotny element na drodze realizacji Zrównoważonego rozwoju.

WYMIAR EKONOMICZNY

Technologia elektryczna tj. pojazd z napędem elektrycznym BMW i3 oraz Nissan e-NV200 w wymiarze ekonomicznym zostanie oceniony i przeanalizowany pod względem zrównoważenia oraz wypełnienia Celu 8. *Wzrost gospodarczy i godna praca* oraz Celu. 12 *Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja*, w następującym zakresie tematycznym:

- różnic w bieżących kosztach eksploatacyjnych samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym,
- różnic w kosztach eksploatacyjnych między pojazdem spalinowym a elektrycznym,
- najistotniejszych zalet oraz wad samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym.

Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń prezentuje *Tabela 4.20*.

Tabela 4.20. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru ekonomicznego

Wskaźnik	W	OW
Różnice w bieżących kosztach eksploatacyjnych samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym		
Kilometrażowe lub coroczne prace serwisowe związane z wymianą części oraz płynów eksploatacyjnych w samochodzie elektrycznym:		
wymiana oleju silnikowego, filtra oleju, oleju w skrzyni biegów, płynu chłodniczego odpowiedzialnego za utrzymanie silnika w optymalnej temperaturze itp.	0,75	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Pożądane wartości wskaźnika - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wskaźnik <i>wymiana oleju silnikowego, filtra oleju ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,75, co oznacza, korzystny wkład w dany wymiar. Przeprowadzanie rzadszych prac serwisowych w pojeździe elektrycznym w porównaniu z samochodem spalinowym wskazuje na zwiększoną jakość produktu oraz ograniczone oddziaływanie negatywne na środowisko naturalne.		
Określenie częstotliwości wymiany części w porównaniu z napędem spalinowym:		
Wymiana klocków hamulcowych między 30 000 – 50 000 km,	0,66	K
Wymiana tarcz hamulcowych między 60 000 – 100 000 km.	0,56	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Pożądane wartości wskaźników - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wszystkie 2 wartości w <i>Określenie częstotliwości wymiany części ...</i> przyjęły wartości pożądaną (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,66; 0,53). Najwyższą wartość 0,66 przyjął wskaźnik <i>Wymiana klocków hamulcowych między 30 000 – 50 000 km</i> , natomiast najniższą wartość 0,73 przyjął wskaźnik <i>Wymiana tarcz hamulcowych między 60 000 – 100 000 km</i> . Wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości, co oznacza korzystny wkład w dany wymiar poprzez redukcję wymiany części w toku eksploatacyjnym umożliwiając		

osiągnięcie przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw oraz uzyskanie efektywności ekonomicznej. Ponadto rzadsza wymiana części w pojeździe ogranicza szkodliwe oddziaływanie pojazdu z napędem elektrycznym na środowisko naturalne.		
Konieczność wymiany wybranych części eksploatacyjnych w samochodzie elektrycznym:		
• Wymiana rozrządu, wymiana sprzęgła, rozrusznik, alternator itp.	1	K
• Wymiana akumulatora trakcyjnego - sprawność akumulatora poniżej 70%.	0,44	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar:		
→ Pożądane wartości wskaźnika - wkład szczególnie korzystny na dany wymiar,		
→ Niepożądane wartości wskaźnika - wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
W zakresie badań <i>Konieczność wymiany wybranych części eksploatacyjnych</i> , jeden z dwóch wskaźników <i>Wymiana rozrządu, wymiana sprzęgła, rozrusznik, alternator itp.</i> , przyjął wartość pożądaną 1, co oznacza, że jest to szczególnie korzystny wkład w dany wymiar. Natomiast jeden wskaźnik <i>Wymiana akumulatora trakcyjnego - sprawność akumulatora poniżej 70%</i> przyjął wartość 0,44 i jest to wartość niepożądana oraz niekorzystna dla danego wymiaru. Pojawia się sygnał o niekorzystnym wpływie na dany wymiar wskaźnika <i>Wymiana akumulatora trakcyjnego - sprawność akumulatora poniżej 70%</i> , akumulator trakcyjny w pojeździe elektrycznym jest najdroższym elementem, którego okres gwarancyjny ustala się na określona liczbę lat np. 8, bądź przebieg kilometrów np. 160 000.		
W przypadku, kiedy bateria nie zachowa minimum 70% początkowej pojemności w okresie gwarancyjnym, producenci pojazdów są zobowiązani do usunięcia usterki. Po zakończeniu okresu gwarancyjnego ewentualne naprawy leżą po stronie właściciela. Nie wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości, co oznacza niepełny korzystny wkład w dany wymiar. Oprócz pozytywnych i negatywnych aspektów pod względem ekonomicznym wskaźniki adekwatnie oddziałują na środowisko naturalne.		
Różnice w kosztach eksploatacyjnych między pojazdem spalinowym a elektrycznym		
Koszty eksploatacyjne samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym.	0,83	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Pożądane wartości wskaźników - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wskaźnik <i>Koszty eksploatacyjne samochodu elektrycznego ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,83, co oznacza korzystny wkład w dany wymiar. Niższe koszty eksploatacyjne m.in. poprzez redukcję wymiany części w toku eksploatacyjnym, niższe koszty energii wpływające na koszt przejazdu, umożliwiają osiągnięcie przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw oraz uzyskanie efektywności ekonomicznej oraz ograniczenie negatywnego oddziaływania na środowisko poprzez efektywniejsze wykorzystanie zasobów.		
Najistotniejsze zalety oraz wady samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym		
Rozwój elektromobilności wpływa realnie na:		
• Wzrost i rozwój gospodarczy Państwa?	0,63	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Pożądane wartości wskaźników - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wskaźnik <i>Rozwój elektromobilności ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,63, co oznacza korzystny wkład w dany wymiar. Wskazuje to na wzrost i rozwój gospodarczy w Polsce oraz widoczny postęp w kierunku zrównoważonego rozwoju.		
Średnia	0,69	

Źródło: Badania własne

Wnioski

Spośród 7 wskaźników w wymiarze ekonomicznym 6 przyjęło pożądane wartości o wkładzie korzystny na dany wymiar, 1 przyjął niepożądane wartości z wkładem niekorzystnym na dany wymiar. Natomiast w wymiarze ekonomicznym w poszczególnych zakresach tematycznych:

- *różnice w bieżących kosztach eksploatacyjnych samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym* - 4 z 5 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar ekonomiczny, natomiast 1 z 5 wskaźników posiada niekorzystny wkład na wymiar ekonomiczny,
- *różnice w kosztach eksploatacyjnych między pojazdem spalinowym a elektrycznym* - wskaźnik posiada korzystny wkład na wymiar ekonomiczny,
- *najistotniejsze zalety oraz wady samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym* - wskaźnik posiada korzystny wkład na wymiar ekonomiczny.

Na podstawie uzyskanych danych można przyjąć, że zakres tematyczny *Różnice w kosztach eksploatacyjnych między pojazdem spalinowym a elektrycznym* w wymiarze ekonomicznym cechuje się największym wkładem korzystnym na ten wymiar, natomiast najmniejszy wkład korzystny niesie za sobą *najistotniejsze zalety oraz wady samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym*.

Wypełnienie wybranych Celów Zrównoważonego Rozwoju

Wyniki analizy badań w wymiarze ekonomicznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do istotnego oraz zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celów 8 oraz 12 m.in. przez ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko. Niemniej jednak istnieje obszar niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze ekonomicznym, który wymaga podjęcia działań korygujących.

Podsumowanie wymiaru ekonomicznego

Pojazdy elektryczne cechują się niższymi kosztami eksploatacyjnymi w zestawieniu z samochodem spalinowym. Niższe bieżące koszty eksploatacyjne związane z rzadszą wymianą części/płynów itp. oraz mniejszą ilością podzespołów w porównaniu z pojazdem spalinowym, oprócz korzyści ekonomicznych, mogą przyczynić się do znacznego ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko m.in. poprzez: zwiększenie wydajności wykorzystania zasobów, redukcję emisji szkodliwych substancji, ograniczenie eksploatacji dóbr naturalnych i energii. Elektromobilność przyczynia się również do wzrostu i rozwoju gospodarczego. Niemniej jednak istnieje obszar niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze ekonomicznym, który wymaga podjęcia działań korygujących i jest to zwiększenie wydajności akumulatora trakcyjnego w pojeździe z napędem elektrycznym. Pomimo występowania niekorzystnego wpływu wyniki analizy badań w wymiarze

ekonomicznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do istotnego oraz zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celów 8 oraz 12, które zostały ustalone i przyjęte w Agendzie 2030. Wymiar ekonomiczny przyjął pożądaną wartość 0,69, zatem wpływ wymiaru ekologicznego jest korzystny oraz może stanowić istotny element na drodze realizacji Zrównoważonego rozwoju.

WYMIAR PRAWNY

Technologia elektryczna tj. pojazd z napędem elektrycznym BMW i3 oraz Nissan e-NV200 w wymiarze prawnym zostanie oceniony i przeanalizowany pod względem zrównoważenia oraz wypełnienia Celu 16. *Pokój sprawiedliwość i silne instytucje* w następującym zakresie tematycznym:

- ustawy o elektromobilności oraz paliwach alternatywnych,
- dofinansowania, dopłaty, ulgi do samochodów elektrycznych,
- istotność/przydatność ulg-przywilejów.

Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń prezentuje *Tabela 4.21*.

Tabela 4.21. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru prawnego

Wskaźniki	W	OW
Ustawy o elektromobilności oraz paliwach alternatywnych		
Dyrektywy, wsparcie dla elektromobilności:		
• Pojazdy elektryczne wraz z infrastrukturą wpisują się w dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. odnośnie rozwoju infrastruktury oraz paliw alternatywnych.	0,69	K
• Dyrektywa 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r., nałożona na państwa członkowskie wpływa/wpłyne na szybsze upowszechnienie się samochodów elektrycznych.	0,59	K
• Zwolnienie pojazdów elektrycznych m.in. z akcyzy, opłat i innych benefitów, które są zawarte w ustawie o elektromobilności wpływa korzystnie na rozwój tego sektora w Polsce.	0,91	K
• Konieczność udzielenia wsparcia przez Państwo w celu rozwoju elektromobilności.	1	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Pożądana wartości wskaźników - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wszystkie 4 wartości w <i>Dyrektywy, wsparcie ...</i> , w tym zakresie badań przyjęły wartości pożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,69; 0,59; 0,91; 1). Najwyższą wartość 1 przyjął wskaźnik <i>Konieczność udzielenia wsparcia przez Państwo w celu rozwoju elektromobilności</i> , natomiast najniższą wartość 0,59 przyjął wskaźnik <i>Dyrektywa 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r., nałożona na państwa członkowskie wpływa/wpłyne na szybsze upowszechnienie się samochodów elektrycznych</i> . Wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości co oznacza, że jest istotny wkład w dany wymiar.		
Dofinansowania, dopłat, ulg do samochodów elektrycznych		
Dofinansowanie do ceny zakupu nowego samochodu elektrycznego.	0,31	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Niepożądana wartość wskaźnika – wkład niekorzystny na dany wymiar.		

Wniosek Wskaźnik <i>Dofinansowanie do ceny zakupu...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość niepożądaną 0,31, co oznacza, że jest to niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Ocena otrzymanej dopłaty do ceny zakupu nowego samochodu elektrycznego w przypadku jej otrzymania pod względem zadawalającym/wystarczającym.	0	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Niepożądana wartość wskaźnika – wkład szczególnie niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Ocena otrzymanej dopłaty do ceny zakupu nowego samochodu elektrycznego ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość niepożądaną 0, co oznacza niekorzystny wkład w dany wymiar. Wskazuje to, że respondenci nie otrzymali wystarczającego wsparcia.		
Większe wsparcie przez rząd w postaci ulg i dopłaty do samochodów elektrycznych wpłynie na zakup przez społeczeństwo większej ilości pojazdów elektrycznych, w celu zastąpienia tradycyjnych pojazdów spalinowych.	1	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład szczególnie korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Większe wsparcie przez rząd w postaci ulg i dopłaty ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 1, co oznacza, że jest to szczególnie korzystny wkład w dany wymiar.		
Istotność/przydatność ulg-przywilejów		
Korzystnie z ulg i przywilejów:		
• Darmowe parkingi w centrach miast i innych miejscach przeznaczonych dla samochodów EV,	0,63	K
• BUS-pasy,	0,63	K
• Bezpłatny wjazd do stref ograniczonego ruchu - ultraniskiej emisji.	0,63	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądane wartości wskaźników - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wszystkie 3 wartości w <i>Korzystanie z ulg i przywilejów</i> , w tym zakresie badań przyjęły wartości pożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,69; 0,69; 0,69). Równa wartość 0,69 przyjęły wszystkie trzy wskaźniki w zestawieniu. Wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości co oznacza, że istotny wkład w dany wymiar.		
Ocena istotności/przydatności darmowych parkingów, Bus-pasów, bezpłatnego wjazdu do strefy ograniczonego ruchu w centrach miast przeznaczonych dla samochodów elektrycznych:		
• Darmowe parkingi w centrach miast i innych miejscach przeznaczonych dla samochodów elektrycznych,	0,85	K
• Bus-pasy,	0,75	K
• Bezpłatny wjazd do stref ograniczonego ruchu - ultraniskiej emisji.	0,85	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądane wartości wskaźników - wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wszystkie 3 wartości w <i>Ocena istotności/przydatności ...</i> , w tym zakresie badań przyjęły wartości pożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,85; 0,75; 0,85). Najwyższą wartość 0,85 przyjęły dwa wskaźniki <i>Darmowe parkingi w centrach miast i innych miejscach przeznaczonych dla samochodów elektrycznych</i> oraz <i>Bezpłatny wjazd do stref ograniczonego ruchu - ultraniskiej emisji</i> , natomiast najniższą wartość 0,75 przyjął wskaźnik <i>Bus-pasy</i> . Wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości co oznacza, że jest istotny wkład w dany wymiar.		
Średnia	0,68	

Źródło: Badania własne

Wnioski

Spośród 13 wskaźników w wymiarze prawnym: 11 przyjęło pożądane wartości o wkładzie korzystnym na dany wymiar, natomiast 2 przyjęło niepożądane wartości z wkładem niekorzystnym na dany wymiar. Natomiast w poszczególnych zakresach tematycznych w wymiarze prawnym:

- *ustawy o elektromobilności oraz paliwach alternatywnych* - 4 z 4 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar prawny,
- *dofinansowania, dopłat, ulg do samochodów elektrycznych* - 1 z 3 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar prawny, natomiast 2 z 3 wskaźników posiada niekorzystny wkład na wymiar prawny,
- *istotność/przydatność ulg-przywilejów* - 6 z 6 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar prawny.

Na podstawie uzyskanych danych można przyjąć, że w wymiarze prawnym zakres tematyczny *ustawy o elektromobilności oraz paliwach alternatywnych* cechuje się największym wkładem korzystnym na wymiar prawny, natomiast wkład niekorzystny niosą za sobą *dofinansowania, dopłat, ulg do samochodów elektrycznych*.

Wypełnienie wybranych Celów Zrównoważonego Rozwoju

Wyniki analizy badań w wymiarze prawnym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celu 16 m.in. przez normy, rozwiązania poszukujące zrównoważenia między koniecznością ochrony środowiska a potrzebą wpływania na środowisko oraz niezbędnością pozyskiwania zasobów środowiska gwarantując przy tym bezpieczeństwo ekologiczne współczesnemu oraz przyszłym pokoleniom. Niemniej jednak istnieje obszar o niekorzystnym wpływie na zrównoważony rozwój w wymiarze prawnym, który wymaga podjęcia działań korygujących.

Podsumowanie wymiaru prawnego

Wymiar prawny jest istotnym aspektem wpływającym na rozwój elektromobilności w Polsce. Wyniki analizy badań w wymiarze prawnym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że większe wsparcie przez rząd w postaci ulg oraz dopłat do pojazdów elektrycznych wpłynie korzystnie na zakup przez społeczeństwo większej ilości tych pojazdów. Działania te w konsekwencji przełożą się na zmniejszenie negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne poprzez zastąpienie nieekologicznych środków transportu rozwiązaniami

bardziej przyjaznymi środowisku. Widoczna jest również istotność wprowadzonych ulg i przywilejów dla użytkowników pojazdów elektrycznych. Należy podkreślić, iż wszelkie normy, dyrektywy wprowadzane m.in. przez Unie Europejską są strażnikiem środowiska naturalnego. Niemniej jednak istnieje obszar szczególnie niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze prawnym, który wymaga podjęcia działań korygujących i jest to dofinansowanie do zakupu pojazdu elektrycznego oraz jego wielkości. Należy podkreślić, iż cena nowego pojazdu elektrycznego jest wysoka. Brak określonego wsparcia m.in. poprzez dofinansowanie do ceny zakupu nowego samochodu może wpłynąć negatywnie na upowszechnienie tego środka transportu, co w konsekwencji może rzutować na powolniejsze niwelowanie negatywnego oddziaływania na środowisko przez transport tradycyjny. Pomimo występowania niekorzystnego wpływu, wyniki analizy badań w wymiarze prawnym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celu 16, które zostały ustalone i przyjęte w Agendzie 2030. Wymiar prawny przyjął pożądaną wartość 0,68. Można przyjąć, iż wpływ wymiaru prawnego jest korzystny oraz może stanowić istotny element na drodze realizacji zrównoważonego rozwoju.

WYMIAR TECHNOLOGICZNY

Technologia elektryczna tj. pojazd z napędem elektrycznym BMW i3 oraz Nissan e-NV200 w wymiarze technologicznym zostanie oceniony i przeanalizowany pod względem zrównoważenia oraz wypełnienia Celu 7. *Czysta i dostępna energia* oraz Celu 9. *Przemysł, Innowacyjność, Infrastruktura* w następującym zakresie tematycznym:

- zasięg samochodu elektrycznego,
- obsługa samochodu elektrycznego i ładowarek,
- czas ładowania,
- miejsce użytkowania pojazdów elektrycznych oraz infrastruktura stacji ładowania,
- dodatkowe wykorzystanie samochodu elektrycznego,
- zalety i wady oraz braki w ujęciu technologicznym samochodu elektrycznego,
- awarie.

Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń prezentuje *Tabela 4.22*.

Tabela 4.22. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru technologicznego

Wskaźnik	W	OW
Zasięg samochodu elektrycznego		
Ocena zasięgu samochodu elektrycznego na jednym ładowaniu w codziennym użytkowaniu pod względem negatywnego wpływu na komfort użytkownika pojazdu w poszczególnych strefach:		
• Miasto,	1	K
• Wieś - tereny wiejskie,	0,19	N
• Autostrady/drogi szybkiego ruchu,	0	N
• Tereny leśne, plener i inne.	0,19	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar:		
→ Pożądana wartość wskaźnika - wkład korzystny na dany wymiar,		
→ Niepożądaną wartość w trzech wskaźnikach - wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
W zakresie badań <i>Ocena zasięgu samochodu elektrycznego na jednym ładowaniu...</i> jeden z czterech wskaźników przyjął wartość pożądaną 1, natomiast trzy z czterech przyjęły wartości niepożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,19; 0; 0,19). Najwyższą pożądaną wartość 1 przyjął wskaźnik <i>Miasto</i> , natomiast najniższą wartość niepożądaną 0 przyjął wskaźnik <i>Autostrady/drogi szybkiego ruchu</i> . Nie wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości, trzy z czterech wskaźników przyjęły wartości niepożądane, co oznacza niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Obsługa samochodu elektrycznego i ładowarek		
Wymagane odbycie szkolenia w celu możliwości prowadzenia pojazdu elektrycznego oraz czynności ładowania.	0,63	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wskaźnik <i>Wymagane odbycie szkolenia w celu...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,63, co oznacza korzystny wkład w dany wymiar.		
Ocena trudności obsługi ładowarek przeznaczonych do samochodu elektrycznego pod względem trudności/skomplikowania.	1	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Pożądana wartość wskaźnika – wkład szczególnie korzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wskaźnik <i>Ocena trudności obsługi ładowarek ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 1 co oznacza, że jest to szczególnie korzystny wkład w dany wymiar.		
Czas ładowania		
Określenie czy obecny czas ładowania samochodu elektrycznego jest długi.	0,44	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Niepożądana wartość wskaźnika – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wskaźnik <i>Określenie czy obecny czas ładowania samochodu ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość niepożądaną 0,19, co oznacza niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Obecny czas ładowania samochodu elektrycznego wpływa na obniżenie komfortu podczas jego eksploatacji.	0,44	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Niepożądana wartość wskaźnika – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wskaźnik <i>Obecny czas ładowania samochodu elektrycznego wpływa ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość niepożądaną 0,44, co oznacza niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Miejsce użytkowania pojazdów elektrycznych oraz infrastruktura stacji ładowania		
Określić stopień dostępności infrastruktury ładowania samochodów elektrycznych w podanych strefach:		
• Miasto,	0,48	N
• Wieś - tereny wiejskie,	0,2	N
• Autostrady/drogi szybkiego ruchu,	0,36	N

• Tereny leśne, plener.	0,2	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Niepożądaną wartość wskaźników – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wszystkie 4 wartości w <i>Określić stopień dostępności infrastruktury ładowania ...</i> , w tym zakresie badań, przyjęły wartości niepożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,48; 0,2; 0,36; 0,2). Najwyższą wartość niepożądaną 0,48 przyjął wskaźnik <i>Miasto</i> , natomiast najniższą wartość szczególnie niepożądaną 0,2 przyjęły dwa wskaźniki <i>Wieś - tereny wiejskie</i> oraz <i>Tereny leśne, plener</i> . Wszystkie wskaźniki osiągnęły niepożądane wartości co oznacza, że niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Dodatkowe wykorzystanie samochodu elektrycznego		
Wykorzystanie dodatkowe samochodu elektrycznego do innych celów.	0,19	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Niepożądaną wartość wskaźnika – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wskaźnik <i>Wykorzystanie dodatkowe samochodu ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość niepożądaną 0,19, co oznacza niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Zalety i wady oraz braki w ujęciu technologicznym samochodu elektrycznego		
Wpływ 6 termicznych pór roku w Polsce na spadek zasięgu pojazdu elektrycznego:		
• Przedwiośnie ze śr. temp. dobową od 0 do 5°C,	0,7	K
• Wiosna - od 5 do 15°C,	0,8	K
• Lato - powyżej 15°C,	0,96	K
• Jesień - od 5 do 15°C,	0,83	K
• Przedzimy - od 0 do 5°C,	0,63	K
• Zima - poniżej 0°C.	0,31	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar:		
→ Pożądane wartości w pięciu wskaźnikach - wkład korzystny na dany wymiar,		
→ Niepożądaną wartość wskaźnika - wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
W zakresie badań <i>Wpływ 6 termicznych pór roku w Polsce ...</i> , pięć z sześciu wskaźników przyjęły wartości pożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,7; 0,8; 0,96; 0,83; 0,63), natomiast jeden z sześciu przyjął wartość niepożądaną. Najwyższą wartość pożadaną 0,96 przyjął wskaźnik <i>Lato - powyżej 15°C</i> , natomiast najniższą wartość niepożądaną 0,31 przyjął wskaźnik <i>Zima - poniżej 0°C</i> . Nie wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości, co oznacza niepełny korzystny wkład w dany wymiar.		
Konieczność ograniczenia używania klimatyzacji i/lub ogrzewania w celu redukcji spadku zasięgu w wybranych strefach:		
• Miasto,	0,38	N
• Wieś - tereny wiejskie,	0,19	N
• Autostrady/drogi szybkiego ruchu,	0,19	N
• Tereny leśne, plener.	0,19	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Niepożądaną wartość wskaźników – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wszystkie 4 wartości w <i>Konieczność ograniczenia używania klimatyzacji i/lub ogrzewania ...</i> w tym zakresie badań przyjęły wartości niepożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,38; 0,19; 0,19; 0,19). Najwyższą niekorzystną wartość 0,38 przyjął jeden wskaźnik <i>Miasto</i> , natomiast najniższe niekorzystne wartości 0,19 przyjęły wskaźniki <i>Wieś - tereny wiejskie</i> , <i>Autostrady/drogi szybkiego ruchu</i> , <i>Tereny leśne, plener</i> . Wskaźniki nie osiągnęły pożądanej wartości, co oznacza niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Odczuwalne zmniejszenie komfortu użytkowania spowodowane zmniejszeniem używania klimatyzacji lub ogrzewania w wybranych strefach:		
• Miasto,	0,44	N
• Wieś - tereny wiejskie,	0,19	N
• Autostrady/drogi szybkiego ruchu,	0,19	N
• Tereny leśne, plener.	0,19	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		
Niepożądaną wartość wskaźników – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek		
Wszystkie 4 wartości w <i>Odczuwalne zmniejszenie komfortu użytkowania ...</i> , w tym zakresie badań przyjęły wartości niepożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,44; 0,19; 0,19; 0,19). Najwyższą niekorzystną		

wartość 0,44 przyjął jeden wskaźnik Miasto, natomiast najniższe niekorzystne wartości 0,19 przyjęły wskaźniki <i>Wieś - tereny wiejskie, Autostrady/drogi szybkiego ruchu, Tereny leśne, plener</i> . Wskaźniki nie osiągnęły pożądanej wartości, co oznacza niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Używanie klimatyzacji i/lub ogrzewania wpływa na zmniejszenie komfortu użytkowania pojazdu w dłuższych trasach powyżej 200 km?	0,19	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Niepożądana wartość wskaźnika – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Używanie klimatyzacji i/lub ogrzewania wpływa na ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość niepożądaną 0,19, co oznacza niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Częstotliwość użytkowania wybranych trybów jazdy:		
• Comfort,	0,38	N
• Eco pro,	0,78	K
• Eco pro+.	0,4	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar: → Pożądana wartość wskaźnika - wkład korzystny na dany wymiar, → Niepożądane wartości w dwóch wskaźnikach - wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek W zakresie badań <i>Częstotliwość użytkowania ...</i> jeden z trzech wskaźników przyjął wartość pożądaną 0,78, natomiast dwa z trzech przyjęły wartości niepożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,38; 0,4). Najwyższą wartość pożądaną 0,78 przyjął wskaźnik <i>Eco pro</i> , natomiast najniższą wartość niepożądaną 0,38 przyjął wskaźnik <i>Comfort</i> . Nie wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości, dwa z trzech wskaźników przyjęły wartości niepożądane, co oznacza niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Wpływ dostępnych trybów jazdy (COMFORT, ECO PRO oraz ECOPRO+) na obniżenie komfortu użytkowania samochodu elektrycznego	0,38	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Niepożądana wartość wskaźnika – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Wpływ dostępnych trybów jazdy ...</i> , w tym zakresie badań, przyjął wartość niepożądaną 0,38 co oznacza, że jest to niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Awarie		
Częstotliwość powstawania wybranych awarii:		
• Akumulator trakcyjny,	1	K
• System termiczny pojazdu,	1	K
• Układ elektryczny,	0,96	K
• Układ napędowy (silnik elektryczny),	1	K
• Inne awarie.	1	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądane wartości wskaźników - wkład szczególnie korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wszystkie 5 wartości w <i>Częstotliwość powstawania wybranych awarii</i> , w tym zakresie badań przyjęły wartości pożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 1; 1; 0,96; 1; 1). Najwyższą wartość 1 przyjęły cztery wskaźniki <i>Akumulator trakcyjny, System termiczny pojazdu, Układ napędowy (silnik elektryczny) oraz Inne awarie</i> , natomiast najniższą wartość 0,96 przyjął wskaźnik <i>Układ elektryczny</i> . Wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wysokie wartości, co oznacza szczególnie korzystny wkład w dany wymiar.		
Średnia	0,50	

Źródło: Badania własne

Wnioski

Spośród 37 wskaźników w wymiarze technologicznym 14 przyjęło pożądane wartości o wkładzie korzystnym na dany wymiar, natomiast 23 przyjęło niepożądane wartości z wkładem niekorzystnym na dany wymiar. W wymiarze technologicznym natomiast w poszczególnych zakresach tematycznych:

- *zasięg samochodu elektrycznego* - 1 z 4 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar technologiczny, natomiast 2 z 11 wskaźników posiadają niekorzystny wkład na wymiar ekologiczny,
- *obsługa samochodu elektrycznego i ładowarek* - 2 z 2 wskaźników posiadają korzystny wkład na wymiar technologiczny,
- *czas ładowania* - 2 z 2 wskaźników posiadają niekorzystny wkład na wymiar technologiczny,
- *miejsce użytkowania pojazdów elektrycznych oraz infrastruktura stacji ładowania* - 4 z 4 wskaźników posiadają niekorzystny wkład na wymiar technologiczny,
- *dodatkowe wykorzystanie samochodu elektrycznego* - wskaźnik posiada niekorzystny wkład na wymiar technologiczny,
- *zalety i wady oraz braki w ujęciu technologicznym samochodu elektrycznego* - 6 z 19 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar technologiczny, natomiast 13 z 19 wskaźników posiadają niekorzystny wkład na wymiar ekologiczny,
- *awarie* - 5 z 5 wskaźników posiadają korzystny wkład na wymiar technologiczny.

Na podstawie uzyskanych danych można przyjąć, że w wymiarze technologicznym, zakres tematyczny *awarie*, cechuje się największym wkładem korzystnym na ten wymiar, natomiast wkład niekorzystny niesie za sobą *dodatkowe wykorzystanie samochodu elektrycznego*.

Wypełnienie wybranych Celów Zrównoważonego Rozwoju

Wyniki analizy badań w wymiarze technologicznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do umiarkowanego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celów 7 oraz 9 m.in. przez niedostatecznie dobrze rozwiniętą technologię, która może przyczynić się do umiarkowanego ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko. Wskazane jest zatem zwrócenie szczególnej uwagi na istniejące obszary niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze technologicznym, które wymagają podjęcia działań korygujących.

Podsumowanie wymiaru technologicznego

Zazwyczaj innowacje umożliwiają rozwój przedsiębiorstwom, wpływają korzystnie na środowisko naturalne w wyniku powstrzymania negatywnego wpływu wytwórczości na jego części bądź usprawniają wykorzystanie bogactw naturalnych⁵³⁷. W celu uzyskania przewagi

⁵³⁷ Ekoinnowacje, *Klucz do przyszłej konkurencyjności Europy*, Op. Cit.

konkurencyjnej poprzez usprawnienie procesu technologicznego lub produktu, oczekiwane są pozytywne zmiany m.in. w: aspektach lepszej jakości, niższych kosztach produkcji bądź użytkowania, większej wydajności i efektywności. Pojazdy z napędem eklektycznym cechują się przyzwoitą jakością, która jest widoczna w aspekcie awarii oraz łatwości ich obsługi i ładowania. Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze technologicznym, które wymagają podjęcia działań korygujących. Obszary te uwypuklają kluczowe słabości tej technologii poprzez stosunkowo długi czas ładowania, konieczność ograniczania urządzeń umożliwiających uzyskanie optymalnej temperatury dla użytkownika/użytkowników oraz nie dość dobrze rozwiniętej infrastruktury przeznaczonej do ładowania samochodów elektrycznych. W związku z tym, iż w głównej mierze oczekuje się wysokiej jakości, jak również funkcjonalności, pojazdy elektryczne mogą poprzez swoje ograniczenia technologiczne wolniej się upowszechniać. Mniejsza popularyzacja pojazdów z napędem elektrycznym może wpłynąć na powolniejszą minimalizację negatywnego oddziaływania transportu na miasta, ośrodki zurbanizowane, w tym mieszkańców oraz środowisko naturalne. Pomimo występowania niekorzystnego wpływu, wyniki analizy badań w wymiarze ekologicznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do umiarkowanego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celów 11 oraz 13, które zostały ustalone i przyjęte w Agendzie 2030. Wymiar technologiczny przyjął wartość 0,5. Można więc przyjąć, że wpływ wymiaru ekologicznego jest umiarkowany oraz może stanowić w przyszłości istotny element na drodze realizacji Zrównoważonego rozwoju pod warunkiem usprawnienia tej technologii.

WYMIAR SPOŁECZNY

Technologia elektryczna tj. pojazd z napędem elektrycznym BMW i3 oraz Nissan e-NV200 w wymiarze społecznym zostanie oceniony i przeanalizowany pod względem zrównoważenia oraz wypełnienia Celu 12. Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja w następującym zakresie tematycznym:

- wyposażenie, jakość, obsługa samochodu elektrycznego,
- elektromobilność – gospodarka Polski i UE,
- bezpieczeństwo,
- informacje o pojazdach elektrycznych,
- zestawienie pojazdu elektrycznego z spalinowym,
- istotność wybranych aspektów przy wyborze samochodu elektrycznego.

Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń prezentuje *Tabela 4.23*.

Tabela 4.23. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru społecznego

Wskaźnik	W	OW
Wypożyczenie, jakość, obsługa samochodu elektrycznego		
Dodatkowe wyposażenie samochodów elektrycznych nie odbiega od modeli tradycyjnych	1	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar. Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Dodatkowe wyposażenie samochodów elektrycznych ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 1, co oznacza, że jest to szczególnie korzystny wkład w dany wymiar.		
Jakość pojazdów elektrycznych w porównaniu z pojazdem spalinowym	0,81	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Jakość pojazdów elektrycznych ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,81, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Dostępne dodatkowe wyposażenie przy zakupie samochodu elektrycznego jest mniejsze niż w przypadku samochodu spalinowego	0,56	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Dostępne dodatkowe wyposażenie ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,56, co oznacza korzystny wkład w dany wymiar.		
Stopień skomplikowania/trudności obsługi samochodu elektrycznego	1	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Stopień skomplikowania/trudności ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 1, co oznacza, że jest to szczególnie korzystny wkład w dany wymiar.		
Elektromobilność – gospodarka Polski i UE		
Korzystanie z samochodów elektrycznych wpływa realnie na minimalizację zależności państw członkowskich UE od paliw tradycyjnych	0,72	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Korzystanie z samochodów elektrycznych ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,72, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Zwiększenie zainteresowania przez społeczeństwo pojazdami elektrycznymi wpłynie na szybszy rozwój innowacyjnych sektorów gospodarki	0,91	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Zwiększenie zainteresowania ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,91, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Rozwój elektromobilności w kraju wpłynie na pozytywne postrzeganie Polski przez inne kraje	0,91	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Rozwój elektromobilności w kraju ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,91, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Bezpieczeństwo		
Ocena stopnia bezpieczeństwa samochodu elektrycznego podczas kolizji (np. strefa zgniotu, samozapłon itp.) w zestawieniu z pojazdem spalinowym	0,56	K

Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Ocena stopnia bezpieczeństwa ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,56, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Ocena stopnia wystąpienia samozapłonu samochodu elektrycznego w zestawieniu z pojazdem spalinowym	0,59	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Ocena stopnia samozapłonu ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,59, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Możliwość porażenia prądem podczas użytkowania samochodu elektrycznego	0,81	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Możliwość porażenia prądem ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,81, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Ocena stopnia bezpieczeństwa samochodu elektryczne - środka transportu pod względem technicznym	0,91	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Możliwość porażenia prądem ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,91, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Informacje o pojazdach elektrycznych		
Ocena poziomu ogólnie dostępnych informacji na temat elektromobilności	0,56	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Ocena poziomu ogólnie dostępnych informacji ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,56, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Ocena poziomu dostępnych informacji odnośnie samochodów elektrycznych oraz infrastruktury	0,28	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Niepożądana wartość wskaźnika – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Ocena poziomu dostępnych informacji odnośnie samochodów elektrycznych oraz infrastruktury</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość niepożądaną 0,28, co oznacza, że jest to niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Ocena obszerności ogólnie dostępnych informacji w Polsce na temat pojazdów elektrycznych i infrastruktury	0,19	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Niepożądana wartość wskaźnika – wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Ocena obszerności ogólnie dostępnych informacji w Polsce...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość niepożądaną 0,19, co oznacza, że jest to niekorzystny wkład w dany wymiar.		
Istniejąca możliwość/szansa przed zakupem samochodu elektrycznego, przetestowania bądź zapoznania się z pojazdem	0,5	U
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Średnie wartości jednego wskaźnika - wkład umiarkowany na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Istniejąca możliwość/szansa ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość średnią 0,5, co oznacza umiarkowany wkład w dany wymiar.		
Obawy przed użytkowaniem pojazdu elektrycznego	0,5	U
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar		

Średnie wartości jednego wskaźnika - wkład umiarkowany na dany wymiar		
Wniosek Wskaźnik <i>Obawy przed użytkowaniem pojazdu elektrycznego</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość średnią 0,5 co oznacza, że jest to umiarkowany wkład w dany wymiar.		
Zestawienie pojazdu elektrycznego z spalinowym		
Ocena stopnia trudności obsługi pojazdu elektrycznego w zestawieniu z odpowiednikiem spalinowym	0,5	U
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Średnie wartości jednego wskaźnika - wkład umiarkowany na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Ocena stopnia trudności obsługi pojazdu elektrycznego ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość średnią 0,5, co oznacza, że jest to umiarkowany wkład w dany wymiar.		
Porównanie samochodów elektrycznego ze spalinowym w aspektach ekonomicznych, eksploatacyjnych oraz bezpieczeństwa.	0,5	U
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Średnie wartości jednego wskaźnika - wkład umiarkowany na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Porównanie samochodu elektrycznego ze spalinowym ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość średnią 0,5, co oznacza, że jest to umiarkowany wkład w dany wymiar.		
Ocena komfortu jazdy w samochodzie elektrycznym w porównaniu ze spalinowym samochodem	0,56	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Ocena komfortu jazdy w samochodzie elektrycznym ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,56, co oznacza korzystny wkład w dany wymiar.		
Następny potencjalnie zakupiony pojazd - samochód elektryczny	0,63	K
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar Pożądana wartość wskaźnika – wkład korzystny na dany wymiar.		
Wniosek Wskaźnik <i>Ocena komfortu jazdy w samochodzie elektrycznym ...</i> , w tym zakresie badań przyjął wartość pożądaną 0,63, co oznacza, że jest to korzystny wkład w dany wymiar.		
Istotność wybranych aspektów przy wyborze samochodu elektrycznego		
Najistotniejsze aspekty przy wyborze/zakupie samochodu elektrycznego:		
• Cena samochodu,	1	K
• Aspekty ekologiczne (np. pojazd wyprodukowany ekologicznie),	0,72	K
• Dyrektywy, ustawy,	0,19	N
• Przywileje np. darmowe parkingi itp.,	0,81	K
• Walory jezdne (np. przyspieszenie, moc silnika),	1	K
• Najnowocześniejsze multimedia (np. Car-Net, łączność ze smartfonem itp.),	0,38	N
• Systemy wspomagające (np. asystent pasa, system automatycznego parkowania),	0,63	K
• Wygląd zewnętrzny i wewnętrzny pojazdu,	0,28	N
• Serwis,	1	K
• Zasięg pojazdu na jednym ładowaniu,	1	K
• Zużycie energii przez samochód (kWh/100 km),	1	K
• Dostępna infrastruktura ładowania,	1	K
• Inne nie wymienione.	0,41	N
Ocena wkładu wskaźnika/wskaźników na dany wymiar: → Pożądane wartości w dziewięciu wskaźnikach - wkład korzystny na dany wymiar, → Niepożądane wartości w czterech wskaźnikach - wkład niekorzystny na dany wymiar.		
Wniosek W zakresie badań <i>Najistotniejsze aspekty przy wyborze/zakupie samochodu elektrycznego</i> , dziewięć z trzynastu wskaźników przyjęły wartości pożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 1; 0,72; 0,81; 1; 0,63; 1; 1; 1; 1), natomiast cztery z trzynastu wskaźników przyjęły wartości niepożądane (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,19; 0,38; 0,28; 0,41). Najwyższą wartość pożądaną 1 przyjęło sześć wskaźników <i>Cena samochodu</i> ,		

Walory jezdne (np. przyspieszenie, moc silnika), Serwis, Zasięg pojazdu na jednym ładowaniu, Zużycie energii przez samochód (kWh/100 km), Dostępna infrastruktura ładowania. Natomiast najniższą wartość niepożądaną 0,19 przyjął wskaźnik Dyrektywy, ustawy. Nie wszystkie wskaźniki osiągnęły pożądane wartości, co oznacza niepełny korzystny wkład w dany wymiar.

Średnia	0,67
----------------	-------------

Źródło: Badania własne

Wnioski

Spośród 33 wskaźników w wymiarze społecznym: 23 przyjęło pożądane wartości o wkładzie korzystny na dany wymiar, 4 przyjęły średnie wartości o wkładzie umiarkowany na dany wymiar, natomiast 4 przyjęło niepożądane wartości z wkładem niekorzystnym na dany wymiar. Natomiast w wymiarze społecznym w poszczególnych zakresach tematycznych:

- *wyposażenie, jakość, obsługa samochodu elektrycznego* - 4 z 4 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar społecznym,
- *elektromobilność – gospodarka Polski i UE* - 3 z 3 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar społeczny,
- *bezpieczeństwo* - 4 z 4 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar społeczny,
- *informacje o pojazdach elektrycznych* - 1 z 5 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar społeczny, 2 z 5 wskaźników posiada umiarkowany wkład na wymiar społeczny, natomiast 2 z 5 wskaźników posiada niekorzystny wkład na wymiar społeczny,
- *zestawienie pojazdu elektrycznego ze spalinowym* - 2 z 4 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar społeczny oraz 2 z 4 wskaźników posiada umiarkowany wkład na wymiar społeczny,
- *istotność wybranych aspektów przy wyborze samochodu elektrycznego* - 9 z 13 wskaźników posiada korzystny wkład na wymiar społeczny, natomiast 3 z 13 wskaźników posiada niekorzystny wkład na wymiar społeczny.

Na podstawie uzyskanych danych można przyjąć, że w wymiarze społecznym, zakres tematyczny *elektromobilność – gospodarka Polski i UE*, cechuje się największym wkładem korzystnym na ten wymiar, natomiast najmniejszy wkład korzystny niosą za sobą *informacje o pojazdach elektrycznych*.

Wypełnienie wybranych Celów Zrównoważonego Rozwoju

Wyniki analizy badań w wymiarze ekologicznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do istotnego oraz zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celu

12 m.in. poprzez zmianę wzorców konsumpcji, jak również zaspokojenie potrzeb oraz wysokiej jakości życia za pomocą ekologicznej innowacji. Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze społecznym, które wymagają podjęcia działań korygujących.

Podsumowanie wymiaru społecznego

Wymiar społeczny jest istotnym aspektem wpływającym na zrównoważony rozwój oraz elektromobilności w Polsce, gdyż zwiększenie zainteresowania przez społeczeństwo pojazdami elektrycznymi może przełożyć się pozytywnie na wiele płaszczyzn m.in. rozwój innowacyjnych sektorów gospodarki, minimalizację zależności od paliw tradycyjnych, redukcję zanieczyszczeń itd. Akceptacja społeczna jest ważna, iż w przypadku jej braku może zostać odrzucona ekologiczna innowacja. Dlatego istotne jest zaspokojenie zasadniczych potrzeb oraz oczekiwań zbiorowości. Wyniki badań w wymiarze społecznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że m.in. zwiększenie zainteresowania przez społeczeństwo pojazdami elektrycznymi może przełożyć się pozytywnie na większy rozwój innowacyjnych sektorów gospodarki, minimalizację zależności od paliw tradycyjnych oraz lepsze spostrzeganie Polski na arenie międzynarodowej. Ponadto pojazdy z napędem elektrycznym cechują się przyzwoitą jakością i bezpieczeństwem, nie odbiegają pod względem wyposażenia, obsługi od pojazdów spalinowych. Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na wymiar technologiczny, które wymagają podjęcia działań korygujących. Obszary te uwypuklają kluczowe słabości i są to m.in. niedostateczne informacje o pojazdach elektrycznych oraz infrastrukturze. Należy również zwrócić uwagę, iż najważniejsze przy zakupie samochodu elektrycznego są m.in. cena i zasięg samochodu elektrycznego oraz dostęp do infrastruktury ładowania. Pojazdy z napędem elektrycznym są droższe niż odpowiedniki spalinowe o krótszym zasięgu oraz uboższej infrastrukturze ładowania. Różnice te mogą rzutować na wolniejszą popularyzację tego środka transportu oraz zmianę wzorców konsumpcji. Pomimo występowania niekorzystnego wpływu wyniki analizy badań w wymiarze społecznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i Celu 12, co zostało przyjęte w Agendzie 2030. Wymiar społeczny przyjął pożądaną wartość 0,67, można przyjąć, iż wpływ wymiaru społecznego jest korzystny oraz może stanowić istotny element na drodze realizacji Zrównoważonego rozwoju.

4.2.3 Wyniki przeprowadzonych badań – wpływ technologii elektrycznej na poszczególne wymiary oraz realizację zrównoważonego rozwoju.

W celu identyfikacji wpływu/uwarunkowań przygotowanych wskaźników w wymiarze: ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym oraz społecznym do określenia stopnia zrównoważonego rozwoju dokonano obliczeń wraz z identyfikacją aspektów zmiennych wkładu poszczególnych wymiarów takich, jak: wymiar ekologiczny – WE, wymiar ekonomiczny – WEK, wymiar prawny – WP, wymiar technologiczny – WT, wymiar społeczny – WS zastosowano zbiór 112 wskaźników, które przedstawia *Tabela 4.24*, w myśl zasady subiektywnej oraz arbitralnej decyzji badacza⁵³⁸.

Tabela 4.24. Charakterystyki opisowe analizowanych wyników podskal (wartości)

Wyszczególnienie	Wymiary				
	WE	WEK	WP	WT	WS
Minimum	0,37	0,5	0,48	0,36	0,55
Maksimum	0,85	0,86	0,85	0,69	0,80
Kwartył pierwszy	0,58	0,58	0,50	0,42	0,64
Mediana	0,63	0,7	0,75	0,46	0,65
Kwartył trzeci	0,70	0,83	0,77	0,58	0,74
Średnia arytmetyczna	0,63	0,69	0,68	0,50	0,67
Odchylenie standardowe	0,15	0,12	0,15	0,10	0,09
Współczynnik zmienności odchylenia standardowego	24,9%	18,3%	22,6%	21,0%	13,3%

Źródło: Opracowanie własne

Dla celów analizy badań przyjęto, że wartość współczynnika zmienności wyrażona jest w procentach według interpretowanej wielkości współczynnika:

- < 20% - różnicowanie słabe,
- (20 – 40%) - różnicowanie umiarkowane,
- (40 – 60%) - różnicowanie silne,
- > 60% i więcej - różnicowanie bardzo silne.

⁵³⁸ Łogwiniuk K. Zastosowanie metod taksonomicznych w analizie porównawczej dostępu do infrastruktury ICT przez młodzież szkolną w Polsce, „Economy and Management” nr 1., 2011.

Wnioski końcowe

Z badań wynika, że minimalna przeciętna wartość wskaźnika 0,36 znajduje się w wymiarze technologicznym, natomiast maksymalna przeciętna wartość wskaźnika 0,86 w wymiarze ekonomicznym. Uzyskane wartości średnich arytmetycznych przedstawione są według klasyfikacji od najwyższej do najniższej wartości w poszczególnych wymiarach:

- 0,69 – wymiar ekonomiczny,
- 0,68 – wymiar prawny,
- 0,67 – wymiar społeczny,
- 0,63 – wymiar ekologiczny,
- 0,50 – wymiar technologiczny.

Według powyższego, największym korzystnym wpływem na zrównoważony rozwój spośród pięciu wymiarów cechuje się wymiar ekonomiczny z wartością 0,69, natomiast najmniejszy korzystny wpływ z wartością 0,63 ma wymiar ekologiczny. Najniższą - 0,50, a zarazem zgrupowaną, jako średnia wartość o wpływie umiarkowanym cechuje się wymiar technologiczny.

Natomiast wartości odchyłeń standardowych przedstawione są według klasyfikacji od najwyższej do najniższej wartości w poszczególnych wymiarach:

- 0,15 – wymiar ekologiczny,
- 0,15 – wymiar prawny,
- 0,12 – wymiar ekonomiczny,
- 0,10 – wymiar technologiczny,
- 0,09 – wymiar społeczny.

Wartości odchylenia standardowego wyników powyższych wymiarów posiadają nieduże zróżnicowanie. Największą wartością odchylenia od średniej 0,15 charakteryzują się dwa wymiary: ekologiczny oraz prawny. Najmniejszą wartością odchylenia standardowego 0,09 cechuje się wymiar społeczny, co świadczy o wartości bardziej skupionej wokół średniej niż inne wymiary.

W celu dokładniejszego zobrazowania rozproszenia wartości między wymiarami zastosowano współczynnik zmienności. Wartości współczynnika zmienności odchylenia standardowego przedstawione są według klasyfikacji od najwyższej do najniższej wartości w poszczególnych wymiarach:

- 24,9% – wymiar ekologiczny,

- 22,6% – wymiar prawny,
- 21% – wymiar technologiczny,
- 18,3% – wymiar ekonomiczny,
- 13,3% – wymiar społeczny.

Zastosowanie współczynnika zmienności uwidoczniła różnicę rozproszenia wartości między wymiarami, przy czym wysoka wartość współczynnika świadczy o dużym zróżnicowaniu cechy, oznacza o niejednorodności analizowanego wymiaru, natomiast niska wartość oznacza małą zmienność cechy oraz jednorodność analizowanego wymiaru. W następujących wymiarach zróżnicowanie wynosi: ekologiczny 24,9%, prawny 22,6%, technologiczny 21%, wartości świadczą o zróżnicowaniu umiarkowanym. W dwóch pozostałych wymiarach ekonomicznym 18,3% oraz społecznym 13,3% występuje zróżnicowanie słabe. Największy rozrzut jest w wymiarze ekologicznym a najmniejszy w wymiarze społecznym.

W celu określenia stopnia zrównoważonego rozwoju wszystkich wybranych wymiarów na poziomie regionalnym istnieje potrzeba uprzystępnienia współczynnika zrównoważonego rozwoju do jednej liczby m.in. do oceny całościowej wpływu wszystkich wymiarów na zrównoważony rozwój. W tym celu zastosowano średnią łączną z wszystkich wymiarów objętych badaniem według poniższej formuły

$$\bar{x} = \frac{0,63 \cdot 16 + 0,69 \cdot 16 + 0,68 \cdot 16 + 0,50 \cdot 16 + 0,67 \cdot 16}{16 + 16 + 16 + 16 + 16} = 0,64.$$

Średnia łączna z wymiaru: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego oraz społecznego **wynosi 0,64.**

Wypełnienie wybranych Celów Zrównoważonego Rozwoju

Wyniki 0,64 ze średniej łącznej z wymiaru: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego oraz społecznego prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że **ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do istotnego oraz zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju oraz wybranych Celów: 11; 13; 8; 12; 16; 12; natomiast w stopniu umiarkowanym Cele: 7 i 9.** Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze: ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym oraz społecznym, które wymagają podjęcia działań korygujących.

Podsumowanie wymiaru ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego i społecznego

W celu określenia stopnia zrównoważonego rozwoju ekologicznej innowacji (pojazdu z napędem elektrycznym) w wybranych obszarach w wymiarze: ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym oraz społecznym na poziomie regionalnym zastosowano metodę jakościową umożliwiającą analizę poziomu wpływu poszczególnych wskaźników na dane wymiary oraz zrównoważony rozwój. Uzyskana wartość 0,64 ze średniej łącznej prowadzi do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do korzystnego oraz zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju oraz wytypowanych Celów na potrzeby badania, które zostały ustalone i przyjęte w Agendzie 2030. Najistotniejszym wpływem na zrównoważony rozwój odznacza się wymiar ekonomiczny, prawny oraz społeczny, natomiast wymiar ekologiczny przyjął wartość o najmniejszy korzystnym wpływie. Należy zwrócić uwagę na wymiar technologiczny, gdyż przyjął wartość średnią, co oznacza umiarkowany wpływ wymiaru na zrównoważony rozwój. W celu lepszego zobrazowania najistotniejszych obszarów pod względem korzystnego oraz niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój wyłoniono i pogrupowano według wymiarów najistotniejsze obszary o wpływie korzystnym i niekorzystnym na zrównoważony rozwój co przedstawia *Tabela 4.25*

Tabela 4.25. Najistotniejsze obszary wpływające korzystnie bądź nie na aspekt zrównoważonego rozwoju

Wymiar	Wpływ obszaru na zrównoważony rozwój	
	Korzystny	Niekorzystny
Ekologiczny	Redukcja emisji szkodliwych substancji (np. dwutlenek węgla), poziomu hałasu, zanieczyszczeń oraz ograniczenie eksploatacji dóbr naturalnych (np. recykling zastosowanie materiałów-odzysk) i energii (np. rekuperacja).	Oddziaływanie niekorzystne na środowisko naturalne na etapie produkcji i recyklingu pojazdu elektrycznego, utylizacji oraz przetwarzania akumulatorów. Zasadnicze źródło wykorzystywane do ładowania pojazdu elektrycznego to „brudna” energia.
Ekonomiczny	Niższe bieżące koszty eksploatacyjne związane z rzadszą wymianą części/płynów itp. oraz mniejszą ilością podzespołów w porównaniu z pojazdem spalinowym. Pozytywny wpływ na wzrost i rozwój gospodarczy.	Wysoki koszt naprawy akumulatora trakcyjnego.
Prawny	Ulgi i przywileje dla użytkowników pojazdów elektrycznych. Normy, dyrektywy chroniące społeczeństwo oraz środowisko naturalne.	Brak korzystnych przepisów odnośnie dotacji i wielkości do zakupu pojazdu elektrycznego
Technologiczny	Wysoka jakość, niska awaryjność, łatwość obsługi i ładowania	Długi czas ładowania, konieczność ograniczania urządzeń umożliwiających uzyskanie optymalnej temperatury dla użytkownika/użytkowników oraz słabo

		rozwinięta infrastruktura przeznaczona do ładowani samochodów elektrycznych.
Społeczny	Przyczyniają się do rozwoju innowacyjnych sektorów gospodarki, minimalizację zależności od paliw tradycyjnych oraz lepszego spostrzegania Polski na arenie międzynarodowej. Cechują się przyzwoitą jakością i bezpieczeństwem, wyposażeniem oraz łatwą obsługą	Niedostateczne informacje o pojazdach elektrycznych oraz infrastrukturze. Pojazdy z napędem elektrycznym są droższe niż odpowiedniki spalinowe o krótszym zasięgu oraz uboższej infrastrukturze ładowania.

Źródło: Opracowanie własne

Pojazdy elektryczne wykorzystywane głównie w miastach oraz obszarach zurbanizowanych mogą przyczynić się do znacznego ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko m.in. poprzez: redukcję emisji szkodliwych substancji, poziomu hałasu, zanieczyszczeń oraz ograniczeniem eksploatacji dóbr naturalnych i energii. Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze ekologicznym, które wymagają podjęcia działań korygujących i są to m.in.: redukcja niekorzystnego wpływu zachodząca na etapie produkcji, recyklingu pojazdu elektrycznego, utylizacji i przetwarzania akumulatorów, jak również zwiększenie odsetku wykorzystania „zielonej energii” oraz redukcji poziomu wykorzystywanej „brudnej” energii do ładowania pojazdu elektrycznego. Pojazdy z napędem elektrycznym cechują się niższymi kosztami eksploatacyjnymi w zestawieniu z samochodem spalinowym. Niższe bieżące koszty eksploatacyjne związane z rzadszą wymianą części/płynów itp. oraz mniejszą ilością podzespołów w porównaniu z pojazdem spalinowym, oprócz korzyści ekonomicznych, mogą przyczynić się do znacznego ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko m.in. poprzez: zwiększenie wydajności wykorzystania zasobów, redukcję emisji szkodliwych substancji, ograniczenie eksploatacji dóbr naturalnych i energii. Elektromobilność przyczynia się również do wzrostu i rozwoju gospodarczego. Niemniej jednak istnieje obszar niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze ekonomicznym, który wymaga podjęcia działań korygujących i jest to zwiększenie wydajności akumulatora trakcyjnego w pojeździe z napędem elektrycznym. W wymiarze prawnym potwierdza się przypuszczenia, że większe wsparcie przez rząd w postaci ulg oraz dopłat do pojazdów elektrycznych wpłynie korzystnie na zakup przez społeczeństwo większej ilości tych pojazdów. Działania te w konsekwencji przełożą się na zmniejszenie negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne poprzez zastąpienie nieekologicznych środków transportu, rozwiązaniami bardziej przyjaznymi środowisku. Widoczna jest również istotność wprowadzonych ulg i przywilejów dla użytkowników pojazdów elektrycznych. Należy podkreślić, iż wszelkie normy, dyrektywy wprowadzane

m.in. przez Unie Europejską są strażnikiem środowiska naturalnego. Niemniej jednak istnieje obszar szczególnie niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze prawnym, który wymaga podjęcia działań korygujących i jest to dofinansowanie do zakupu pojazdu elektrycznego oraz jego wielkość. Należy podkreślić, iż cena nowego pojazdu elektrycznego jest wysoka. Brak określonego wsparcia m.in. poprzez dofinansowanie do ceny zakupu nowego samochodu może wpłynąć negatywnie na upowszechnienie tego środka transportu, co w konsekwencji może rzutować na powolniejsze niwelowanie negatywnego oddziaływania na środowisko przez tradycyjny transport. Zazwyczaj innowacje umożliwiają rozwój przedsiębiorstw, jak również wpływają korzystnie na środowisko naturalne, w wyniku powstrzymania negatywnego wpływu wytwórczości na jego części bądź usprawniają wykorzystanie bogactw naturalnych. W celu uzyskania przewagi konkurencyjnej poprzez usprawnienie procesu technologicznego lub produktu oczekiwane są pozytywne zmiany m.in. w: aspektach lepszej jakości, niższych kosztów produkcji bądź użytkowania, większej wydajności i efektywności oraz innych zalet. Pojazdy z napędem elektrycznym cechują się przyzwoitą jakością, która jest widoczna w aspekcie awarii oraz łatwości obsługi i ich ładowania. Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze technologicznym, które wymagają podjęcia działań korygujących. Obszary te uwypuklają kluczowe słabości tej technologii poprzez stosunkowo długi czas ładowania, konieczność ograniczania urządzeń umożliwiających uzyskanie optymalnej temperatury dla użytkownika/użytkowników oraz nie dość dobrze rozwiniętej infrastrukturą przeznaczoną do ładowania samochodów elektrycznych. W związku z tym, iż w głównej mierze oczekuje się oprócz wysokiej jakości również funkcjonalność, czego pojazdy elektryczne mogą poprzez swoje ograniczenia technologiczne wolniej się upowszechniać. Zważywszy na to zwiększenie zainteresowania przez społeczeństwo pojazdami elektrycznymi może przełożyć się pozytywnie na większy rozwój innowacyjnych sektorów gospodarki, minimalizację zależności od paliw tradycyjnych oraz lepsze spostrzeganie Polski na arenie międzynarodowej. Ponadto pojazdy z napędem elektrycznym cechują się przyzwoitą jakością i bezpieczeństwem, nie odbiegają pod względem wyposażenia, obsługi od pojazdów spalinowych. Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na wymiar technologicznym, które wymagają podjęcia działań korygujących. Obszary te uwypuklają kluczowe słabości i są to m.in. niedostateczne informacje o pojazdach elektrycznych oraz infrastrukturze. Należy również zwrócić uwagę, iż najważniejsze przy zakupie samochodu elektrycznego są m.in. cena i zasięg samochodu elektrycznego oraz dostęp do infrastruktury ładowania. Pojazdy z napędem elektrycznym są droższe niż odpowiedniki spalinowe o krótszym zasięgu oraz uboższej infrastrukturze

ładowania. Różnice te mogą rzutować na wolniejszą popularyzację tego środka transportu oraz zmianę wzorców konsumpcji. Poziom zrównoważonego rozwoju ekologicznej innowacji (pojazdu z napędem elektrycznym) w wybranych obszarach w wymiarze: ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym oraz społecznym na poziomie regionalnym jest istotny.

4.2.4 Analiza kontekstowa wybranych wymiarów

W celu nakreślenia czynników wpływających na wymiar ekonomiczny o najkorzystniejszym wpływie na zrównoważony rozwój oraz wymiar technologiczny o umiarkowanym wpływie na zrównoważony rozwój, zastosowano analizę kontekstową. Dla pytań zamkniętych zastosowano procedurę oceniania, gdzie wskaźniki przyjmują wartość od 0 do 1. Złożono, że od 0,56 do 1 to wartość korzystna (wskaźniki bliskie 1 uważa się za wskazane z punktu widzenia przeprowadzanych badań), od 0,5 do 0,55 wartość średnia (oznacza umiarkowany wkład w dany wymiar) oraz od 0,49 do 0 wartość niekorzystna (oznacza to mniejszy wkład w dany wymiar), wskaźniki bliskie 0 uważa się za nieistotne z punktu widzenia przeprowadzonych badań). Natomiast pytania otwarte zostały uporządkowane poprzez pogrupowanie odpowiedzi w celu przeprowadzenia analizy kontekstowej. Wartości poszczególnych pozycji oraz odpowiedzi prezentuje *Tabela 4.26*.

Tabela 4.26. Wartości poszczególnych pozycji i odpowiedzi w wymiarach technologicznym oraz ekonomicznym

Wymiar technologiczny	W
Miejsce i częstotliwość ładowania samochodu elektrycznego:	
• Dom,	0,31
• Praca,	0,93
• Ładowarki publiczne/firmowe (parkingi, galerie i in.).	0,36
Wniosek Spośród trzech pozycji jedna uzyskała wartość istotną 0,93 <i>Praca</i> wskazuje to, że najczęściej ankietowani ładują pojazd elektryczny w pracy. Dwie z trzech pozycji uzyskały mało istotne wartości i są to: <i>Ładowarki publiczne/firmowe</i> 0,36 oraz <i>Dom</i> 0,31, co wskazuje, że rzadko ankietowani ładują pojazd elektryczny w miejscach publicznych i domu.	
Wykorzystywana forma ładowania pojazdu elektrycznego w domu lub w pracy:	
• Ładowanie z gniazdka,	0,4
• Ładowanie z Wallbox,	0,93
• Inna forma ładowania (np. typ ładowarki, ładowanie bezprzewodowe itp.).	0,28
Wniosek Spośród trzech pozycji jedna uzyskała wartość istotną 0,93 <i>Praca</i> , wskazuje to, że najczęściej ankietowani wykorzystują do ładowania pojazdu elektrycznego <i>stację ładowania Wallbox</i> . Dwie z trzech pozycji uzyskały mało istotne wartości i są to <i>Ładowanie z gniazdka</i> 0,4 oraz <i>Inna forma ładowania</i> 0,28. Wskazuje to, że rzadko ankietowani ładują pojazdy elektryczne, wykorzystując te formy ładowania.	
Najczęściej wykorzystywana forma ładowania oraz rodzaj stacji ładowania poza miejscem zamieszkania/pracą:	

• Ładowanie z gniazdka 2,4 kW	0,48
• Ładowanie AC 3-22Kw	0,58
• Ładowanie DC 20-25 Kw	0,48
• Ładowanie „szybkie” 50 kW	0,24
• Ładowanie „dużej mocy” 150 do 350 kW+	0,2
Wniosek Spośród pięciu pozycji jedna uzyskała wartość istotną 0,58 Ładowanie AC 3-22kW, wskazuje to, że najczęściej ankietowani wykorzystują do ładowania pojazdu elektrycznego Ładowanie AC 3-22kW. Cztery z pięciu pozycji uzyskały mało istotne wartości (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,48; 0,48; 0,24; 0,2), wskazuje to, że rzadko ankietowani wykorzystują do ładowania pojazdu elektrycznego: Ładowanie z gniazdka 2,4 kW, Ładowanie DC 20-25 kW, Ładowanie „szybkie” 50 kW, Ładowanie „dużej mocy” 150 do 350 kW+.	
Określenie częstotliwości ładowania w podziale godzin:	
• 6:00-13:00,	0,56
• 13:00-15:00,	0,36
• 15:00-22:00,	0,56
• 22:00-6:00.	0,51
Wniosek Spośród czterech pozycji dwie uzyskały wartość istotną (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,56; 0,56;), oznacza to, że najczęściej ankietowani ładują pojazd w przedziałach godzin 6:00-13:00 oraz 15:00-22:00. Wartość średnią 0,51 przyjęła jedna pozycja 22:00-6:00, wskazuje to, że ankietowani z umiarkowaną częstotliwością ładują pojazdy w tym przedziale godzin. Natomiast jedna z czterech pozycji przyjęła mało istotną wartość 0,36 wskazuje to, że ankietowani rzadko ładują pojazd elektryczny w przedziale godzin 13:00-15:00.	
Średni czas ładowania samochodu elektrycznego	
• poniżej 15 min,	0
• 15-30 min,	0
• 30 -45 min,	0
• 45 -60 min,	0
• poniżej 2 h,	0
• 2 - 4 h,	0,75
• 4 - 6 h,	0,7
• 6 -8 h,	0,65
• 8 -10 h,	0
• powyżej 10 h.	0
Wniosek Spośród dziesięciu pozycji trzy uzyskały wartości istotne (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,75; 0,7; 0,65), wskazuje to, że najczęściej ankietowani ładują średnio pojazd od 2 do 4 h. Dwie pozostałe pozycje przyjęły wartości istotne oraz zbliżone do najwyższej wartości, co wskazuje, że ankietowani dość często ładują pojazd od 4 do 6 h oraz od 6 do 8 h. Siedem z dziesięciu pozycji uzyskały nieistotne wartości (średnia z poszczególnych wskazań to 0), wskazuje to, że ankietowani nie ładują pojazdu krócej niż 2 h oraz dłużej niż 8 h.	
Pożądany czas ładowania samochodu elektrycznego do 100% baterii	
• Poniżej 1 min,	0
• 1 – 5 min,	0
• 5 -15 min,	0,8
• 30 min,	0,7
• 40 min.,	0,6
• 1 godzina,	0,5
• 1-2h.	0,4
Wniosek Spośród siedmiu pozycji trzy uzyskały wartości istotne (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,8; 0,7; 0,6), wskazuje to, że według ankietowanych optymalny czas ładowania akumulatora do 100% powinien wynosić od 5 do 15 minut. Natomiast jedna z siedmiu pozycji przyjęła średnią wartość 0,5 z czasem 1 godziny. Jena z siedmiu pozycji przyjęła mało istotną wartość 0,4 wskazuje to, że dla ankietowanych	

jest to mało pożądanym czasem ładowania akumulatora do 100%. Dwie z siedmiu pozycji uzyskały nieistotne wartości (średnia z poszczególnych wskazań to 0).	
Określenie miejsca/miejsc oraz częstotliwość korzystania przez z samochodu elektrycznego:	
• Miasto,	0,6
• Wieś - tereny wiejskie,	0,63
• Autostrady/drogi szybkiego ruchu,	0,36
• Tereny leśne, plener.	0,38
Wniosek Spośród czterech pozycji dwie uzyskały wartości istotne (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,6; 0,63), wskazuje to, że najczęściej ankietowani wykorzystują pojazd elektryczny na terenach wiejskich. Jedna pozostała pozycja, która również przyjęła wartość istotną jest bardzo zbliżona do najwyższej wartości, co wskazuje, że ankietowani równie dość często wykorzystują pojazd elektryczny w mieście. Dwie z czterech pozycji uzyskały mało istotne wartości (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,36; 0,38), wskazuje to, że ankietowani rzadko wykorzystują pojazd elektryczny na autostradach/drogach szybkiego ruchu oraz terenach leśnych.	
Ocena infrastruktury, wytyczne odnośnie niezbędnych modernizacji/usprawnień	
Wniosek • mała liczba punktów ładowania, • problemy z kompatybilnością wtyczek przeznaczonych do ładowania, • nie dość dobre oznaczenie wskazujące najbliższe stacje ładowania.	
Dodatkowa forma wykorzystania samochodu elektrycznego	
Wniosek • dostawcza	
Zalety technologiczne samochodu elektrycznego	
• sprawność, • prostota oraz kultura pracy, • rzadkie serwisowanie.	
Wady samochodu elektrycznego	
Wniosek • krótki zasięg, • długi czas ładowania, • słabo rozwinięta infrastruktura ładowania.	
Wymiar ekonomiczny	
Najistotniejsze zalety samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym	
Wniosek niskie koszty codziennej eksploatacji (np. tanie ładowanie domowe).	
Kluczowe wady samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym	
Wniosek • zbyt wysoka cena zakupu nowego pojazdu elektrycznego.	

Źródło: Badania własne

Podsumowanie

W wymiarze technologicznym z badań wynika, że najczęściej ankietowani ładują pojazd elektryczny w *pracy*, natomiast rzadko ładują w *miejscach publicznych i domu*. Wpływ na ten stan może mieć, iż ankietowani użytkują pojazdy firmowe. Ponadto w miejscu pracy utworzono punkty do ładowania pojazdów elektrycznych. W celu naładowania pojazdów elektrycznych najczęściej ankietowani wykorzystują do ładowania pojazdu elektrycznego *stację ładowania Wallbox*. Ładowanie z gniazdka (nie jest to efektywna forma ładowania) bądź

inna forma ładowania w pracy/domu nie jest często używana. Poza miejscem pracy/domu najczęściej ankietowani wykorzystują do ładowania pojazdu elektrycznego *Ładowanie AC 3-22kW*, mało istotnym zainteresowaniem cieszą się formy *ładowania z gniazdka 2,4 kW* oraz *ładowania DC 20-25 kW i inne*. Respondenci najczęściej ładują swoje pojazdy w przedziałach godzin 6:00-13:00 oraz 15:00-22:00. Natomiast w przedziale godzin 13:00-15:00 bardzo rzadko. Średni czas ładowania pojazd oscyluje *od 2 do 4 h*. Należy zwrócić uwagę, iż dość często pojazd ładowany jest *od 4 do 6 h* oraz *od 6 do 8 h*. Wskazuje to, że ankietowani nie ładują pojazdu krócej niż *2 h* oraz *dłużej niż 8 h*. Czas uzupełnienia energii w pojeździe elektrycznym w zestawieniu z pojazdem spalinowym jest dość długi. Zważywszy na ten aspekt zwrócono uwagę na pożądany czas ładowania pojazdu elektrycznego przez nich. Według ankietowanych optymalny czas ładowania akumulatora do 100% powinien wynosić *od 5 do 15 minut*. Istotnym aspektem pod względem oceny infrastruktury, która umożliwia uzupełnienie zasobnika energii w pojeździe może okazać się miejsce/miejsca najczęstszego korzystania z pojazdu elektrycznego. Najczęściej ankietowani wykorzystują pojazd elektryczny na terenach wiejskich oraz w mieście, natomiast rzadko wykorzystują pojazd elektryczny na autostradach/drogach szybkiego ruchu oraz terenach leśnych. Podczas użytkowania pojazdu w powyższych miejscach według ankietowanych największym utrudnieniem jest mała liczba punktów ładowania. Wskazywane są również problemy z kompatybilnością wtyczek przeznaczonych do ładowania pojazdów elektrycznych oraz nie dość dobre oznaczenia wskazujące najbliższe stacje ładowania. Ponadto ankietowani wykorzystują pojazd elektryczny głównie jako środek transportu, nieliczni wykorzystują pojazd w formie dostawczej. Wskazuje to, że pojazdy elektryczne nie są obecnie wykorzystywane jako mobilne magazyny energii zintegrowane z siecią według koncepcji Vehicle to Grid (V2G)⁵³⁹. Jest to technologia innowacyjna, która niewątpliwie umożliwi np. optymalny przepływ energii elektrycznej. Obecnie największymi zaletami pojazdów elektrycznych według ankietowanych jest sprawność, prostota, kultura pracy oraz rzadkie serwisowanie. Pojazdy elektryczne posiadają różne wady, wśród których ankietowani głównie wyszczególniają: krótki zasięg, długi czas ładowania oraz słabą infrastrukturę ładowania.

W wymiarze ekonomicznym z badań wynika, że według ankietowanych najistotniejszą zaletą samochodu elektrycznego pod względem ekonomicznym są niskie koszty codziennej eksploatacji (np. tanie ładowanie domowe) w porównaniu z samochodem z silnikiem

⁵³⁹ **Vehicle to Grid (V2G)** – „technologia umożliwiająca dwukierunkowy przepływ energii między pojazdem elektrycznym a siecią elektroenergetyczną”, Raport, Pojazdy elektryczne jako element sieci elektroenergetycznych, Pspa Warszawa 2018, s. 7.

tradycyjnym. Natomiast kluczowa wada samochodu elektrycznego pod względem ekonomicznym to zbyt wysoka cena zakupu nowego pojazdu elektrycznego w porównaniu z jego odpowiednikiem z napędem tradycyjnym.

Kluczowe czynniki mogące mieć korzystny wpływ na wymiar technologiczny:

- sprawność,
- prostota oraz kultura pracy,
- rzadkie serwisowanie.

Kluczowe czynniki mogące mieć niekorzystny wpływ na wymiar technologiczny:

- krótki zasięg,
- długi czas ładowania,
- słabo rozwinięta infrastruktura ładowania.

Kluczowy czynnik mogący mieć korzystny wpływ na wymiar ekonomiczny:

- niskie koszty codziennej eksploatacji (np. tanie ładowanie domowe).

Kluczowy czynnik mogący mieć niekorzystny wpływ na wymiar ekonomiczny:

- zbyt wysoka cena zakupu nowego pojazdu elektrycznego.

Wymienione czynniki w wymiarze technologicznym oraz ekonomicznym mogą mieć wpływ korzystny bądź niekorzystny na dane wymiary oraz wskazywać obszary, które wymagają korekty w celu umocnienia poszczególnych wymiarów oraz korzystniejszego wpływu na zrównoważony rozwój.

4.2.5 Analiza atrybutów ekologicznej innowacji wpływających na akceptację pojazdu z napędem elektrycznym

Nie wszystkie innowacje zostaną przyjęte od razu, niektóre z nich wymagają czasu, aby mogły zostać zaakceptowane, natomiast inne zostaną odrzucone. Za pomocą atrybutów innowacji, które rzutują na akceptację lub odrzucenie innowacji dokonano oceny pojazdów z napędem elektrycznym w pięciu atrybutach: względnej przewagi innowacji, przystawalności innowacji, kompleksowości innowacji, możliwości przetestowania innowacji oraz zauważalności innowacji. Do oceny zastosowano taką samą procedurę oceniania, co w przypadku wskaźników poszczególnych wymiarów oraz analizy kontekstowej wybranych wymiarów. Atrybuty pojazdu z napędem elektrycznym rzutujące na akceptację lub odrzucenie ekologicznej innowacji przedstawia *Tabela 4.27*.

Tabela 4.27. Atrybuty innowacji rzutujące na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym

Atrybuty innowacji	Obszar	Wartość
Względna przewaga innowacji	Emisja spalin	0,81
	Odzyskiwanie – rekuperacja energii	1
	Hałas emitowany przez samochód elektryczny w czasie użytkowania	0,8
	Odczuwalny hałas we wnętrzu pojazdu podczas jazdy przy prędkości 100 km/h	0,73
	Średnia	0,84 – A
	Wniosek Atrybut <i>Względna przewaga innowacji</i> przyjął wartość 0,84, wskazuje to na korzystny wpływ rzutujący na adopcje innowacji.	
Przystawalność innowacji	Pojazdy elektryczne wraz z infrastrukturą wpisują się w dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. odnośnie rozwoju infrastruktury oraz paliw alternatywnych	0,69
	Dyrektywa 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r., nałożona na państwa członkowskie wpływa/wpływie na szybsze upowszechnienie się samochodów elektrycznych	0,59
	Zwolnienie pojazdów elektrycznych np. z akcyzy, opłat oraz inne benefity, które są zawarte w ustawie o elektromobilności wpływa korzystnie na rozwój tego sektora w Polsce	0,91
	Konieczność udzielenia wsparcia przez Państwo w celu rozwoju elektromobilności	1
	Średnia	0,80 – A
	Wniosek Atrybut <i>Przystawalność innowacji</i> przyjął wartość 0,80, wskazuje to na korzystny wpływ rzutujący na adopcje innowacji.	
Kompleksowość innowacji	Ocena stopnia trudności obsługi pojazdu elektrycznego w zestawieniu z odpowiednikiem spalinowym	0,5
	Walory jezdne (np. przyspieszenie, moc silnika)	1
	Ocena komfortu jazdy w samochodzie elektrycznym w porównaniu z spalinowym samochodem	0,56
	Następny potencjalnie zakupiony pojazd – samochód elektryczny	0,63
	Średnia	0,67 – A
	Wniosek Atrybut <i>Kompleksowość innowacji</i> przyjął wartość 0,67, wskazuje to na korzystny wpływ rzutujący na adopcje innowacji.	
Możliwość przetestowania innowacji	Ocena poziomu ogólnie dostępnych informacji na temat elektromobilności	0,56
	Ocena poziomu dostępnych informacji odnośnie samochodów elektrycznych oraz infrastruktury ładowania	0,28
	Ocena obszerności ogólnie dostępnych informacji w Polsce na temat pojazdów elektrycznych i infrastruktury ładowania	0,19
	Istniejąca możliwość/szansa przetestowania bądź zapoznania się z pojazdem elektrycznym przed jego zakupem	0,5
	Średnia	0,38 – O
	Wniosek Atrybut <i>Możliwość przetestowania innowacji</i> przyjął wartość 0,38, wskazuje to na niekorzystny wpływ rzutujący na adopcje innowacji.	

Zauważalność innowacji	Koszty eksploatacyjne samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym	0,83
	Obaw przed użytkowaniem pojazdu elektrycznego	0,5
	Porównanie samochodów elektrycznego ze spalinowym w aspektach ekonomicznych, eksploatacyjnych oraz bezpieczeństwa	0,5
	Następny potencjalnie zakupiony pojazd – samochód elektryczny	0,63
	Średnia	0,62 – A
	Wniosek Atrybut <i>Zauważalność innowacji</i> przyjął wartość 0,62, wskazuje to na korzystny wpływ rzutujący na adopcję innowacji.	
	$\bar{x}$	0,66 – A

Źródło: Badania własne

akceptacja – A, odrzucenie – O.

Wnioski

Spośród pięciu atrybutów innowacji rzutujących na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym, cztery z pięciu atrybutów innowacji przyjęły pożądane wartości o korzystnym wpływie rzutującym na adopcję innowacji (średnia z poszczególnych wskazań to: 0,84; 0,80; 0,67; 0,62). Najwyższą korzystną wartością 0,84 wpływającą korzystnie na proces adopcji pojazdu elektrycznego przyjął atrybut *Względna przewaga innowacji*, natomiast najniższą korzystną wartością 0,62 wpływającą na proces adopcji pojazdu elektrycznego przyjął atrybut *Zauważalność innowacji*. Jeden z pięciu atrybutów innowacji *Możliwość przetestowania innowacji* przyjął niepożądaną wartość 0,38 o niekorzystnym wpływie rzutującym na proces adopcji innowacji. W celu minimalizacji negatywnego oddziaływania niezbędne jest podjęcie działań korygujących w tym atrybucie innowacji. **Łączna średnia z pięciu atrybutów innowacji przyjęła pożądaną wartość 0,66. Można zatem przyjąć, że pojazd z napędem elektrycznym zostanie zaadaptowany.**

Podsumowanie atrybutów innowacji rzutujących na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym

Wyniki analizy badań odnośnie atrybutów innowacji rzutujących na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym prowadzą do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża w kierunku upowszechnienia się. Wskazane jest zwrócenie szczególnej uwagi na atrybut innowacji *Możliwość przetestowania innowacji*, który przyjął niepożądaną wartość 0,38, gdyż obszar ten może wpłynąć na powolniejsze upowszechnianie się pojazdu z napędem elektrycznym w przyszłości. W atrybucie *Możliwość przetestowania innowacji* wymagane jest podjęcie działań

korygujących m.in. większe oraz szersze rozpowszechnienie informacji dotyczących pojazdów elektrycznych, infrastruktury ładowania oraz łatwiejszy dostęp do zapoznania się z tym środkiem transportu wraz z możliwością jego przetestowania. Działania korygujące umożliwią minimalizację poczucia niepewności poprzez ograniczenie tzw. „gry w ciemno”, co ułatwi proces przyjęcia innowacji ekologicznej przez społeczeństwo.

4.3 Zalety i ograniczenia proponowanej metody

Dostępne metody przeznaczone do oceny technologii posiadają swoje mocne i zarazem słabe strony. Jest tak również z zaproponowaną metodą oceny innowacyjnych technologii elektrycznych, która cechuje się zaletami oraz ograniczeniami. Metoda dedykowana jest do organizacji/przedsiębiorstw, które podążają drogą zarządzania w sposób odpowiedzialny i zrównoważony, redukując tym samym negatywne skutki uboczne generowane przez nie. Zważywszy na to, iż metoda koncentruje się zarówno na korzyściach niewymiernych i wymiernych wartościowo, jak również wpływie technologii na zrównoważenie wraz z ustaleniem kierunku jej upowszechnienia, jest odpowiednią metodą dla nadmienionych powyżej organizacji/przedsiębiorstw. Należy zwrócić uwagę na to, iż metoda ta może okazać się niewłaściwa dla przedsiębiorstw, które głównie koncentrują się na uzyskaniu korzyści wymiernych ekonomicznie (pieniężnych), natomiast w dalszym etapie zajmują się odpowiedzialnością za otoczenie i środowisko (działania bez wyraźnego balansu w tych obszarach). Prawdopodobnie w tym wypadku może okazać się stosowniejszą metodą do zastopowania metoda bazująca zasadniczo na danych finansowych. W związku z powyższym, w przypadku chęci zastosowania tej metody na własne potrzeby, konieczne jest wymienienie kluczowych zalet i ograniczeń proponowanej metody w celu umożliwienia przedsiębiorstwu/organizacji ukazania pełnego i rzetelnego obrazu.

Do zasadniczych zalet i ograniczeń opracowanej metody należą:

Zalety

- Identyfikacja aspektów wymiernych i niewymiernych ekonomicznie ocenianej technologii. Możliwość doboru cech do przeprowadzenia oceny, niezbędnych do wyboru bądź oceny danej innowacyjnej technologii.
- Wskazanie poziomu wpływu innowacyjnej technologii na poziomie poszczególnych zakresów tematycznych i wymiarów oraz możliwość określenia stopnia zrównoważonego rozwoju wszystkich wybranych wymiarów poprzez uprzyśpieszenie współczynnika zrównoważonego rozwoju do jednej liczby m.in. do oceny całościowej wpływu wszystkich wymiarów na zrównoważony rozwój.

- Określenie kierunku upowszechnienia danej innowacji technologicznej w poszczególnych atrybutach, jak również możliwość określenia stopnia upowszechnienia wszystkich wytypowanych wymiarów za pomocą łącznej średniej.

Ograniczenia

- Problemy w doborze właściwych cech, rang, wyborze metod. Problemy te mogą wynikać m.in. ze zbyt małej wiedzy na temat badanej innowacji, która nie jest powszechnie używana.
- Problemy w pozyskiwaniu danych stosownych do doboru wskaźników, jak również ich rzetelna i właściwa interpretacja.
- Wieloetapowość i złożoność metody mogą być ograniczeniem zastosowania jej w mikroprzedsiębiorstwach. Problem może wynikać z tego, iż wskazane jest utworzenie grupy zadaniowej do realizacji procesu i oceny innowacyjnej technologii elektrycznej w organizacji. Przy czym przyjęto, że aby utworzyć zespół takim sposobem każdy z jej członków musi posiadać odpowiednią wiedzę z zakresu m.in. badanej technologii bądź zrównoważonego rozwoju (jest to działanie niezbędne w celu stworzenia właściwie funkcjonującej grupy). Zalecenie to może być sporym ograniczeniem w zastosowaniu proponowanej metody do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej w małym przedsiębiorstwie.

Należy podkreślić, iż wyczerpującą odpowiedź o zaletach i ograniczeniach proponowanej metody Czytelnik może uzyskać zapoznając się z całą pracą, a szczególnie z jej podsumowaniem.

Zasadniczym ograniczeniem tej metody może okazać się jej wymagający charakter wynikający z konieczności posiadania odpowiedniej wiedzy (np. o badanej innowacji, zrównoważonym rozwoju) w celu doboru właściwych cech i wskaźników, aby móc przeprowadzić rzetelną i wartościową ocenę innowacyjnej technologii.

Pomimo swych ograniczeń, istotną zaletą proponowanej metody do oceny innowacyjnej technologii elektrycznej jest możliwość przeprowadzenia za jej pomocą rzetelnej i wiarygodnej oceny w obszarze efektów niewymiernych i wymiernych ekonomicznie oraz określenie poziomu jej zrównoważenia i upowszechnienia. W związku z tym, zaproponowana metoda oceny umożliwia właściwy dobór oraz eksploatację innowacji technologicznych, dzięki którym organizacje/przedsiębiorstwa mogą w sposób odpowiedzialny i zrównoważony uzyskiwać lepsze wyniki, jak również zdobywać przewagę konkurencyjną.

PODSUMOWANIE

W rozprawie doktorskiej podjęto próbę zobrazowania i pomiaru efektów niepieniężnych, jak również pieniężnych jakie niesie za sobą eksploatowana innowacyjna technologia elektryczna, a także ustalenie poziomu jej zrównoważenia w aspekcie: ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym i społecznym wraz z wybranymi celami zrównoważonego rozwoju oraz wskazaniem kierunku jej upowszechnienia. Badania odnośnie efektów niewymiernych ekonomicznie zostały przeprowadzone na zbiorze 15 miejskich pojazdów elektrycznych typu BEV (o mocy ładowania od 50 do 150 kW.) dostępnych na rynku polskim. Badania efektów wymiernych ekonomicznie zostały przeprowadzone na zbiorze 15 pojazdów BMW i3 eksploatowanych w 16 jednostkach Lasów Państwowych rozmieszczonych w całej Polsce. Badania dotyczące ustalenia poziomu rozwoju ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego i społecznego, w tym rozwoju zrównoważonego wraz z wybranymi jego celami oraz poziomu upowszechnienia przeprowadzone zostały na grupie 16 użytkowników pojazdów z napędem elektrycznym typu BMW i3 oraz Nissan e-NV200.

Z analizy literatury przedmiotu wynika, że pomiar całościowego wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej pod względem zarówno niewymiernym (niepieniężnym) oraz wymiernym (pieniężnym), jak również i oddziaływaniem na poszczególne wymiary i realizację zrównoważonego rozwoju z wybranymi jego celami z uwzględnieniem oceny i ustalenia kierunku adopcji danej innowacji jest niedostateczny, co wynika z braku odpowiedniej terminologii, metod, wskaźników, właściwych pomiarów do danej technologii. Dlatego też, zdefiniowanie oddziaływania efektów niewymiernych i wymiernych ekonomicznie stanowiło podłoże dla rozważań teoretycznych nad uwarunkowaniami w kategoriach zrównoważonego rozwoju, innowacji oraz technologii elektrycznej w branży motoryzacyjnej. Natomiast wskazanie złożoności podłoża swoistości technologii elektrycznej i jej charakterystyka w aspekcie zrównoważonego rozwoju pozwoliły zaproponować metodykę jego pomiaru. W dalszej części pracy, bazując na analizie materiału empirycznego, wykonano czynności dążące do wykazania zgodnej z rzeczywistością tezy oraz zweryfikowania określonych hipotez.

W dysertacji zostało przyjęte następujące założenie:

Innowacyjna technologia elektryczna odznacza się na płaszczyźnie efektów niewymiernych i wymiernych oraz zmierza do znacznego i dostrzegalnego postępu w stronę realizacji zrównoważonego rozwoju i jej upowszechnienia. Teza obejmuje syntetyczny opis przedstawionej w dysertacji próby oceny technologii elektrycznej pod względem efektów niepieniężnych i pieniężnych oraz poziomu wpływu poszczególnych wskaźników na dane

wymiary oraz zrównoważony rozwój wraz z określeniem poziomu jej upowszechnienia. Dowiedzenie jej prawdziwości przeprowadzono etapowo w *Rozdziale 4.* podczas analizowania danych empirycznych, prezentując po kolei stosowne argumenty. Należały do nich:

- odzwierciedlenie efektów niepieniężnych i pieniężnych za pomocą:
 - przeprowadzenia właściwej segregacji oraz wykonania oceny indywidualnych elementów zbioru (*Rozdział 4.1.1*);
 - dobrej jakości pomiaru obiektów i zjawisk złożonych, na których stan i zachowanie wpływa jednocześnie wiele zmiennych i czynników (*Rozdział 4.1.2*);
 - rozpoznania wśród badanych modeli największych różnicowań wartości tj. występującego w przypadku parametru X4 tj. czasu ładowania za pomocą domowego gniazdka oraz najbardziej zbliżonych wartości występujących dla parametrów X5 tj. zużycia energii i X8 - przyspieszenia (*Rozdział 4.1.2*);
 - wskazania cech stymulujących (stymulanty) i dysymulujących (destymulanta) rozwój techniczno-użytkowy samochodów elektrycznych (*Rozdział 4.1.2*);
 - wyboru pojazdu z najlepszymi parametrami techniczno-użytkowymi (*Rozdział 4.1.2*);
 - wskazania i scharakteryzowania istotnych kosztów i parametrów odzwierciedlających rzeczywisty poziom poniesionych kosztów, rozbieżności między dostępnymi danymi, a rzeczywistymi wartościami (*Rozdział 4.1.3*);
 - określenia korzyści pozytywnych aspektów ekonomiczny jakie niesie za sobą technologia eklektyczna objęta badaniem (*Rozdział 4.1.3*);
- wskazanie znacznego oraz dostrzegalnego postępu w stronę realizacji zrównoważonego rozwoju i wybranych celów oraz poziomu upowszechnienia:
 - dobra jakość pomiaru realizacji celów i wpływu wymiarów na zrównoważony rozwoju badanej technologii elektrycznej (*Rozdział 4.2.3*);
 - możliwość wskazania wartości pomiaru poszczególnych wymiarów (*Rozdział: 4.2.2*);
 - uzyskana wartość 0,64 ze średniej łącznej prowadzi do potwierdzenia przypuszczenia, że ekologiczna innowacja (pojazd z napędem elektrycznym) podąża do korzystnego oraz zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju oraz wytypowanych celów na potrzeby badania, które zostały ustalone i przyjęte w Agendzie 2030 (*Rozdział. 4.2.3*);
 - możliwość zobrazowania najistotniejszych obszarów pod względem korzystnego oraz niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój oraz najistotniejszych obszarów o wpływie korzystnym i niekorzystnym na zrównoważony rozwój (*Rozdział. 4.2.3*);

→ nakreślenia czynników wpływających na wymiar ekonomiczny o najkorzystniejszym wpływie na zrównoważony rozwój oraz wymiar technologiczny o umiarkowanym wpływie na zrównoważony rozwój (*Rozdział 4.2.4*);

→ określa cechy i poziom wskazujące kierunek upowszechnienia (*Rozdział 4.2.5*).

Powyższe wnioski, które zostały nakreślone wskazują, że ujęcie pod względem efektów, realizacji celów i wpływu na zrównoważony rozwój wraz z określeniem poziomu akceptacji są zjawiskami złożonymi. W związku z tym, iż w ich pomiarze, studiów ich uwarunkowań i określeniu: efektów, realizacji celów i siły natężenia poszczególnych wymiarów w celu uchwycenia pełniejszej koncepcji zrównoważenia wraz z ich pięcioma wymiarami, które wzajemnie oddziałują na siebie, przyjęto podejście wielowymiarowe. Należy podkreślić, iż kluczowe jest zrozumienie, że analiza struktury zrównoważonego rozwoju powinna przebiegać wielowymiarowo. Interpretacja jednego wymiaru nie odzwierciedli faktycznego stanu działania w pełni. Toteż postępowano według tego sprawdzając określone hipotezy badawcze na danych empirycznych.

W następujących hipotezach stwierdzono, że:

Hipoteza 1: Metoda porządkowania liniowego z miernikiem taksonomicznym oparta jest na merytorycznych kryteriach doboru zmiennych, pozwala na opis badania za pomocą jednej wielkości agregatywnej zamiast zbioru cech diagnostycznych. Jest ona stosownym narzędziem do oceny parametrów techniczno-użytkowych zestawionych pojazdów z napędem elektrycznym, gdyż tego typu badanie umożliwia m.in. ocenę dysproporcji wśród wybranych modeli pojazdów, zmienność w celu zmniejszenia występujących rozbieżności między parametrami oraz hierarchizację dostępnych na rynku pojazdów elektrycznych z sektora samochodów miejskich pod względem parametrów techniczno-użytkowych.

Argumenty świadczące o zgodności z rzeczywistością hipotezy były następujące:

- zaproponowana metoda porządkowania liniowego z miernikiem taksonomicznym pozwala na dokonanie analizy uwarunkowań złożonego zjawiska, jakim jest poziom rozwoju technologii zastosowanej w samochodach elektrycznych za pomocą jednej wartości liczbowej, co ułatwia wszelkie porównania, hierarchizację dostępnych na rynku pojazdów elektrycznych z sektora samochodów miejskich pod względem parametrów techniczno-użytkowych wraz z pogrupowaniem wybranych cech. Umożliwia analizę obiektów i zjawisk złożonych, na których stan i zachowanie wpływa jednocześnie wiele zmiennych i czynników, ocenę dysproporcji wśród wybranych modeli pojazdów, zmienność w celu zmniejszenia występujących rozbieżności między

parametrami oraz wybór pojazdu z najlepszymi parametrami techniczno-użytkowymi (*Rozdział 4.1.2*);

- dobra jakość pomiaru obiektów i zjawisk złożonych, na których stan i zachowanie wpływa jednocześnie wiele zmiennych i czynników (*Rozdział 4.1.2*);

Hipoteza 2: Analizy kosztów i parametrów eksploatacyjnych technologii elektrycznej może wskazać istotne koszty i parametry odzwierciedlające rzeczywisty poziom poniesionych kosztów i istniejących rozbieżności między powszechnie dostępnymi danymi, a rzeczywistymi wartościami, a także efekty ekonomicznie wymierne (pieniężne).

W wyniku zweryfikowania powyższej hipotezy skonkretyzowano następujące wnioski: zaproponowana analiza kosztów i parametrów eksploatacyjnych technologii elektrycznej pozwala wskazać:

- istotne koszty i parametry wskazujące na rzeczywisty poziom poniesionych kosztów (*Rozdział 4.1.3*);
- faktyczne rozbieżności między powszechnie dostępnymi danymi a rzeczywistymi wartościami (*Rozdział 4.1.3*);
- efekty ekonomicznie wymierne (pieniężne) (*Rozdział 4.1.3*).

Powyższe argumenty świadczą o zgodności z rzeczywistością tej hipotezy.

Hipoteza 3: Innowacyjna technologia elektryczna charakteryzuje się przełomowymi cechami poprzez co oddziałuje korzystnie na aspekt zrównoważonego rozwoju oraz jego wybrane cele i wymiar: ekologiczny, ekonomiczny, prawny, technologiczny oraz społeczny.

Analiza danych empirycznych umożliwiła skonkretyzowanie następujących wniosków świadczących o zgodności z rzeczywistością tej hipotezy:

W odniesieniu do zbadanej grupy użytkowników pojazdów z napędem elektrycznym można wskazać:

- wartości o wkładzie korzystnym na dany wskaźnik/zakres tematyczny/wymiar (*Rozdział: 4.2.2*);
- wartości o wkładzie umiarkowanym na dany wskaźnik/zakres tematyczny/wymiar (*Rozdział 4.2.2*);
- wartości z wkładem niepożądanym, niekorzystnym na dany wskaźnik/zakres tematyczny/wymiar (*Rozdział 4.2.2*);
- kierunek realizacji zrównoważonego rozwoju oraz wybranych celów przyjętych w Agendzie 2030 wraz z obszarami niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w danym wymiarze (*Rozdział: 4.2.2 oraz 4.2.3*);

- dobra jakość pomiaru realizacji celów i wpływu wymiarów na zrównoważony rozwój badanej technologii elektrycznej (*Rozdział 4.2.3*);
- określenie stopnia zrównoważonego rozwoju wszystkich wybranych wymiarów poprzez uprzyświepnienie współczynnika zrównoważonego rozwoju do jednej liczby m.in. koniecznej do właściwej oceny całościowej wpływu wszystkich wymiarów na zrównoważony rozwój (*Rozdział 4.2.3*);
- najistotniejsze obszary wpływające korzystnie bądź nie na aspekt zrównoważonego rozwoju (*Rozdział 4.2.3*).

Hipoteza 4: Czynniki związane z istotnymi zaletami i ograniczeniami pojazdu z napędem elektrycznym wpływają na poziom wpływu wymiaru technologicznego i ekonomicznego.

W następstwie weryfikacji tej hipotezy skonkretyzowano następujące wnioski świadczące o jej zgodności z rzeczywistością:

- można wskazać czynniki związane z istotnymi zaletami oraz ograniczeniami pojazdu z napędem elektrycznym wpływającymi na poziom wpływu wymiaru technologicznego i ekonomicznego (*Rozdział 4.2.4*).

Hipoteza 5: W poszczególnych atrybutach innowacyjnej technologii elektrycznej mogą występować różne wartości wskazujące kierunek upowszechnienia danej technologii wraz z czynnikami przedstawiającymi przyczynę tego stanu.

Poniższe argumenty, które wskazywały zgodność z rzeczywistością hipotezy były następujące:

- można wskazać wartość jaką przyjęła poszczególna cecha, która wskazuje różnorodność i poziom przyjętych wartości (*Rozdział 4.2.5*);
- przyjęte wartości przez poszczególne cechy umożliwiają wskazanie czynników o wartościach rzutujących bądź nie na upowszechnienie (*Rozdział 4.2.5*).

Na podstawie przedstawionych argumentów świadczących o zgodności z rzeczywistością tezy dysertacji można skonkretyzować **wniosek o rodzaju teoretycznym**, iż wielowymiarowe procedury do oceny efektów, realizacji celów i wpływu na zrównoważony rozwój wraz z określeniem poziomu akceptacji jest jak najbardziej stosowne oraz niezbędne w celu przeprowadzenia ich całościowej oceny. Rozpatrywanie tych wszystkich powyższych kategorii jako cech jednowymiarowych jest znacznym spłyceniem, co może rzutować na stawianie błędnych wniosków. Przykładowo: czas ładowania pojazdu elektrycznego nie zależy wyłącznie od mocy stacji ładowania lecz również istotne są moc ładowarki w pojeździe oraz pojemność akumulatora; wysoki koszt zakupu pojazdu elektrycznego nie wiąże się z drogą eksploatacją

tego pojazdu; pojazd z napędem elektrycznym podczas eksploatacji jest ekologicznym środkiem transportu, który bezpośrednio korzystnie oddziałuje na otoczenie i środowisko, natomiast postać sprawy zmienia się diametralnie m.in. kiedy w celu naładowania pojazdu elektrycznego korzysta się zasadniczo z „brudnej energii”, podczas której produkcji dochodzi do degradacji środowiska naturalnego.

Rezultat weryfikacji hipotezy 1 - 3 umożliwia skonkretyzować **wniosek o rodzaju metodycznym**, iż metoda porządkowania liniowego z miernikiem taksonomicznym, oparta zasadniczo na merytorycznych kryteriach doboru zmiennych; analiza statystyczna bazująca na rzeczywistych poniesionych kosztach i efektach ekonomicznych wymiennie (pieniężnych) oraz metoda jakościowa ukazująca wielostronność zjawiska, mająca na celu dogłębne, wszechstronne oraz realne zgłębienie zjawiska przez badacza, jest dobrym narzędziem oceny efektów, realizacji celów i wpływu na zrównoważony rozwój wraz z określeniem poziomu akceptacji. Jednak oceny te posiadają relatywną postać, od których ciężko ustrzec się.

Rezultat weryfikacji hipotez 1-5 umożliwia skonkretyzowanie **wniosków o rodzaju poznawczym** w zakresie funkcjonowania i wpływu technologii elektrycznej:

1. Ujęcie pod względem efektów niewymiernych po dokonaniu analizy uwarunkowań złożonego zjawiska, jakim jest poziom rozwoju technologii zastosowanej w samochodach elektrycznych wskazuje, że:
 - widoczne jest, iż zasięg w cyklu WLTP - cykl mieszany (km) oraz czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW w (min.) zajmują dwie pierwsze pozycje. Odnosząc się również do badań jakościowych można stwierdzić, iż hierarchizacja ustalona przez ekspertów jest właściwa, gdyż pokrywa się z opiniami użytkowników pojazdów z napędem elektrycznym, którzy zaznaczają, że zasięg pojazdu jest kluczowy, a najczęstszą formą ładowania pojazdu jest stacja ładowania prądem zmiennym AC. Masa własna pojazdu została sklasyfikowana jako ostatni parametr techniczno-użytkowy o najniższej wadze. Odnosząc się również do badań jakościowych można stwierdzić, iż ani eksperci, ani użytkownicy nie przywiązują szczególnej uwagi do masy całkowitej pojazdu elektrycznego. Aczkolwiek jest to dość znacząca cecha, która negatywnie wpływa m.in. na zasięg, zużycie energii, przyspieszenie pojazdu elektrycznego prowadząc do szybszego rozładowania akumulatorów trakcyjnych⁵⁴⁰, co m.in. przekłada się na krótszy odcinek możliwy do pokonania;

⁵⁴⁰ Top 7 Disadvantages of Electric Cars, op. cit.

- wśród badanych modeli największe zróżnicowanie wartości występuje w przypadku parametru *czasu ładowania za pomocą domowego gniazdka*, natomiast najbardziej zbliżone wartości dla parametrów *zużycia energii* i *przyspieszenia*. Największa zmienność występuje kolejno w przypadku parametrów: *mocy ładowarek*, *czasu ładowania za pomocą domowego gniazdka* oraz *czasu ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW* co oznacza, że producenci powinni wdrożyć działania zmniejszające występujące rozbieżności. Odnosząc się do badań jakościowych, iż pomimo niskiej efektywności ładowania za pomocą domowego gniazdka, jest to dość często wykorzystywana forma ładowania pojazdu elektrycznego poza miejscem zamieszkania/pracą. Tak więc parametry *czasu ładowania za pomocą domowego gniazdka* oraz *czasu ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW* odgrywają znaczącą rolę podczas eksploatacji pojazdu elektrycznego, dlatego w celu niwelacji różnic producenci bądź potencjalni nabywcy pojazdów elektrycznych powinni zwrócić znaczącą uwagę na ten czynnik;
- z punktu widzenia kwalifikacji danego pojazdu elektrycznego jako lepszego pod aspektem: *Długości zasięgu samochodu elektrycznego pracującego w cyklu mieszanym na jednym pełnym ładowaniu* to najwyższą wartość cechy tego parametru na poziomie 2,00 uzyskał *Hyundai Kona 64*, kiedy to wartość stymulanty jest najwyższa w zestawieniu samochodów pod względem długości zasięgu, kwalifikując tym samym pojazd w tym obszarze jako najlepszy. Najniższą wartość stymulanty – 1,38 uzyskał *Mini CooperSE Electric*, wskazuje to, że pojazd pod względem długości zasięgu posiada najgorszy wynik.

Czas ładowania prądem zmiennym AC. Najniższą wartość cechy danego parametru na poziomie - 1,11 posiada *Skoda CITIGOe iV*, wartość destymulanty jest najniższa w zestawieniu samochodów pod względem czasu ładowania prądem zmiennym AC, kwalifikując tym samym pojazd pod tym aspektem jako najlepszy. Najwyższą wartość destymulanty 2,23 posiada *Nissan Leaf e+*, wskazuje to, że pojazd pod względem czasu ładowania prądem zmiennym AC posiada najgorszy wynik.

Istotnym faktem jest to, że jednym z najcięższych elementów w pojeździe elektrycznym są akumulatory, które są odpowiedzialne za zasięg oraz czas ładowania. Reasumując im więcej energii jest spożytkowane, tym mniej jest jej w zapasie (mniejsza pojemność akumulatora to mniejsza pula dostępnej energii uzupełniona przy krótszym czasie ładowania). Zważywszy na to uwagę, należy zwrócić uwagę na pojemność akumulatora

Skody CITIGOe iV, która nie odznacza się dużą pojemnością co przekłada się na krótszy zasięg w porównaniu do Nissana Leaf e+ (patrz tabele rozdział o tym);

- z ostatniego etapu analizy wynika, że najlepszymi parametrami techniczno-użytkowymi charakteryzuje się Opel Corsa-e S, BMW i 3 uplasował się na 7 pozycji w rankingu, najgorszy wynik uzyskał Volkswagen e-UP! Pojazd BMW i3, który eksplodowany jest w Lasach Państwowych według przeprowadzonej analizy nie odznacza się wysoką pozycją w rankingu, która została przeprowadzona w oparciu o parametry techniczno-użytkowe.
2. Po przeprowadzeniu analizy kosztów i parametrów eksploatacyjnych technologii elektrycznej wynika, że pojazdy z napędem elektrycznym cechują się wysoką ceną zakupu, którą rekompensują stosunkowo niskie koszty eksploatacyjne ponoszone m.in. na energię. Nie stwierdzono, aby pojazdy w okresie rocznej eksploatacji uległy jakimkolwiek usterkom i musiały zostać poddane naprawie. Wskazano dodatkowe koszty eksploatacyjne, które głównie wynikały z potrzeby zakupu przenośnych ładowarek w celu podniesienia komfortu użytkowania, gdyż pojazdy były częstokroć eksploatowane w miejscach bez dostępu do ogólnodostępnych stacji ładowania. Odnosząc się również do badań jakościowych, które wskazały niedostateczną liczbę punktów ładowania wskazuje to na dość istotny problem dla użytkowników, który, aby zminimalizować, należy ponieść dodatkowe koszty. Należy zaznaczyć, iż oprócz kosztów związanych z zakupem dodatkowo przenośnych ładowarek były inne koszt, lecz nie są one związane wyłącznie z technologią elektryczną np. zakup wycieraczek. Analiza uwypukliła jedną rozbieżność odnośnie *rzeczywistego zasięgu pojazdu na 1 ładowaniu [km]* - średni zasięg pojazdu na 1 ładowaniu wynosi 185 km, natomiast według producenta jest to zasięg 260 km w cyklu mieszanym WLTP. Różnica między rzeczywistym zasięgiem na 1 ładowaniu a podaną wartością przez producenta to 75 km oraz jedną zgodność odnośnie *średniego zużycia energii przez 1 rok [kWh /100km]* – średnie zużycie energii [kWh /100km] oscyluje między 11 – 23 kWh /100km. Średnie roczne zużycie energii 15 pojazdów elektrycznych wynosi 15,8 kWh /100km. Producent podaje zużycie energii pojazdu BMW i3 na poziomie również 15,8 kWh /100km. W tym wypadku rzeczywiste i podane przez producenta wartości zużycia energii pojazdu przez BMW i3 posiadają takie same wartości 15,8 kWh /100km. Wartości te są znaczące dla potencjalnych nabywców, gdyż wiążą się z kosztami. Przemawiają za tym fakty: w przypadku średniego *zasięgu pojazdu* odnoszą się do wyboru pojazdu dostosowanego do potrzeb. Wartości odbiegające znacznie od rzeczywistości mogą rzutować na wybór nieodpowiedniego pojazdu oraz wybór tańszej opcji nie spełniającej oczekiwań nabywcy (pojazdy

z większą pojemnością baterii są zwykle droższe), potencjalny nabywca kierując się ceną pojazdu i zasięgiem podanym przez producenta może narazić się na podjęcie nieodpowiedniej decyzji odnośnie wyboru pojazdu i poniesienia kosztów. Zgodność odnośnie średniego zużycia energii [kWh /100km] jest również istotną informacją, gdyż zużycie energii przekłada się na koszty eksploatacyjne pojazdu (większe zużycie energii przez samochód większe nakłady na energię elektryczną i odwrotnie). W analizie nie uwzględniono wymiany kosztów akumulatorów trakcyjnych, gdyż są sprzeczne informacje odnośnie tej procedury. W wyniku przeprowadzonego rozpoznania u producenta pojazdu z napędem elektrycznym BMW i3 nie można stwierdzić, czy jest w ogóle możliwość naprawy bądź wymiany akumulatorów trakcyjnych w tym pojeździe po okresie zakończenia gwarancji. Ponadto po przeprowadzeniu analizy wynika, iż koszty poniesione na zasilenie napędu są mniejsze ok. 2,5 razy od zasilenia pojazdów z napędem spalinowym - są to dość istotne oszczędności oprócz braku kosztów serwisowych.

3. *Wypełnienie wybranych Celów Zrównoważonego Rozwoju.*

Wynik 0,64 ze średniej łącznej z wymiaru: ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego oraz społecznego prowadzi do potwierdzenia przypuszczenia, że technologia elektryczna (pojazd z napędem elektrycznym BMW i3) podąża do istotnego oraz zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju oraz wybranych Celów:11; 13; 8; 12; 16; 12; natomiast w stopniu umiarkowanym Celów 7 i 9. Niemniej jednak istnieją obszary niekorzystnego wpływu na zrównoważony rozwój w wymiarze: ekologicznym, ekonomicznym, prawnym, technologicznym oraz społecznym, które wymagają podjęcia działań korygujących.

Najistotniejszym wpływem na zrównoważony rozwój odznacza się wymiar ekonomiczny z wartością 0,69, prawny z wartością 0,68 oraz społeczny z wartością 0,67, natomiast wymiar ekologiczny przyjął wartość 0,63 o najmniejszym korzystnym wpływie. Należy zwrócić uwagę na wymiar technologiczny, gdyż przyjął wartość średnią 0,50, co oznacza umiarkowany wpływ wymiaru na zrównoważony rozwój. Wskazuje to, że należy podjąć działania korygujące dotyczące technologii elektrycznej szczególnie w aspekcie technologicznym, wynikające głównie z krótkiego zasięgu, długiego czasu ładowania oraz niedostatecznej infrastruktury ładowania. Pomimo tego, iż wymiar prawny przyjął najwyższą wartość, widoczny jest w aspekcie *Dofinansowania, dopłat, ulg do samochodów elektrycznych* brak wsparcia przez Państwo, natomiast większe wsparcie przez rząd w postaci ulg i dopłaty do samochodów elektrycznych wpłynąłby na zakup przez społeczeństwo większej ilości pojazdów w celu zastąpienia tradycyjnych pojazdów

spalinowych. Istotnym spostrzeżeniem jest fakt, iż wymiar środowiskowy nie cechuje się wysoką wartością, choć pojazd elektryczny podczas eksploatacji nie oddziałuje niekorzystnie na środowisko i otoczenie. Powodem niskiej wartości jest m.in. pośredni niekorzystny wpływ tej technologii na otoczenie i środowisko naturalne wyniku bardzo małego wykorzystania „zielonej energii” do ładowania pojazdu. Powyższe wskazuje, że technologia elektryczna podąża do zauważalnego postępu w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju, lecz wymaga poprawy w powyższych wymiarach, głównie w technologicznym i środowiskowym.

4. Największymi zaletami pojazdów elektrycznych w aspekcie technologicznym są: ich sprawność, prostota, kultura pracy oraz rzadkie serwisowanie. Natomiast do głównych wad tych pojazdów zalicza się: krótki zasięg, długi czas ładowania, który średnio wynosi między 2 - 4 h (pożądany czas ładowania to 5 -15 min) oraz słaba infrastruktura ładowania. W aspekcie ekonomicznym najistotniejszą zaletą samochodu elektrycznego pod względem ekonomicznym są niskie koszty codziennej eksploatacji (np. tanie ładowanie domowe), które są wyższe w samochodach z silnikiem tradycyjnym. Do zasadniczych wad samochodu elektrycznego w tym ujęciu zalicza się głównie: zbyt wysoką cenę zakupu nowego pojazdu elektrycznego w porównaniu z odpowiednikiem z tradycyjnym napędem.
5. Wyniki analizy badań odnośnie atrybutów innowacji rzutujące na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym prowadzą do wniosku, że technologia elektryczna (pojazd z napędem elektrycznym) zmierza w kierunku upowszechnienia się. Wskazane jest zwrócenie szczególnej uwagi na atrybut innowacji *Możliwość przetestowania innowacji*, który przyjął niepożądaną wartości 0,38. Jest to wniosek, który być może wydawać się szczególnie zadziwiający w obecnej dobie Internetu. Wynika z tego, iż brakuje konkretnych i jasnych informacji na temat pojazdów z napędem elektrycznym oraz infrastruktury. Jest to dość nowa technologia, która nie jest dość dobrze przedstawiona i zaprezentowana. Czynniki ten osłabia proces upowszechnienia się tej technologii.

Powyższe wnioski świadczą o tym, że technologia elektryczna jest nową technologią, która jest na etapie rozwoju, wymagającą określonych modyfikacji w obszarze efektów, realizacji celów i wpływu na zrównoważony rozwój oraz czynnik akceptacji. Zastosowane metody odnośnie uwypuklenia aspektów niemierzalnych i mierzalnych wskazują korzyści, jak również newralgiczne obszary wymagające korekty. Wsparcie badań ilościowych badaniami jakościowymi umożliwiły dogłębniej przeanalizować wpływ technologii elektrycznej na zrównoważony rozwój poprzez poszczególne wytypowane wymiary wraz z wybranymi jego

celami. Uzyskane wartości umożliwiły określenie poziomu wkładu poszczególnych wymiarów oraz wytypowanie wniosków, które można wykorzystać na podłożu poznawczym oraz utylitarnym.

Rozważania i badania opisane w dysertacji według autora mogą służyć jako wypełnienie rozpoznanych we wstępie luk teoretycznej oraz metodycznej, co jest zasadniczym argumentem wskazującym wkład pracy w rozwój nauk o zarządzaniu. Zrównoważony rozwój organizacji opierający się na definicjach niejednoznacznych, niekonkretnych, niejasnych celach i kierunkach działania oraz braku „rezygnacji z postaw antropocentrycznych”, odbiega od wzorca tzw. „nowej jakości zarządzania”. Wpływ na ten stan rzeczy, odnośnie terminologii zrównoważonego rozwoju ma zasadniczo mnogość określeń kierowanych do różnych sektorów m.in. ekonomicznego, środowiskowego, społecznego, co przekłada się na niejednoznaczność definicji, trudnej we właściwej interpretacji. Ponadto idea zrównoważonego rozwoju podawana jest nieustannej analizie, rozszerzeniom oraz modyfikacjom, co ma wpływ na brak „precyzyjnego zdefiniowania”. Występuję również niejednomysłności podejścia do „zrównoważonego rozwoju” wynikająca z różnokierunkowości zakresów typowych dla zabezpieczeń poszczególnych instytucji, społeczeństw oraz programów. Ponadto występuje problem w nazewnictwie z powodu dwójakiej specyfikacji tj. zrównoważonego rozwoju oraz rozwoju⁵⁴¹.

Na podstawie rozważań teoretycznych autora dążących do jednomysłności między gospodarką a przyrodą, rozważania podparto wieloaspektową analizą problemu, która zawierała zasadnicze prawa ekonomiczne, przyrodnicze oraz społeczne. Dokonano przeglądu różnorodnych podejść do definiowania zrównoważonego rozwoju w naukach ekonomicznych i w innych dyscyplinach, nurtów ekonomicznych oraz najpowszechniejszych wskaźników rozwoju. Działania te umożliwiły rozpoznanie istotnych aspektów w obszarze gospodarczym, środowiskowym oraz społecznym, rzutujących na koncepcję zrównoważonego rozwoju oraz dobrostanu. Zdefiniowano *Trwały synergiczny (lub symbioza co lepsze) rozwój*⁵⁴². Struktura definicji została oparta na pięciu *elementach*, które scharakteryzowano, uzasadniono i podparto literaturą przedmiotu. Istota terminu odnosi się do rozpoznania i wyjaśnienia co rozumiane jest przez trwały, realny i praktyczny rozwój, identyfikację zasad, które mają w intencji zabezpieczyć całościowo przyszłość ogółu, zmierzając do prawdziwej harmonii pomiędzy człowiekiem i przyrodą, uwzględniającą przy tym obopólne korzyści dla dwóch stron, umożliwiając tym samym dalsze istnienie dwóch stron *Homo sapiens* i *Natury*. Odnosząc się

⁵⁴¹ Problem został szczegółowo przedstawiony i scharakteryzowany (patrz pkt. 2.1).

⁵⁴² Definicja z uzasadnieniem (patrz pkt. 2.6)

do tego wzorca można dokonywać całościowej analizy prowadzącej do właściwego realizowania zrównoważonego rozwoju przez zrównoważonego rozwoju organizacji. Zaproponowano definicję jednoznaczną opartą na konkretnych, klarownych celach oraz kierunkach działania, która jest wolna od postaw antropocentrycznych. Są to argumenty za uzupełnieniem **luki teoretycznej**.

Zważywszy na **lukę metodyczną** argumenty za jej ograniczeniem można odnaleźć w poniższej części pracy. Uporządkowanie zagadnienia odnoszące się do metodyki pomiaru rozpatrywanych dwóch grup – pierwszej w zakresie cech wymiernih i niewymiernih, drugiej w aspekcie zrównoważonego rozwoju i jego pomiaru na etapie upowszechniania. Pierwsza grupa została podzielona na dwie kategorie efektów - efekty niewymierne ekonomicznie (niepieniężne) i wymierne ekonomicznie (pieniężne). W pierwszej kategorii wskazano i omówiono trudności cech bezpośrednio niemierzalnych w pomiarze, wynikające z trudności oszacowania z powodu braku bezpośredniego przełożenia np. na efekty pieniężne. W tym celu sklasyfikowano i scharakteryzowano poszczególne cechy obiektów innowacyjnej technologii elektrycznej oraz zakwalifikowano w danym sektorze. Zhierarchizowano oraz wytypowano zbiór poszczególnych cech obiektów na podstawie przeprowadzonego badania⁵⁴³. Zaproponowano metodę pomiaru efektów niewymiernih ekonomicznie (niepieniężnych) innowacyjnej technologii elektrycznej z wykorzystaniem zbioru poszczególnych cech obiektów⁵⁴⁴. Zaproponowano zestawienie cech, które są ciężko lub zupełnie niemierzalne oraz określono kolejności cech w danej grupie. Parametry techniczno-użytkowe oraz wielkości rang zakwalifikowane do indywidualnych cech niemierzalnych zostały szacowane za pomocą ogólnie przyjętej skali ocen. Ponadto do uzyskania wyczerpujących i rzetelnych cech bezpośrednio niemierzalnych w pomiarze wykorzystano wielowymiarową analizę porównawczą, na której podstawie porównano obiekty wielocechowe. Wykorzystana analiza ma na celu hierarchizację dostępnych na rynku pojazdów elektrycznych z sektora samochodów miejskich pod względem parametrów techniczno – użytkowych wraz z pogrupowaniem wybranych cech. Zastosowano analizę obiektów i zjawisk złożonych, na których stan i zachowanie wpływa jednocześnie wiele zmiennych i czynników. Tego typu analiza umożliwia również m.in. ocenę dysproporcji wśród wybranych modeli pojazdów, zmienność w celu

⁵⁴³ Celem badania było stworzenie uniwersalnego zbioru parametrów techniczno – użytkowe samochodów elektrycznych „miejskich” (małe pojazdy: 50 - <150 kW). Na podstawie opinii ekspertów zostały wytypowane najistotniejsze parametry techniczno-użytkowe w pojazdach elektrycznych „miejskich” wraz ich hierarchizacją poprzez nadanie wagi cech pojazdów elektrycznych w kolejności od najważniejszej do mniej ważnej, gdzie 1 oznacza cechę najważniejszą.

⁵⁴⁴ Zaproponowano metodę pomiaru efektów niewymiernih ekonomicznie (niepieniężnych) prezentuje rozdział 4.

zmniejszenia występujących rozbieżności między parametrami oraz wyboru pojazdu z najlepszymi parametrami techniczno-użytkowymi.

W drugiej kategorii odnoszącej się do pomiaru efektów wymiernych ekonomicznie (pieniężnych), wskazano i scharakteryzowano istotne koszty i parametry odzwierciedlające rzeczywisty poziom poniesionych kosztów oraz uwypuklono, iż istnieje rozbieżność między dostępnymi danymi a rzeczywistymi wartościami, która wpływa na właściwą ocenę tych efektów. Na tej podstawie wytypowano do pełnej i skutecznej analizy kosztów i parametrów eksploatacyjnych danej technologii zbiór służący do badania kosztów i parametrów eksploatacyjnych innowacyjnej technologii elektrycznej. Dla uchwycenia pełnych efektów wymiernych ekonomicznie (pieniężnych) uzyskiwanych przy eksploatacji wybranego pojazdu z napędem elektrycznym zaproponowano metodę zbudowaną ze zbioru złożonych tematycznie ocen analizujących wartości poszczególnych parametrów wraz z ujęciem kosztów.

Druga grupa odnosząca się do zrównoważonego rozwoju i jego pomiaru na etapie upowszechniania została podzielona na trzy etapy. Pierwszy etap odnosi się do wpływu technologii elektrycznej na poszczególne wytypowane wymiary oraz aspekt zrównoważonego rozwoju wraz z wybranymi Celami przyjętymi w Agendzie 2030. Wskazano w niej oraz omówiono trudności w pomiarze zrównoważonego rozwoju wynikających z jego cech, niedostatecznych wskaźników służącymi m.in. do oceny spójności innowacyjnej technologii elektrycznej w zaproponowanych wymiarach, która charakteryzuje się swoistością i wieloaspektowością oraz nowymi cechami⁵⁴⁵ i barakiem metody do oceny całościowej technologii elektrycznej⁵⁴⁶. Na tej podstawie zaproponowano zestaw wskaźników służących do oceny rzeczywistego wkładu technologii elektrycznej w dany wymiar, określenia stopnia oddziaływania na wybrane wymiary, cele oraz aspekt zrównoważonego rozwoju. Procedura umożliwia zarówno przeprowadzenie ocen wskaźników pod względem realizacji wybranych celów bądź celu, końcowej oceny syntetycznej, stopnia zrównoważenia innowacyjnej technologii elektrycznej zarówno na poziomie zakresu tematycznego, jak i całego wymiaru. Dla oceny pomiaru zrównoważonego rozwoju zaproponowano analizę w oparciu o obliczenia wraz z identyfikacją aspektów zmiennych wkładu danych wymiarów. W drugim etapie zaproponowano analizę kontekstową wymiarów w celu identyfikacji uwarunkowań wymiarów o najwyższej przyjętej wartości i wymiarze o najniższej przyjętej wartości. W tym aspekcie zastosowano wskaźniki kontekstowe uzupełnione pytaniami otwartymi. Trzeci ostatni etap określa poziom upowszechnienia technologii za pomocą atrybutów innowacji, które określają

⁵⁴⁵ Problem został szczegółowo przedstawiony i scharakteryzowany w rozdziale 4.

⁵⁴⁶ Szerzej w rozdziale 4.

poziom upowszechnienia wraz z wyszczególnieniem poszczególnych wartości w każdym z nich.

Dla oceny innowacyjnej technologii elektrycznej w zakresie cech wymiennych i niewymiennych oraz aspekcie zrównoważonego rozwoju na etapie upowszechniania zaproponowano zbiór poszczególnych cech obiektów, zbiór służący do badania kosztów i parametrów eksploatacyjnych oraz zakresy tematyczne wskaźników, w których dla każdego wskaźnika zaszeregowano właściwy zestaw mierników, z których znacząca część jest propozycją własną autora. Zaproponowana procedura doboru cech i zbiorów zakresów podnosi znaczenie kryteriów merytorycznych wyboru zmiennych niemierzalnych i mierzalnych. Procedurę z pewnością można zastosować oprócz oceny technologii elektrycznej dla badania innych zjawisk cechujących się wielowymiarowością w przypadku, których istnieje możliwość wyboru zbioru poszczególnych cech obiektów oraz zbioru służącego do badania kosztów i parametrów eksploatacyjnych w danych zakresach tematycznych.

Zróżnicowany stopień szczegółowości wniosków wskazanych w pracy sygnalizuje szczególną zaletę zastosowanej metody do pomiaru efektów niewymiennych, wymiennych oraz przeprowadzeniu pomiaru i oceny istniejącego poziomu wyznaczonych celów, poziomu rozwoju, wybranych wymiarów w tym jego rozwoju zrównoważonego oraz upowszechnienia, poprzez całościową ocenę badanej innowacyjnej technologii elektrycznej. Metoda ta pozwala skonkretyzować wnioski według dedukcji - od ogółu do szczegółu. Zbiór poszczególnych cech obiektów umożliwia: zestawienie cech, które są ciężko lub zupełnie niemierzalne, określenie kolejności cech danej grupy, przeanalizowanie parametrów techniczno-użytkowych oraz wielkości rang, klasyfikację pod względem rozwoju i ważności badanych cech, identyfikację poszczególnych grup modeli, identyfikację największych zróżnicowań wartości wydzielonych na bazie zbieżnych cech, ocenę dysproporcji wśród wybranych modeli pojazdów, identyfikację zmienności w celu zmniejszenia występujących rozbieżności między parametrami (zidentyfikowanie obszarów potrzebujących wsparcia ze strony producenta) oraz wskazanie pojazdu z najlepszymi parametrami techniczno-użytkowymi.

Zbiór służący do badania kosztów i parametrów eksploatacyjnych umożliwia: uchwycenie efektów ekonomicznie wymiennych, jakie niesie za sobą technologia elektryczna poprzez identyfikację czynników w obszarze kosztów i parametrów eksploatacyjnych. Analiza ta pozwoliła wskazać efekty ekonomicznie wymierne (pieniężne).

Zakresy tematyczne wskaźników, w których dla każdego zaszeregowano właściwy zestaw mierników umożliwiają: przeprowadzenie pomiaru poziomu wyznaczonych celów, poziomu rozwoju wybranych wymiarów, w tym jego rozwoju zrównoważonego oraz

upowszechnienia poprzez zidentyfikowanie pożądanых/średnich/niepożądanych wartości rzutujących na wkład w dany zakres tematyczny oraz wybrany wymiar, wskazanie poziomu realizacji wybranych celów wraz z rozpoznaniem ich oddziaływania, identyfikację aspektów zmiennych wkładu poszczególnych wymiarów, określenie stopnia zrównoważonego rozwoju wszystkich wybranych wymiarów w wyniku uprzystępnienia współczynnika zrównoważonego rozwoju do jednej liczby, rozpoznanie obszaru o korzystnym bądź niekorzystnym wpływie na rozwój zrównoważony, identyfikacji uwarunkowań wymiarów o najwyższej przyjętej wartości i wymiarze, określenie poziomu upowszechnienia. Atrybuty pozwoliły zidentyfikować obszar/obszary o najkorzystniejszym i najmniej korzystnym wpływie rzutującym na upowszechnienie danej technologii.

Przedstawione w *Rozdziale 4* oceny innowacyjnej technologii elektrycznej w zakresie cech wymiennych i niewymiennych oraz aspekcie zrównoważonego rozwoju na etapie upowszechniania umożliwia ograniczenie luki empirycznej w zakresie całościowej analizy badanych jednostek w oparciu o ilościowe i jakościowe dane. Zastosowanie badań ilościowych i jakościowych wspomaga osiągnięcie rzeczywistych celów, gdyż obie metody doskonale się uzupełniają⁵⁴⁷. Ponadto szerokiej ocenie poddano zbiór złożony z 15 najpopularniejszych miejskich pojazdów elektrycznych typu BEV dostępnych na rynku polskim i pojazdy, typ - małe pojazdy (pojazdy miejskie) o mocy ładowania od 50 do 150 kW oraz pojazdy BMW i3 eksploatowane w 16 jednostkach Lasów Państwowych rozmieszczonych po całej Polsce. Natomiast badania odnośnie ustalania poziomu rozwoju ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego i społecznego, w tym rozwoju zrównoważonego wraz z wybranymi jego celami oraz poziomu upowszechnienia przeprowadzone zostały w grupie 16 użytkowników pojazdów z napędem elektrycznym typu BMW i3 oraz Nissan e-NV200. Na podstawie tej oceny wysunięto wniosek, zgodnie z którym technologia elektryczna tj. pojazd z napędem elektrycznym odznacza się na płaszczyźnie zarówno efektów niewymiennych i wymiennych z korzystnym wpływem na zrównoważony rozwój i wybrane cele, z perspektywą upowszechnienia się na rynku Polskim.

Autor w swoich przemyśleniach teoretycznych oraz badaniach empirycznych zmierzał w stronę możliwości zawarcia w ocenie innowacyjnej technologii elektrycznej podejścia zarówno od strony efektów wymiennych i niewymiennych, jak również od strony ekologicznej, ekonomicznej, prawnej, technologicznej i społecznej w aspekcie zrównoważonego rozwoju i upowszechnienia oraz zespolenia podejścia ilościowego z jakościowym. Dlatego też, podjęto

⁵⁴⁷ Maison D. *Badania marketingowe. Od teorii do praktyki*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Sopot 2005, s.3-5.

próbę zobrazowania oraz pomiaru w kategoriach: wskazania efektów niepieniężnych i pieniężnych, jakie niesie za sobą eksploatowana technologia elektryczna, jak i ustalania poziomu rozwoju ekologicznego, ekonomicznego, prawnego, technologicznego i społecznego, w tym rozwoju zrównoważonego wraz z wybranymi jego celami oraz poziomem upowszechnienia. Istotnym arbitrem jest Czytelnik, który oceni na ile i na jakim poziomie to się udało. Niemniej rozprawa doktorska przedstawia odmienne niż przeważnie napotykanie w literaturze przedmiotu, podejście do zagadnienia pomiaru zrównoważonego rozwoju. Ujęcie to w tej strukturze umożliwia obszerną analizę i ocenę oraz wskazuje nową ścieżkę (drogę) badań w zakresie trwałego, znacznego rozwoju w kierunku realizacji zrównoważonego rozwoju i organizacji, w którym badacz zakłada wielowymiarowe podejście do analizy technologii elektrycznej. Istnieje możliwość, iż w przyszłości w wyniku postępu będą rozpoznawane inne niż powyżej efekty, wymiary oraz atrybuty odnośnie technologii elektrycznej.

Przeprowadzone badania wskazały, iż wymiar ekologiczny przyjął wartość 0,63 o najmniejszym korzystnym wpływie na zrównoważony rozwój poza wymiarem technologicznym, który przyjął wartość umiarkowaną 0,5. **Pomimo tego, że pojazd elektryczny wpisuje się w ramy transportu niskoemisyjnego, zrównoważenie w tym aspekcie środowiskowym nie odznacza się bardzo pożądaną wartością 1.** Nasuwa to bardzo istotne pytanie, na które w tej dysertacji nie odpowiedziano, gdyż nie było to jej zadaniem, a może to wyznaczyć jeszcze jeden ważny kurs w obszarze badań nad wpływem technologii elektrycznej na zrównoważony rozwój: jaki jest rzeczywisty wpływ technologii elektrycznej na wymiar ekologiczny, ekonomiczny, prawny, technologiczny i społeczny oraz aspekt zrównoważonego rozwoju z uwzględnieniem etapu produkcji, recyklingu i sektora energetycznego tj. zasadniczego producenta energii w danym kraju?

LITERATURA

1. Alijošiute, A., Ahvenharju, S., *Subalansuotoji pletra*. – Kaunas: ECAT 2001.
2. Allen J.A., *Scientific innovation and industrial prosperity*, Longman, London 1966.
3. Andersen M.M., *Organising Interfirm Learning – as the Market Begins to Turn Green*, [w:] *Part-nership and Leadership – Building Alliances for a Sustainable Future*, ed. T.J. De Bruijn, A. Tukker, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2002.
4. Ayres R.U., *Turning Point: The End of Exponential Growth?* Technological Forecasting & Social Change nr 73, 2006.
5. Bąk A., *Porządkowanie liniowe obiektów metodą Hellwiga i Topsis – analiza porównawcza*, taksonomia 26, Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 426.
6. Balcerowicz L., Rzońca A., Systemy instytucjonalne a siły napędowe gospodarki, w: *Zagadki wzrostu gospodarczego. Siły napędowe i kryzysy – analiza porównawcza*, red. L. Balcerowicz, A. Rzońca, C.H. Beck, Warszawa 2010.
7. Batorski D., Kubicka M. O., *Prowadzenie badań przez internet – podstawowe zagadnienia metodologiczne*, Studia socjologiczne 2006, 3 (182).
8. Baum R., *Kryteria oceny zrównoważonego rozwoju w gospodarstwach rolnych*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań 2003.
9. Becker T.A., Sidhu I., Tenderich B., *Electric vehicles in the United States. A New model with forecasts to2030*, Center for Entrepreneurship & Technology (CET). Technical Brief Number 2009.1.v.2.0. Revision Date: August 24, 2009.
10. Bell S., Morse S., *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?* Earthscan, Nowy Jork 2008.
11. Berdichevsky G., Kelty K., Straubel JB., Toomre E., *The Tesla Roadster Battery System*, Tesla Motors, August 16, 2006.
12. Berkowska E., *Realizacja polityki ekonomicznej w kontekście postanowień Szczytu Ziemi w Rio*, Kancelaria Sejmu – "Biuro Studiów i Ekspertyz" 1995, informacja nr 291.
13. Bielecka A. *Statystyka w biznesie i ekonomii. Teoria i praktyka*, Wyd. WSPiZ im. L. Koźmińskiego, Warszawa 2005.
14. Bielefeldt K., Walkowiak J., Papacz W., *Wzmocnione tworzywa sztuczne w motoryzacji*, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów 1(97) /2014.

15. Bielińska – Dusza E., *Audyty technologiczne narzędziem oceny potencjału przedsiębiorstwa – wskazania metodologiczne*, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 6/2016 (84), cz. 1, 2016.
16. Bielski I., *Przebieg i uwarunkowania procesów innowacyjnych*, OPO, Bydgoszcz 2000.
17. Bitonto S., Rico T., *Electromobility in Germany: Vision 2020 and Beyond*, Germany Trade & Invest, Berlin 2015.
18. Blikle A., *Doktryna jakości*, Wydanie II turkusowe, Rzecz o turkusowej samoorganizacji, Warszawa 2018.
19. Bohle, H. G., Downing, T. E., & Watts, M. J., *Climate change and social vulnerability: toward a sociology and geography of food insecurity*, Global Environmental Change, 4(1) 1994.
20. Bolesta – Kukuła K., *Decyzje menedżerskie*, PWE, Warszawa 2003.
21. Borowiecki M., *Teoria kosztów transakcyjnych a powstawanie i rozprzestrzenianie się innowacji w gospodarce*, [w:] M. Strużycki (red.), *Innowacyjność w teorii i praktyce*, SGH, Warszawa 2006.
22. Borowski P.F., *Przedsiębiorstwa XXI wieku*, „Europejski Doradca Samorządowy”, t. 17, nr 2, 2011.
23. Borys T., *Wybrane problemy metodologii pomiaru nowego paradygmatu rozwoju – polskie doświadczenia*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, 2014.
24. Borys T., *Zrównoważony rozwój organizacji – co chcemy lub powinniśmy równoważyć?* [w:] Borys T., Rogala P., Skowron P., *Zrównoważony rozwój organizacji – odpowiedzialne zarządzanie*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2015.
25. Bossink B., *Eco-Innovation and Sustainability Management*, Routledge Taylor & Francis Group, New York, 2012.
26. Brendzel-Skowera K., *Bariery w realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju w Polsce*, Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy 14, 2009.
27. Brożyna A., Koziół W., *Prognoza wyczerpywania bazy zasobów kopalin teoria i praktyk*, Przegląd Górniczy UKD 662;553.33;662.2-O45.43, 2014.
28. Brzeziński M., *Zarządzanie innowacjami technicznymi i organizacyjnymi*, Difin, Warszawa 2001.

29. Brzozowski T., *Zrównoważony rozwój organizacji – ujęcie praktyczne*, [w:] Borys T., Bartniczak B., Ptak M. (red.), *Zrównoważony rozwój organizacji – odpowiedzialność środowiskowa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2015.
30. Buczacki A., *Metody oceny technologii* [w:] Wirkus M., Lis A. (red.), *Zarządzanie projektami badawczo- rozwojowymi*, Wyd. Difin, Warszawa 2012.
31. Bukowski Z., *Zrównoważony rozwój w systemie prawa*, Ekonomia i Środowisko, Toruń 2009.
32. Carley M., Spapens P., *Dzielenie się światem. Zrównoważony sposób życia i globalnie sprawiedliwy dostęp do zasobów naturalnych w XXI wieku*, Białystok - Warszawa 2000.
33. Carrillo-Hermosilla J., del Río P., Könnölä T., *Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies*, "Journal of Cleaner Production" 2010, Vol. 18, s. 1073.
34. Carter C.F., Williams B.R., *Industry and technological process*, Oxford University Press, London 1958.
35. Cesarski M., *Kryzys istoty kapitalizmu*, „Przyszłość” 2013, nr 2.
36. Chambers, R., *Vulnerability, coping and policy*, IDS Bulletin, 20(2) 1989.
37. Chłopek Z., *Badanie zużycia energii przez samochód elektryczny*, Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie, Warszawa 2012.
38. Chłopek Z., *Ochrona środowiska naturalnego. Pojazdy samochodowe*. WKŁ. Warszawa 2002.
39. Chodyński A., *Ekoinnowacje w strategicznym podejściu organizacji odpowiedzialnej*, [w:] Fatuły D. (red.), *Uwarunkowania Zrównoważonego Rozwoju Organizacji*, Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2019.
40. Chyba Z., *Porównanie wybranych metod oceny i selekcji technologii*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie, z 93, nr kol. 1957, 2016.
41. Chybalski F., Matejun M., *Organizacja jako obiekt badań – od zbierania danych do analizy wyników* [w:] Adamik A. (red.), *Nauki o organizacji. Ujęcie dynamiczne*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa 2013.
42. Ciegis R., *Darnaus vystymosi vertinimas*. Taikomoji ekonomika: sisteminiai tyrimai, 2009.

43. Čiegis R., Ramanauskiene J., Martinkus B., *The Concept of Sustainable Development and its Use for Sustainability Scenarios*, Inžinerinė Ekonomika-Engineering Economics (2)., 2009.
44. Čiegis R., Šimanskien L., *The concept of sustainable economic development and indicators assessment*, ISSN 1822-6760. *Management theory and studies for rural business and infrastructure development*. 2010. Nr. 21 (2).
45. Čiegis, R., *Ekonomika ir aplinka: subalansuotos pletros valdymas*, Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla 2004.
46. Čiegis, R., Ramanauskien, J., Startien G., *Theoretical reasoning of the Use of Indicators for Sustainable Development Assessment*, Inžinerinė ekonomika. Nr. 3 (63) 2009.
47. Čiegis, R., Zeleniute, R., *Ekonomikos plėtra darnaus vystymosi aspektu*, Taikomoji ekonomika: sisteminiai tyrimai, 2(1) 2008.
48. Cieślak M., *Prognozowanie gospodarcze: metody i zastosowanie*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2001.
49. Communication from the Commission a Sustainable Europe for a Better World: *A European Union Strategy for Sustainable Development*. COM 2001.
50. Cuestas-Caza J., *Sumak Kawsay is not Buen Vivir*, Alternautas, Vol.5 Issue 1, 2018.
51. Czakon W., *Zastosowanie studiów przypadku w badaniu nauk o zarządzaniu* [w:] Czakon W. (red.), *Podstawy metodologii w naukach o zarządzaniu*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa 2011.
52. Davids E.D., Bagozzi R. P., Warshaw P. R., *User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models*, Decision Science, vol. 35(8).
53. Davids E.D., *Perceived usefulness, perceived easy of use and user acceptance of information technology*, MIS Quarterly, vol. 13(3), 1989.
54. Dmitruk J., Gawinecki J., *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej— budowa i zastosowanie*, Biuletyn WAT, Vol. LXVI, Nr 4, 2017.
55. Doroszewski W., *Słownik języka polskiego*, PAN, Warszawa 1950.
56. Durlík I., Santarek K., *Inżynieria zarządzania III. Naukowe, techniczne i inwestycyjne przygotowanie wyrobów wysokiej techniki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2015.
57. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych, Dz. Urz. UE 2010, L 334/17.

58. Eaves S., Eaves J., *A cost comparison of fuel–cell and battery electric vehicles*, Journal of Power Sources, Volume 130, Issues 1–2, 3 May 2004.
59. Eco-innovation in Industry: *enabling green growth*, OECD, Paris 2009.
60. Eisenhardt K., Graebner M., *Theory building from cases: opportunities and challenges*, „Academy of Management Journal” 2007, t. 50, nr 1.
61. Ejsmont K., *Model Oceny Inteligentnych Technologii* Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych, Konferencja: Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji – IZIP, Zakopane 2016.
62. Ekoinnowacje, *Klucz do przyszłej konkurencyjności Europy*, Op. Cit.
63. Electric and hybrid vehicle research, development and demonstration program. Petroleum–equivalent fueleconomy calculation. Final Rule. 10 CFR Part 474. United States Department of Energy, Federal Register 64, 2011.
64. *Elektromobilność w praktyce*, PSPA 2019.
65. Encyklopedia PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN.
66. Encyklopedia Zarządzania
67. Estermann J., *Filosofía Andina “Segunda Edición”*, Quito: Abya-Yala, 2015.
68. Fadear: *L`Agriculture paysanne en marche*. Rambouillet 8-9, 1998.
69. Famielec J., *Ekologizacja jako paradygmat rozwoju społeczno -gospodarczego*, [w:] *Ekologizacja gospodarki*, (red.) Kożuch M., Wydawnictwo Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2016.
70. Fernando J., *The power of unsustainable development: What is to be done?* The Annals of the American Academy 590, 6–31, DOI: 10.1177/0002716203258283, 2003.
71. Fiedor B., *Teoria innowacji*, PWN, Warszawa 1979.
72. Figenbaum E., Kolbenstvedt M., *Electromobility in Norway: Experiences and Opportunities with Electric Vehicles*, Transportøkonomisk institutt, Oslo 2013.
73. Fisher R., Ury W., Patton B., *Dochodząc TAK Negocjowanie poddawania*, Wydanie II rozszerzone, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1994.
74. Freeman Ch., *The economics of technical change*, „Cambridge Journal of Economic” 1994 vol. 18, no. 5.
75. Gajda P., Bajdur W.M., *Innowacje w aspekcie zrównoważonego rozwoju społeczno – gospodarczego*, Tom I, Artykuły IZIP 2016.
76. Garbusiewicz W., *Podstawa analizy finansowej*, PWE, Warszawa 2002.
77. Gasiński T., Piskalski G., *Zrównoważony biznes*, Podręcznik dla małych i średnich przedsiębiorstw, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009.

78. Gawor L., *Wizja nowej wspólnoty ludzkiej w idei zrównoważonego rozwoju*, "Problemy Ekorozwoju", nr 2 2006.
79. Gerlach R., *Koncepcja zrównoważonego rozwoju jako nowa „filozofia” zarządzania*, [w:] Naznaczone pracą. Księga Jubileuszowa Profesora Czesława Plewki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, 2017.
80. Gomułka S., *Teoria innowacji i wzrostu gospodarczego*, CASE, Warszawa 1998.
81. Grabiński T. *Metody taksonometrii*, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków, 1992.
82. Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A., *Metody taksonometrii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*, PWN, Warszawa 1989.
83. Griffin R., *Podstawy zarządzania organizacjami.*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.
84. Grzybowska B., *Wiedza i innowacje jako współczesne czynniki wzrostu gospodarczego*, Ekonomista 2013, nr 4.
85. Haffer M., *Determinanty strategii nowego produktu polskich przedsiębiorstw przemysłowych*, UMK, Toruń 1998.
86. Hagedorn, K., *Particular requirements for institutional analysis in nature-related sectors. European Review of Agricultural Economics*, 35(3) 2008.
87. Halicka K., *Zarządzanie technologiami z wykorzystaniem metody technology roadmapping*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie, z. 73, 2014.
88. Hellwig Z., Siedlecka U., Siedlecki J., *Taksonometryczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*, IRiSS, Warszawa 1997.
89. Hellwig Z., *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielocechowych obiektów gospodarczych*, [w:] W. Welfe (red.), *Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną*, PWE, Warszawa 1981.
90. Helm, D., *The assessment: environmental policy – objectives, instruments and institutions*, Oxford review policy, 14(4) 1998.
91. Hennek K., *Perspektywy rozwoju i wykorzystania pojazdów elektrycznych*, Autobusy 6/2018.
92. Hicks, J., *Value and Capital*. Oxford 1946, UK.
93. Hinterberger, F., Luks, F., & Schmidt-Bleek, F., *Material flows vs. natural capital – What makes an economy sustainable?* Ecological Economics (23) 1997.

94. Holdgate, M.W., *The sustainable use of tropical coastal resources – a key conservation issue*. AMBIO (22) 1993.
95. Holling, C. S. *The resilience of terrestrial ecosystems: local surprises and global change*, Eds. Clark, W. C., & Munn, R. E. Sustainable Development of the Biosphere. Cambridge University Press, Cambridge, UK 1986.
96. Holling, C. S., *Adaptive Environmental Assessment and Management*. New York 1978.
97. Holling, C. S., *Resilience and stability of ecological systems*, Annual Review of Ecology and Systematics (4) 1973.
98. Hove H., *Critiquing Sustainable Development: A Meaningful Way of Mediating the Development Impasse?* Undercurrent 1(1), 2004.
99. Huanacuni-Mamani, F. Buen Vivir / Vivir Bien, *Filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas*, Lima: Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas, 2010.
100. Jabareen Y., *A new conceptual framework for sustainable development*, Environment, Development and Sustainability 10(2) 2008.
101. Jabłoński A., *Modelowanie zrównoważonego biznesu w budowie długoterminowej wartości przedsiębiorstw z uwzględnieniem ich społecznej odpowiedzialności*, Difin, Warszawa 2013.
102. Jacobs M., *Sustainable Development – From Broad Rhetoric to local Reality*, Conference Proceedings from Agenda 21 in Cheshire, 1 December 1994, Cheshire County Council, Document No. 49., 1995.
103. Jajuga K., *Statystyczna analiza wielowymiarowa*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1993.
104. Janasz W., Koziół K., *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2006.
105. Janikowski R., *Analiza warunków rozwoju technologii środowiskowych w Polsce*, Technologie Ekoinnowacyjne w Badaniach i Praktyce. Wydaw. Ekonomia i Środowisko, Katowice, 2006.
106. Jedlińska M., Łuczak M., Senkus P., Skrzypek A., *Długofalowe trendy w otoczeniu przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej, Współczesne koncepcje i trendy w branży motoryzacyjnej*, ISBN 978-83-926900-6-1, Poznań 2016.
107. Jemielniak D., Czym są badania jakościowe? [w:] Jemielniak D (red.), *Badania jakościowe: Podejścia i teorie*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2012; Flick U.,

- Projektowanie badania jakościowego*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2012;
- Silverman D., *Prowadzenie badań jakościowych*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2008.
108. Jeżak J., Społeczny wymiar sukcesu przedsiębiorstwa w świetle nadużyć końca XX wieku i początku XXI wieku, [w] Kreft Z., *Sukces organizacji – ujęcie zasobowe i procesowe*, Prace i Materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Sopot 2005.
 109. Jeżowski P., *Rozwój zrównoważony i jego nowe wyzwania*, Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego, Studia I Prace, (2) 2012.
 110. Jiliberto, H. R., *A Holarchical Model for Regional Sustainability Assessment, : the case of the region of Murcia, Spain*, Workshop 3: “Towards Regional Sustainable Development: Evaluation Methods and Tools”. June. – Manchester 2003.
 111. Jiliberto, H. R., *Models for Regional Sustainability Assessment*, Journal of Environmental Assessment Policy and Management. Vol. 6 (4) 2004.
 112. Juknys, R., *Darnus vystymasis*, Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto Leidykla, 2008.
 113. Kahuthu, A., *Economic growth and environmental degradation in a global context*, Environ. Dev. Sustain 8 2006.
 114. Kalinowska B., Uryszek., *Zasady komercjalizacji i finansowania innowacyjnych rozwiązań* [w:] Markiewicz D. (red.) *Komercjalizacja wyników badań naukowych krok po kroku*, Centrum Transferu Technologii Politechnika Krakowska, Kraków 2009.
 115. Kapuściński R., *Lapidarium III*, 1997, s. 174-175 cyt. za: M. Zaremba Bielawski, *Leśna mafia. Szwedzki thriller ekologiczny*, Wydawnictwo Agora S.A., Warszawa 2014.
 116. Karakaya E., Hidalgo A., Nuur C., *Diffusion of eco-innovations: A review*, “Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2014, Vol. 33.
 117. Karczewska M., Materzok J., Skonieczny J., *Współczesne Narzędzia Oceny Technologii* [w:] Knosala R. (red), *Innowacje w zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, Wydawnictwo PTZP, Opole 2011.
 118. Kasprzak S., *Normatywny wymiar ekologicznych i socjologicznych idei w systemie prawa państwowego i kościelnego*, Lublin 2003.
 119. Kasprzak W.A., Pelc K.I.: *Strategie innowacyjne i techniczne. Prognozy*. PALMApress, Wrocław, 2008.

120. Kemp R., Arundel A., *Survey indicators for Environmental Innovation*. IDEA report, STEP Group, Oslo 1998.
121. Kemp R., Pearson P., *Final report of the MEI project measuring eco-innovation*, UM-MERIT, 2007.
122. Kihm A., Trommer S., *The New Car Market for Electric Vehicles and the Potential for Fuel Substitution*, "Energy Policy", No. 73, 2014.
123. Kolenda Z., *Rozwój zrównoważony – szlachetna idea i bezradność świata*, PAUza Akademicka 2017, nr 217.
124. Kompa K., *Budowa mierników agregatowych do oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego*, „Zeszyty Naukowe Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej” nr 74, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2009.
125. Konferencja ONZ – “pt. „Środowisko i rozwój” (UNCED — United Nations Conference on Environment and Development)”, Kozłowski S., *Konferencja „środowisko i rozwój” w Brazylii w roku 1992*, Kosmos 1993,42(1).
126. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r., Dz.U. 1997 nr 78 poz. 483.
127. Koroneos C., Rokos D., *Sustainable and Integrated Development – A Critical Analysis*, Sustainability 4, 141–153, DOI: 10.3390/su4010141, 2012.
128. Kosiek T., *Zrównoważony rozwój – rozwiązanie czy ideologia?* Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie, Politechnika Śląska 85, 2015.
129. Kośmicki E., *Problem odpowiedzialności człowieka za ewolucję*, w: red. Dołęga J. M., Czartoszewski J., Skowroński A., *Ochrona środowiska społeczno-przyrodniczego w filozofii i teologii*, Wyd. UKSW, Warszawa 2001.
130. Kostera M., *Antropologia organizacji. Metodologia badań terenowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
131. Koszel M., Bartkowiak P., *Taksonomiczna miara zrównoważonego rozwoju obszarów metropolitalnych w Polsce*, Zeszyty Naukowe, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie 2018
132. Kotler P., *Marketing*, Dom Wydawniczy Rebis, Poznań. 2005.
133. Kowalski D.J., Depta A., *Sustainable development in electromobility*, Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, Organizacja i Zarządzanie, z. 73, 2019.
134. Kowalski D.J., Iłska A., *Metoda TPM w optymalizacji procesów produkcyjnych*, Wydawnictwo SIGMA-NOT, Przegląd Włókienniczy - Włókno, Odzież, Skóra, Wydawnictwo SIGMA-NOT 2018.

135. Kowalski DJ., Ilska A., *Innowacyjne rozwiązania materiałowe w samochodach elektrycznych*, Przegląd Włókienniczy – Włókno, Odzież, Skóra, Wydawnictwo SIGMA-NOT 2020.
136. Kożuch M., *Ekologizacja gospodarki*, Katedra Polityki Przemysłowej i Ekologicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2015; Famielec J., *Ekologizacja jako paradygmat rozwoju społeczno-gospodarczego*, Rozdział I.
137. Kożuch M., Innowacje jako narzędzia rozwoju zrównoważonego, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr 50 (2/2017).
138. KPMG', *Global Automotive Executive Survey*, 2016.
139. Krakowiak-Bal A., *Wykorzystanie wybranych miar syntetycznych do budowy miary rozwoju infrastruktury technicznej*.
140. Krawiec S., Krawiec K., *Rozwój elektromobilności w Polsce. Uwarunkowania, cele i bariery*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe 2017, Nr 332.
141. Kwaśnicki W., *Amalteiści i neomaltuzjanie – dwie wizje rozwoju*, *Ekonomista* Nr 3 2009.
142. Leszczyński M., *Innowacyjność gospodarki jako czynnik postrzegania państwa w środowisku międzynarodowym – casus Unii Europejskiej*, [w:] *Innowacyjność wyzwaniem dla współczesnej gospodarki*, Pająk K., (red.), CeDeWu, Warszawa 2016.
143. Lewin T., *Wiedza w pigułce. Projektowanie samochodów*, Magraf, Warszawa 2019.
144. Lippert I., *An Introduction to the Criticism on Sustainable Development*. Brandenburg University of Technology, Cottbus, 2004.
145. Litman T. *Well Measured: Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada, 2008.
146. Łogwiniuk K., *Zastosowanie metod taksonomicznych w analizie porównawczej dostępu do infrastruktury ICT przez młodzież szkolną w Polsce*, „Economy and Management” nr 1., 2011.
147. Łuniewska M., Tarczyński W., *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej na rynku kapitałowym*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2006.
148. Lusawa R., *Hans Carl Von Carlowitz twórca pojęcia „trwałości”*, *Ekonomia i Finanse*, Rocznik Naukowy Wydziału Zarządzania w Ciechanowie 1-2 (III), 2009.
149. Machowski J., *Ochrona środowiska. Prawo i zrównoważony rozwój*, Wyd. Akademickie ŻAK, Warszawa 2003.

150. Maison D. *Badania marketingowe. Od teorii do praktyki*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Sopot 2005.
151. Makarova I., Shubenkova K., Gabsalikhova L., *Analysis of the city transport system's development strategy design principles with account of risk and specific features of spatial development* [w: Transport Problems. Volume 12, Issue 1, Wydawnictwo Politechnika Śląska, Gliwice 2017.
152. Maler K. G., *Economic theory and environmental degradation: a survey of some problems*, Revista de Analisis Economico(5) 1990.
153. Marciniak S., Ejsmont K.: *Ocena efektywności zintegrowanych systemów produkcyjnych w ujęciu holistycznym – podejście jakościowe*, Przegląd Organizacji, nr 06/2015, 2015.
154. Marciniak S., Rafalski R., *Efektywność przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1983, za Wesołowski W.J., Programowanie nowej techniki, op. Cit.
155. Marciniak S., *Technology Evaluation Using Modified Integrated Method of Technical Project Assessment*, APMS Conference, session: "Ontology-aided Production - Towards Open and Knowledge-driven Planning and Control", Tokyo, 2015.
156. Marciniak S.: *Holistic System of Evaluation of Production Systems Efficiency* [in:] Strzelczak S., Balda P., Garetti M., Lobov A. (red.) Open Knowledge-Driven Manufacturing & Logistics. The eScop Approach. Warsaw University of Technology Publishing House, Warsaw, 2015.
157. Marta R. Jabłońska, Jerzy S. Zieliński: „Wpływ pojazdów elektrycznych na sieci Smart Grid”, Acta Energetica, 2/11, 2012.
158. Masłyk – Musiał E., *Organizacje w ruchu*, Oficyna ekonomiczna, Kraków 2003.
159. Masłyk – Musiał E., *Spółeczeństwo i organizacje*, UMCS, Lublin 1999.
160. Matejun M., *Metoda badania przypadków w naukach o zarządzaniu*, Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa, nr 10/2011.
161. Matejun M., *Zarządzanie innowacjami ekologicznymi we współczesnym przedsiębiorstwie*, [w:] Rozwój zrównoważony – zarządzanie innowacjami ekologicznymi, red. Grądzki R., Matejun M., Media Press, Katedra Podstaw Techniki i Ekologii Przemysłowej Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009.
162. Matusiak K.B., *Innowacje i transfer technologii – słownik pojęć*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2011.

163. Matuszczak A., *Zróżnicowanie rozwoju rolnictwa w regionach Unii Europejskiej w aspekcie jego zrównoważenia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.
164. Mauerhofer, V., *3-D Sustainability: An approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a Sustainable Development*. Ecological economics (64) 2008.
165. Mazur-Wierzbińska E., *Koncepcja zrównowżonego rozwoju jako podstawa gospodarowania środowiskiem przyrodniczym*, [w:] Kopycińska D. (red.), *Funkcjonowanie gospodarki polskiej w warunkach integracji i globalizacji*, Wydawnictwo Naukowe Katedry Mikroekonomii Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2005.
166. Meadows D.H, Meadows D.L., Randers J., Behrens, W.W., *The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Potomac, New York 1972.
167. Metody szczegółowo opisuje i prezentuj m.in.: Decker M. (ed.), *Interdyscyplinarny in Technology Assessment. Implementation and its Chance and Limit*, Springer, Germany 2010.
168. Michalski K., *Przegląd metod i procedur wykorzystywanych w ocenie technologii*, Studia BAS, nr 3(43)
169. Moldan, B., Dahl, A. L., *Challenges to Sustainable Indicators*, Measuring progress towards sustainability: assessment of indicators. – Washington, DC 2007.
170. Morin E., Kern A. B., *Terre-Patrie*, Seuil 1993.
171. Mouchet Ch., *Evaluer pour evoluer. L'exploitation agricole et la durabilité*. Colloque
172. Munasinghe M., *Environmental Economics and Biodiversity Management in Developing Countries*, Ambio, 22(2-3) 1993.
173. Munsfield E., *Industrial Research and Technology Innovation*, Norton W.W. and Co. New York 1968.
174. Muras M., Zabłocki W., *Zastosowanie teorii dyfuzji innowacji na przykładzie wprowadzenia na rynek airbusa a380*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 89., Transport 2013.
175. Muras M., Zabłocki W., *Zastosowanie teorii dyfuzji innowacji na przykładzie wprowadzenia na rynek airbusa a380*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 89., Transport 2013.

176. Naarko J., Ejdyś J. (red.), *Metodologia i procedury badawcze w projekcie Foresight Technologiczny*, NT FOR Podlaskie 2020, *Regionalna Strategia Rozwoju Nanotechnologii*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2011.
177. Niedzielski P., Rychlik K., *Innowacje i Kreatywność*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2006.
178. Niemczyk J., *Metodologia nauk o zarządzaniu* [w:] Czakon W (red.), *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa 2013.
179. Nowak E., *Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych*, Wyd. PWE, Warszawa, 1990.
180. Olejniczak K., *Innowacje ekologiczne jako narzędzie wspierania zrównoważonego rozwoju*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Zarządzanie Nr 19 (2015), s. 56., [za] *Competitiveness and Innovation Framework Programme*, European Commission, Brussels 2007.
181. Oltra V., Saint Jean M, *Sectoral systems of environmental innovation: an application to the French automotive industry*, "Technological Forecasting & Social Change" 2009, Vol. 76.
182. Oslo Manual. *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition. OECD/Eurostat 2005.
183. Osorio, R., L. A., Lobato, M. O., & del Castillo, X. A., *Debates on Sustainable Development: Towards a Holistic View of Reality*, Environment, Development and Sustainability (7) 2005.
184. Paarlberg P., Bredahl M., Lee J., Multifunctionality and Agricultural Trade Negotiations. *Review of Agricultural Economics* 24(2), 322–335, DOI: 10.1111/1467-9353.00022, 2002.
185. Pach J., Mayer P., *Kompozyty polimerowe z roślinnymi włóknami naturalnymi na potrzeby współczesnej motoryzacji*, *Mechanik* nr 3/2010.
186. Parfitt M.K., Sanvido V.E., *Checklist of critical success factors for building projects*, *Journal of Management in Engineering*, 9 (3), 1993.
187. Parris, T. M., Kates, R. W., *Characterizing and measuring sustainable Development*, *Annual Review of Environment and Resources*. Vol. 28 (13) 2003.
188. Patton M., *Quality in qualitative research: methodological principles and recent developments*, „*Journal of the American Educational Research Association*”, Chicago 1985.

189. Pearce D., Markandya A., Barbier, E., *Blueprint for a Green Economy*. London 1989.
190. Pezzey J., *Economic Analysis of Sustainable Growth and Sustainable Development*, The World Bank Environmental Department Working paper No 15. Washington D. C. 1989.
191. Pezzoli K., *Sustainable development: A transdisciplinary overview of the literature*, Journal of Environmental Planning and management (40) 1997.
192. Piech K., *Technologie, edukacja i innowacje w teoriach wzrostu gospodarczego*, Polityka Gospodarcza 2004, nr 9.
193. Pierantoni I. A., *Few Remarks on Methodological Aspects Related to Sustainable Development*, Measuring Sustainable Development: Integrated Economic, Environmental and Social Frameworks. OECD 2004.
194. Pirages, D.C., *A social design for sustainable growth*. In: The Sustainable Society – Implications for Limited Growth. New York 1977.
195. Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości” Ministerstwo Energii.
196. Platje, J., *"Institutional Capital" as a factor of sustainable development – The importance of an institutional equilibrium*, Technological and Economic Development of Economy, 14(2) 2008.
197. Pocięcha J., Podolec B., Sokołowski A., Zając K., *Metody taksonomiczne w badaniach społeczno-ekonomicznych*, PWN, Warszawa 1988.
198. Poczta-Wajda A., Sapa Agnieszka, *Pardygmat rozwoju zrównoważonego – ujęcie krytyczne*, Progres in Economic Sciences Nr 4 2017.
199. Podsumowanie projektu pilotażowego, *Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych*, Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, Warszawa 2019.
200. Pomykański A., *Innowacje*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2001.
201. Porter A. L. et. al., *A guidebook for technology assessment of new technology for the manufacturing enterprise*, North Holland, New York 1980
202. Porter M.E., Kramer M.R., *Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility*, „Harvard Business Review” 2006, Vol. 84, No. 12.
203. Projekt „Innowacyjne technologie kluczem do sukcesu podkarpackich przedsiębiorstw – certyfikowane szkolenia Autodesk”, *Korzyści z wdrażania innowacji*, Rzeszów 2015.
204. Przewodnik infograficzny po wybranych zagadnieniach, *Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych*, PSPA Warszawa 2018.

205. Pszczółowski T., *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*. Zakład Narodowy Ossolińskich – Wydawnictwo, Wrocław, 1978.
206. Publikacja Oslo: *Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji*, Wydanie trzecie, OECD/Wspólnoty Europejskiej, 2005.
207. Rada Techniczna ENEA Operator, *Stacje elektroenergetyczne 110 Kv*, Zeszyt 1. Stacje dwutransformatorowe 110 kV/SN, 2017.
208. Radermacher, W., *Indicators, Green Accounting and Environment Statistics-Information Requirements for Sustainable Development*. International Statistics Review (67), 1999.
209. Raffer K., Singer H., *The economic North-South divide: six decades of unequal development*. Edward Elgar. Cheltenham, 2001, DOI: 10.4337/9781843761457.
210. Rakoczy B., *Procesowy wymiar zasady zrównoważonego rozwoju*, Białostockie Studia Prawnicze 2015.
211. Raport Komisji dla Światowej Konferencji ds. Środowiska i Rozwoju (WCED) „*Our Common Future*”, United Nation, New York 1987.
212. Raport, *Pojazdy elektryczne jako element sieci elektroenergetycznych*, Pspa Warszawa 2018.
213. Ribot, J. C., Najam, A., & Watson, G., *Climate variation, vulnerability and sustainable development in the semi-arid tropics*, Eds. Ribot, J. C., Magalhaes, A. R., & Pangides, S. S. Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the Semi-Arid Tropics. Cambridge 1996.
214. Roessner D., *Quantitative and qualitative methods in the evaluation of research*, Research Evaluation, vol 8, no. 2, August 2000, pp. 125 -132; Cetron M. J., Matrino J., Roepcke L., The Selection of R&D Program Content – Survey of Quantitative Methods, IEEE Transactions on Engineering Management, vol. em 14, no. 1., march 1967.
215. Rogers, E.M., *Diffusion of Innovations*. 4th edition, New York 1995, The Free Press.
216. Romanowska M., Giereszewska G., *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, Wyd. PWN, Warszawa 2001, s. 87-112; Stabryła A., *Zarządzanie strategiczne w teorii i praktyce*, Wyd. PWN, Warszawa 2000.
217. Rudnicki M., *Prawne i ekonomiczne dylematy zrównoważonego rozwoju w dobie ogólnoświatowego kryzysu*, Studia Ecologiae et Bioethicae 7/2, 2009.
218. Rudnicki T., *Pojazdy z silnikami elektrycznymi*, Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 80/2008

219. Schumpeter, J., *The Theory of Economic Development*, Cambridge, Mass: Harvard University Press 1934.
220. Sidor – Rządowska M., *Kształtowanie nowoczesnych systemów ocen pracowników*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006, s. 122.
221. Sikora J., Uziębło A., *Innowacja w przedsiębiorstwie - próba zdefiniowania*, Zarządzanie i Finanse 2013.
222. Skarbek W., *Wybrane Zagadnienia Metodologii Nauk Społecznych*, Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie, Piotrków Trybunalski 2013.
223. Skonieczny J., Świda A., Twórczość jako podstawowy czynnik rozwoju gospodarki. [w:] *Wiedza w gospodarce i gospodarka oparta na wiedzy. Edukacja w gospodarce opartej na wiedzy*. pod red. Hopeja M., Moszkowicza M., Skalika J., Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław, 2010.
224. Sławińska M., Witczak H (red.), *Podstawy metodologiczne prac doktorskich w naukach ekonomicznych*, PWE, Warszawa 2012.
225. Słownik języka polskiego PWN.
226. Słownik Wyrazów Obcych PWN. PWN, Warszawa, 1980.
227. Smith A., *Badania nad naturą i przyczynami bogactwa narodów*, Tom I, Warszawa 1954.
228. Sobczuk S., *Kryzys ekologiczny ostrzeżeniem i przestrogą dla współczesnego świata i człowieka*, Rozprawy Społeczne 2(VII), 2013.
229. Sobczyk M., *Statystyka*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2000.
230. Solow R. M., *The economics of resources and the resources of economics*, American Economics Review (64) 1974.
231. Solow, R. M., *An Almost Practical Step towards Sustainability*, Resources Policy (19) 1993, s. 162-172.
232. Solow, R. M., *On the intergenerational allocation of exhaustible resources*, Scandinavian Journal of Economics 1986., 88(2).
233. Spangenberg, J. H., *Institutional sustainability indicators: an analysis of the institutions in Agenda 21 and a draft set of indicators for monitoring their affectivity*, Sustainable Development. Vol. 2 (10) 2002.
234. Spangenberg, J. H., Omann, I., Bockermann, A., & Meyer, B., *Modelling sustainable development*, Eds. Matthies, M., & Malchow, H. Integrative Systems Approaches to Natural and Social Dynamics, Berlin 2000.
235. Spedding, C.R.W., *Agriculture and the Citizen*, Chapman & Hall, 1996.

236. Stasik A., *Jak prowadzić partycypacyjną ocenę technologii? Przegląd metod i technik*, Studia BAS, nr 3(43), 2015.
237. Stevens S.S., *Measurement, Psycho-Physics and Utility*, [w:] *Measurement: Definitions and Theories*, red. nauk. C.W. Churchman, P. Ratoosh, Wyd. Wiley, New York, 1959.
238. Stupnicki R., *Analiza i prezentacja danych ankietowych*, Wydawnictwo Akademii Wychowania Fizycznego, Warszawa 2015.
239. Sudoł S., *Przedsiębiorstwo. Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. Zarządzanie przedsiębiorstwem*, PWE, Warszawa 2006.
240. Szreder M., *Metody i techniki sondażowych badań opinii*, PWE, Warszawa 2010.
241. Sztumski W., Refleksje na temat rozwoju zrównoważonego. (Czy rozwój zrównoważony jest fikcją, utopią, iluzją czy oszustwem?). *Problemy Ekorozwoju* 3(2) 2008.
242. Tidd J., Bessant J., *Zarządzanie innowacjami: integracja zmian technologicznych, rynkowych i organizacyjnych*, Wydaw. Wolters Kluwer Polska Sp. z o. o., Warszawa 2013.
243. Tran T. A., Daim T. U., A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 75 (9), 2008.
244. Tran T. A., *Review of Methods and Tools Applied in Technology Assessment Literature* [in:] Kocaoglu D. F., Anderson T. R., Daim T. U. (eds.) *Proceedings Management of Converging Technologies*, Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Portland (Oh) 2007.
245. Trocki M., Grucza B., Ogonek K., *Zarządzanie projektami*, PWE, Warszawa 2003.
246. Trojanowski M., *Marketing bezpośredni. Koncepcja – zarządzanie – instrumenty*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 2010.
247. Trzmiel-Grzybowska W., *Rozwój przedsiębiorczości przez innowacje w Polsce Wschodniej*, [w:] *Czas na pieniądz. Zarządzanie finansami. Współczesne wyzwania teorii i praktyki*, red. D. Zarzecki, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2011.
248. Tundys B., *Miary ekoinnowacyjności jako element zielonego łańcucha dostaw*, „Logistyka” 2015, nr 2.
249. Urząd Statystyczny w Katowicach Śląski Ośrodek Badań Regionalnych, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski 2015*, ISBN 978-83-89641-54-0, Katowice 2015.

250. Urząd Statystyczny w Katowicach Śląski Ośrodek Badań Regionalnych, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski 2011*, ISBN 978-83-89641-04-5, Katowice 2011.
251. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne*.
252. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska*.
253. Venkatesh V., Davis F. D., *A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies*, Management Science, vol. 46 (2), 2000.
254. Ward B., Dubos R., *Only One Earth: The Care and Maintenance of a Small Planet*, Norton, 1972.
255. Wasiak I., Błaszczak P., Wojciechowska K., *Tendencje rozwoju aut elektrycznych w Unii Europejskiej*, „Logistyka” nr 3, 2014, s. 6591-6598.
256. Weizsäcker von E.U., Lovins A.B., Hunter Lovins L., *Mnożnik cztery, podwojony dobrobyt - dwukrotnie mniejsze zużycie zasobów naturalnych*, Toruń 1999.
257. Whitfield P.R., *Innowacje w przemyśle*, PWE, Warszawa 1979.
258. Wolczek P., *Ewolucja podejścia do koncepcji zrównoważonego rozwoju na arenie międzynarodowej*. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 2014.
259. Wołowicz A., *Edukacja – czynnik krytyczny w działaniach na rzecz celów zrównoważonego rozwoju Agendy 2030*, Wydział Zarządzania UŁ, projekt UE w ramach akcji KA203, Łódź 2020.
260. Zacher L.W., *Trwały rozwój – utopia czy realna możliwość?* Problemy ekorozwoju – problems of sustainable development, vol. 3, No 2, 2008.
261. Zastempowski M., *Uwarunkowania budowy potencjału innowacyjnego polskich małych i średnich przedsiębiorstw*, UMK, Toruń 2010.
262. Zienkowski L., *Zamierzenia – hipotezy – wyniki*, w: *Co sprzyja rozwojowi gospodarczemu*, red. L. Zienkowski, WN Scholar, Warszawa 2005.
263. Żołądek Ł., *Nie tylko PKB. Alternatywne wskaźniki rozwoju*, Infos, Biuro Analiz Sejmowych, nr 12(265), 2019.
264. Żukrowska K., *Konkurencyjność systemowa w procesie transformacji. Przykład Polski*, [w:] *Konkurencyjność gospodarki Polski w dobie integracji z Unią Europejską i globalizacji*, red. J. Bossak, W. Bieńkowski, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2005.

Artykuły internetowe:

1. *Call for proposals under the Eco-innovation 2008 programme*. DG Environment, European Commission [dostęp: 2008],
http://ec.europa.eu/environment/etap/ecoinnovation/library_en.htm.
2. CIWEM, *Re-framing sustainable development: a critical analysis* [dostęp: 02.2017],
<http://www.ciwem.org/wp-content/uploads/2016/02/Reframing-Sustainability.pdf>.
3. Człitt, *Skala Likerta cz. 1: metodologia*, <https://www.cziitt.pw.edu.pl/skala-likerta-cz-1/>.
4. Dąbrowski K., Skrzypek K., Leksycki L., *Ewolucja systemów zarządzania jakością i produkcją w przemyśle Motoryzacyjnym*, ReserchGate [dostęp:2019],
<https://www.researchgate.net/publication/330106608>.
5. Damousis I.G., Naberezhnykh D., *Electromobility: A Market Readiness Study* [dostęp: 2014],
https://www.researchgate.net/publication/274248776_Electromobility_a_market_readiness_study_-_Preliminary_findings.
6. Ejsmont K., *Model Oceny Inteligentnych Technologii*,
https://www.researchgate.net/publication/340096372_MODEL_OCENY_INTELIGENTNYCH_TECHNOLOGII.
7. *Ekoinnowacje, Klucz do przyszłej konkurencyjności Europy*, Komisja Europejska [7.04.2016], <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/pl.pdf>.
8. *Electric and hybrid vehicle research, development and demonstration program*. Petroleum-equivalent fuel economy calculation. Final Rule. 10 CFR Part 474. United States Department of Energy, Federal Register 64, 2011.
9. Ghosh N., *The Road from Economic Growth to Sustainable Development: How was it Traversed?* http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1082686.
10. Global EV Outlook 2019,
<https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/>.
11. *Global EV Outlook 2019*,
<https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/>.
12. *Happiness: towards a holistic approach to development*,
[https://unstats.un.org/unsd/broaderprogress/pdf/Happiness%20towards%20a%20holistic%20approach%20t%20development%20\(A-67-697\).pdf](https://unstats.un.org/unsd/broaderprogress/pdf/Happiness%20towards%20a%20holistic%20approach%20t%20development%20(A-67-697).pdf).

13. Kingsnorth P., *Why sustainability is bad for the environment. Environment* [dostęp: 2012], <http://www.abc.net.au/environment/articles/2012/10/02/3601337.htm>, [dostęp: 27.02.2017].
14. Laszlo K., “Sustainability as Usual” Isn’t Good Enough [dostęp: 2010], <http://www.triplepundit.com/2010/05/sustainability-as-usual-isnt-good-enough/>
15. MacDonald J., *Electric Vehicles to Be 35% of Global New Car Sales by 2040*, Bloomberg New Energy Finance (BNEF) 2016, <https://about.bnef.com/blog/electricvehicles- to-be-35-of-global-new-car-sales-by-2040/>.
16. Obserwacje OECD, *Zrównoważony rozwój: powiązanie gospodarki, społeczeństwa i środowiska*, <https://www.oecd.org/insights/41774398.pdf>.
17. OXFAM, *An economy for the 99%. Full report. Oxford 2017* [dostęp: 27.02.2017], https://www.oxfam.org/.sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/bp-economy-for-99-percent-160117-en.pdf.
18. Pociecha J., *Rozwój metod taksonomicznych i ich zastosowań w badaniach społeczno-ekonomicznych* [dostęp:2008], <http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/>.
19. Poradnik, *Zrównoważony rozwój w edukacji leśnej*, Centrum Edukacji Obywatelskiej we współpracy z Lasami Państwowymi w 2015 r., https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/publikacje/dla-nauczycieli/zrownowazony-rozwoj-w-edukacji-lesnej/poradnik_educatora.pdf.
20. Randall T., *Here’s How Electric Cars Will Cause the Next Oil Crisis* [dostęp: 2016], <https://www.bloomberg.com/features/2016-ev-oil-crisis/>.
21. Raport - *Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia 2009*, T. Borys (red.), Jelenia Góra-Warszawa, dokument elektroniczny [dostęp 22.11.2013], <http://www.mir.gov.pl/raporty>.
22. *Raport o Celach Zrównoważonego Rozwoju* [dostęp: 2021], <http://www.unic.un.org.pl/oionz/raport-o-celach-zrownowazonego-rozwoju-2021/3418>.
23. Raport, *Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ, Agenda 2030 w Lasach Państwowych*, Lasy Państwowe, <https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/aktualnosci/lasy-panstwowe-dzialaja-na-rzecz-celow-zrownowazonego-rozwoju/agenda-2030-w-lasach-panstwowych.pdf>.

24. Stiglitz J., *Beyond GDP* [dostęp: 21 października 2019 r.], <https://www.project-syndicate.org/commentary/new-metrics-of-wellbeing-not-just-gdp-by-joseph-e-stiglitz-2018-12?barrier=accesspaylog>.
25. *Stimulating technologies for sustainable development: an environmental technologies action plan for the European Union*, European Commission, 28 January COM (2004) 38 final, Brussels 2004, <http://europa.eu.int/comm/environment/etap>.
26. The Constitution of the Kingdom of Bhutan,
<https://www.nationalcouncil.bt/assets/uploads/files/Constitution%20%20of%20Bhutan%20English.pdf>.
27. *Wskaźniki Zrównoważonego Rozwoju – SDI*,
https://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/Wskazniki_SDI.pdf.

Źródła internetowe:

1. *10 advantages and disadvantages of electric cars*,
<https://freedomgeneral.com/blog/10-advantages-and-disadvantages-of-electric-cars/>
2. *20 dużych firm odpowiada za jedną trzecią emisji gazów cieplarnianych w Europie. Największym trucicielem jest Elektrownia Bełchatów* [dostęp: 24.02.2021],
<https://biqdata.wyborcza.pl/biqdata/7,159116,26819643,20-duzych-firm-odpowiada-za-jedna-trzecia-emisji-gazow-cieplarnianych.html>,
3. *60 najoszczędniejszych aut używanych: średnio spalają mniej niż 6 l/100 km*,
<https://www.wyborcikierowcow.pl/60-najoszczedniejszych-aut-uzywanych-srednio-spalaja-mniej-niz-6-l-100-km/>
4. *A Comparison between EVs and standard Combustion Vehicles*,
[file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Sub_44%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Sub_44%20(1).pdf)
5. *Agenda 2030*, <https://kampania17celow.pl/agenda-2030/>
6. *Akumulator i ładowanie*, <https://www.auto-swiat.pl/testy/testy-nowych-samochodow/nowe-renault-zoe-zasieg-do-390-km-test/ckdc4rf>;
<https://www.renault.pl/samochody-elektryczne/zoe/akumulator-i-ladowanie.html>
7. *Akumulator i ładowanie*, <https://www.renault.pl/samochody-elektryczne/zoe/akumulator-i-ladowanie.html>;
8. *Bezprzewodowe ładowanie samochodów elektrycznych musi stać się standardem*,
<https://spidersweb.pl/autoblog/bezprzewodowe-ladowanie/>

9. *BMW Catalogue i3 i3s*,
https://www.bmw.pl/content/dam/bmw/marketPL/bmw_pl/topics/pricelists-brochures/brochures/BMW_Catalogue_i3_i3s_0219.pdf.
10. *BMW Catalogue i3*, www.bmw-frankcars.pl/www/media/pricelist-brochure/BMW_Catalogue_i3.pdf.asset.1467375414899.pdf.
11. *BMW i3 technical* <https://www.bmw.com.mt/en/all-models/bmw-i/i3/2020/bmw-i3-technical-data.html#tab-1>
12. *BMW i3*, https://pl.wikipedia.org/wiki/BMW_i3
13. *Bmw-group*, <https://www.bmw.pl/pl/topics/fascination-bmw/bmw-group.html>
14. *Bridgestone-dostarcza-opony-do-bmw-i3*,
<https://motofocus.pl/informacje/nawosci/11541/bridgestone-dostarcza-opony-do-bmw-i3>
15. *Cennik KONA Electric*,
https://www.hyundai.pl/fileadmin/user_upload/cenniki/Cennik_KONA_Electric_PY2019.pdf
16. Chądzyński M., Kapiszewski J., *Kto jest papieżem współczesnej ekonomii?* Dziennik Gazeta Prawna [dostęp: 28.04.2018];
<https://gospodarka.dziennik.pl/news/artykuly/573497,kto-jest-papiezem-ekonomii.html>,
17. *Citigo-e-iv*, <https://www.skoda-auto.com/news/news-detail/citigo-e-iv>
18. *Corsa-e*, <https://www.opel.pl/samochody/corsa-wersje/corsa-e/index.html>
19. *Czym są, moc i moment obrotowy silnika? parametry opisujące osiągi auta*,
<https://www.toyota.pl/porady/co-to-jest-moc-i-moment-obrotowy-silnika>
20. *Dane techniczne*, <https://www.bmw.pl/pl/all-models/bmw-i/i3/2017/dane-techniczne.html#tab-0>
21. *Degrowth*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Degrowth>
22. *Differences electric vehicles internal combustion engines*,
<http://www.miamilakesautomall.com/chevy-blog/differences-electric-vehicles-internal-combustion-engines/>
23. *Efekt pamięci*, https://pl.wikipedia.org/wiki/Efekt_pami%C4%99ci
24. *E-golf*, <https://www.volkswagen.pl/pl/modele-i-konfigurator/e-golf.html>;
25. *Electric vs combustion engine what are the differences*,
<http://www.suntecautoglass.com/blog/2018/07/03/electric-vs-combustion-engine-what-are-the-differences.html>

26. *Elektromobilność w Polsce*, www.gov.pl/web/energia/elektromobilnosc-w-polsce
27. *Elektryczne bmw i3 w sprzedaży cena auta w Polsce*,
http://superauto24.se.pl/nowosci/elektryczne-bmw-i3-w-sprzedazy-cena-auta-w-polsce-od-140-900-zl_340989.html
28. *Elektryczny opel corsa e polska cena*, <https://www.opel.pl/samochody/corsa-wersje/corsa-e/index.html>; <https://antyweb.pl/elektryczny-opel-corsa-e-polska-cena/>
29. *Environmental Performance Index 2020*, <https://epi.yale.edu/epi-results/2020/component/epi>
30. *EUR-LEX Baza aktów prawnych Unii Europejskiej*,
https://eurlex.europa.eu/summary/glossary/sustainable_development.html?locale=pl.
[En.wikipedia.org/wiki/sustainable_development](https://en.wikipedia.org/wiki/sustainable_development)
31. *Galopada cen paliw na koniec roku. 2020 r. pozwolił jednak zaoszczędzić kierowcom*, <https://wyborcza.biz/biznes/7,177151,26650273,paliwa-zdrozaly-na-sylwestra.html?disableRedirects=true>
32. Gates B., *4 ways the U.S. can reassert leadership on climate change*, Gates NotesThe Blog of Bill Gates [dostęp: 22.01.2021],
<https://www.gatesnotes.com/Energy/4-ways-the-US-can-reassert-leadership-on-climate-change>,
33. *Geneza pojęcia w pigułce*, http://www.eko.org.pl/pie/dev_geneza.shtml
34. *Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts*,
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/>
35. *Gross National Happiness Commission*, <https://www.gnhc.gov.bt/en>
36. *Happy Planet Index*, <http://happyplanetindex.org>
37. *How many cars are there in the world?* <https://www.carsguide.com.au/car-advice/how-many-cars-are-there-in-the-world-70629>.
38. *Ile aut elektrycznych jeździ po polskich drogach? Oto najnowsze dane* [dostęp: 15.07.2021], <https://forsal.pl/motoforsal/aktualnosci/artykuly/8210088,ile-aut-elektrycznych-jezdzi-po-polskich-drogach-oto-najnowsze-dane.html>,
39. *Ile kosztuje naładowanie auta elektrycznego? Ceny na stacjach DC* [dostęp: 2021];
<https://e.autokult.pl/39804,ile-kosztuje-naladowanie-auta-elektrycznego-ceny-na-szybkich-stacjach-2021>
40. *Ile kosztuje ubezpieczenie samochodu elektrycznego i hybrydy?*
<https://ubezpieczamy-auto.pl/ile-kosztuje-ubezpieczenie-samochodu-elektrycznego-i-hybrydy/>

41. *Indeks Odpowiedzialnego Rozwoju. PKB to za mało...*, http://pie.net.pl/wp-content/uploads/2019/02/PIE-Indeks_Odpowiedzialnego_Rozwoju.pdf.
42. *Jak działa silnik w autach elektrycznych?* <https://electromobilitypoland.pl/baza-wiedzy/2018/09/18/jak-to-dziala-jak-dziala-silnik-w-autach-elektrycznych/>
43. *Jaki kształt ma Ziemia?* <https://zpe.gov.pl/a/jaki-ksztalt-ma-ziemia/Dyuj0jIv6>
44. *Katalog Hyundai IONIQ 2020*,
https://www.hyundai.pl/fileadmin/Katalogi/Katalog_Hyundai_IONIQ_2020.pdf
45. *Kiedy pierwszy przegląd nowego samochodu?* <https://opel.kancierz.com.pl/blog-bez-kantow/kiedy-pierwszy-przeglad-nowego-samochodu/>
46. *Kiedy samochód elektryczny jest lepszy niż spalinowy. Oto garść dowodów, że zasięg to nie wszystko* [dostęp: 31.08.2020],
<https://auto.dziennik.pl/aktualnosci/artykuly/7809897,samochod-elektryczny-benzyna-diesel-polska-zasieg-utrzymanie-eksploatacja-cena-wideo.html>
47. *Kilometr (km)*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kilometr>
48. *Kona electric*,
https://www.hyundai.pl/Samochod/Ekologiczne/kona_electric/?ds_rl=1259185&ds_rl=1276846&ds_rl=1277143&ds_rl=1276846&ds_rl=1277143&gclid=CjwKCAjwhOD0BRAQEiwAK7JHmB7PiZoeaw_bIDNeTpTjwynOZdUrzAJC9a1jzrOlKgKeQCvcCA-YVxoCOQUQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds
49. *Lasy Państwowe stawiają na elektromobilność*, *Kapitał Polski* [dostęp: 09.12.2019],
<https://kapitalpolski.pl/lasy-panstwowe-stawiaja-na-elektromobilnosc/>
50. *Leaf*, <https://www.nissan.pl/pojazdy/nowe-pojazdy/leaf.html>
51. *Limity prędkości. Uwaga na zmianę od 1 czerwca 2021 roku*,
<https://www.motofakty.pl/artykul/limity-predkosci-uwaga-na-zmiane-od-1-czerwca-2021-roku.html>
52. *Litr*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Litr>
53. *Milivolt BMW i3*, <https://www.milivolt.pl/bmw-i3/>
54. *Misja PGL LP*, <https://projekty-rozwojowe.lasy.gov.pl/misja-pgl-lasy-panstwowe>, [dostęp 09.11.2017]
55. *Misja*, <https://www.lasy.gov.pl/pl/nasza-praca/pgl-lasy-panstwowe/misja>, [dostęp 19.12.2019]
56. *Moc silnika a osiągi auta – jak obliczyć moc mini?*,
https://www.mini.com.pl/pl_PL/home/news/moc-silnika.html
57. *Model*, <https://www.evspecifications.com/en/model/8c5dcc>;

58. *Modele i konfigurator* <https://www.volkswagen.pl/pl/modele-i-konfigurator/e-up.html>
59. *Moment obrotowy silnika elektrycznego*,
http://pneumatyka.info.pl/index.php/Moment_obrotowy_silnika_elektrycznego.
60. *Most popular forms of transport*, www.within-reach.org.uk/most-popular-forms-of-transport.html
61. *Nissan LEAF Dane techniczne i Akcesoria*,
https://www.europe.nissancdn.net/content/dam/Nissan/pl/brochures/Techdata/Nissan_LEAF_Dane_techniczne_i_Akcesoria.pdf
62. Noga M., „Trzeba skończyć z "gospodarką kowbojską" Materiał pochodzi z portalu money.pl
63. *Nowe renault zoe zasięg do 390 km test*, <https://www.auto-swiat.pl/testy/testy-nowych-samochodow/nowe-renault-zoe-zasieg-do-390-km-test/ckdc4rf>
64. *Nowy peugeot e 208*, <https://www.peugeot.pl/gama/nasze-samochody/nowy-peugeot-208/nowy-peugeot-e-208.html>
65. *O Agendzie 2030 i SDGs*, https://sdg.gov.pl/o_sdg/
66. *Od czerwca ważna zmiana. Ograniczenia prędkości w obszarze zabudowanym. Ile można jechać?* <https://moto.pl/MotoPL/7,88389,26717321,ograniczenia-predkosci-w-polsce-od-czerwca-jedna-wazna-zmiana.html>
67. *OECD*, <https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/oecd-organizacja-wspolpracy-gospodarczej-i-rozwoju2>
68. *OECD.Stat, Better Life Index*, <https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=BLI>.
69. *Olivier Blanchard*, https://pl.wikipedia.org/wiki/Olivier_Blanchard
70. *Peace of mind*, https://www.mini.com.pl/pl_PL/home/range/electric/peace-of-mind.html#cost_consumption
71. *Peugeot-e-208*, <https://ev-database.org/car/1168/Peugeot-e-208>
72. Pieczonka K., *Liczba elektrycznych samochodów w Polsce podwoiła się w 2020 roku* [dostęp: 20.01.2021], <https://antyweb.pl/liczba-elektrycznych-samochodow-w-polsce-podwoila-sie-w-2020-roku>,
73. *Plastikowy silnik elektryczny?* www.autoexpert.pl/technika-i-serwis/Plastikowy-silnik-elektryczny,13276,1
74. *Po co człowiekowi przyroda*, Newsweek [dostęp 12.08.2018],
<https://www.newsweek.pl/trendy-i-inspiracje/sztuka-odpoczywania-czlowiek-i-przyroda-to-jedno/jjrpfz8>,

75. *Pojazd elektryczny*, https://pl.wikipedia.org/wiki/Pojazd_elektryczny
76. *Premiera-zoe*, <https://www.renault.pl/samochody-elektryczne/premiera-zoe.html>
77. *Rejestracja samochodów elektrycznych. Jak wygląda?* [dostęp: 22 października 2020], <https://mojafirma.infor.pl/moto/auto/zakup-rejestracja/4711409,Rejestracja-samochodow-elektrycznych-Jak-wyglada.html>
78. *Rodzaje napędów samochodów elektrycznych*, <https://elektromobilnosc.com.pl/articles/rodzaje-napedow-samochodow-elektrycznych.html>
79. Roy E.A., *New Zealand's world-first 'wellbeing' budget to focus on poverty and mental health*, „The Guardian”, <https://www.theguardian.com/world/2019/may/14/new-zealands-world-first-wellbeing-budget-to-focus-onpoverty-and-mental-health>.
80. *Samochód elektryczny a spalinowy. Oto największe różnice*, <https://businessinsider.com.pl/technologie/nowe-technologie/auta-elektryczne-i-spalinowe-jakie-sa-roznice/jcdgwf>
81. *Samochody elektryczne zalety wady*, <https://elektromasters.com.pl/samochody-elektryczne-zalety-wady/>
82. *Samochody elektryczne*, <https://www.bmw.pl/pl/topics/fascination-bmw/electromobility/samochody-elektryczne.html>
83. Skąpski R., *Sprzedaż elektrycznych aut na świecie – prowadzi Europa* [dostęp: 2021-02-10], <https://www.auto-motor-i-sport.pl/wydarzenia/Sprzedaz-elektrycznych-aut-na-swiecie-prowadzi-Europa,43005,1>
84. *Special report: Global warming of 1.5 °C*, <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>.
85. *Stacja ładowania Wallbox*, <https://www.bmw.pl/pl/topics/offers-and-services/konfigurator-akcesoriow.stacja-%C5%82adowania-bmw-wallbox-plus.html>
86. *Sustainable dance floor*, <http://www.energy-floors.com/sustainable-dance-floor/>
87. *Sustainable working environment index 2021*, <https://www.epson.co.uk/eco-values>
88. *The electric car burst onto the scene in the late 1800s and early 1900s*, <http://www.businessinsider.com/electric-car-history-20175?IR=T/#the-electric-car-burst-onto-the-scene-in-the-late-1800s-and-early-1900s-1>
89. *The Human Capital Project. Brief*, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30498>.
90. *The impact of electric vehicles on steel and ArcelorMittal*, <https://automotive.arcelormittal.com/2018ElectricVehiclesImpactOnSteel>

91. *The Knowledge to Act*, <https://www.iisd.org/topic/sustainable-development>
92. *Top 7 disadvantages of electric cars*, <https://autowise.com/top-7-disadvantages-of-electric-cars/>
93. *Toyota*, <https://pressroom.toyota.com/scion-fact-sheet/>
94. *Trujące samochody* [dostęp 29.01.2019], <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/trujace-samochody.html>
95. *Types of Electric Vehicles*, <https://www.evgo.com/ev-drivers/types-of-evs/>
96. Ubezpieczenie samochodu elektrycznego i hybrydy – czy musi być drogie?
<https://mubi.pl/poradniki/ubezpieczenie-samochodu-elektrycznego-i-hybrydy/>
97. *United Nations Development Programme, Human Development Index (HDI)*,
<http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>
98. *Well-being*, <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/wellbeing>
99. *Why plastics are the future of automotive hardware*, www.craftechind.com/Why-Plastics-Are-the-Future-of-Automotive-Hardware/
100. *Wizja PGL LP*, <https://projekty-rozwojowe.lasy.gov.pl/wizja-pgl-lasy-panstwowe>,
[dostęp 27.10.2017]
101. *WLTP VS. NEDC*, <https://www.opel.pl/tools/spalanie.html>
102. *Wskaźniki dla biznesu*, <https://sdg.gov.pl/business/>
103. *Wzrost wykładniczy*, https://pl.qaz.wiki/wiki/Exponential_growth.
104. *Zero spalin, kenaf i liście oliwne*, <http://ustamagazyn.pl/2016/04/zero-spalin-kenaf-i-liscie-oliwne/>
105. *Zrównoważony rozwój*, https://pl.wikipedia.org/wiki/Zrównoważony_rozwój
106. *Zrównoważony rozwój*, www.bmw.pl/pl/topics/fascination-bmw/bmw_CSR/zrownowazony-rozwoj.html

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1.1. Zestawienie sieci ładowania samochodów elektrycznych 2021 .	19
Rysunek 1.2. Kluczowe trendy mające wpływ na kształt rynku motoryzacyjnego do 2025 r., według raportu KPMG International pt. „Global Automotive Executive Survey 2016”	20
Rysunek 2.1 Kluczowe formy ładowania prądem AC i DC pojazdów elektrycznych wraz ze wskazanymi różnicami	68
Rysunek 2.2. Punkty ładowania pojazdów elektrycznych	69

Rysunek 2.3. Najpopularniejsze rodzaje wtyczek przeznaczone do ładowania pojazdów elektrycznych w Europie	70
Rysunek 2.4. Wnętrze samochodu BMW i3 Źródło: Katalog BMW i3.....	75
Rysunek 2.5. Przykładowa klasyfikacja wskaźników zrównoważonego rozwoju z uwzględnieniem fragmentacji trzy stopniowej	96
Rysunek 2.6. Wzorzec struktury i szeregowania wskaźników rozwoju zrównoważonego	97
Rysunek 2.7. 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju przyjętych w Agendzie 2030 Opracowanie własne na podstawie: GUS/SDG.....	103
Rysunek 3.1. Schemat blokowy proponowanej metody całościowej oceny technologii elektrycznej	130
Rysunek 3.2. Szczegółowy schemat przebiegu proponowanej metody oceny całościowej innowacyjnej technologii elektrycznej	139
Rysunek 3.3. Etapy wielowymiarowej analizy porównawczej	154
Rysunek 3.4. Zrównoważony rozwój transportu wraz jego zrównoważonymi cechami	165
Rysunek 3.5. Schemat metodyczny do oceny wpływu innowacyjnej technologii elektrycznej na poszczególne wymiary i wybrane cele oraz aspekt zrównoważonego rozwoju	172
Rysunek 3.6. Procedura badań jakościowych	194

SPIS TABEL

Tabela 2.1. Kluczowe wydarzenia, które wpłynęły na powstanie rozwoju zrównoważonego	32
Tabela 2.2. Przykładowe definicje zrównoważonego rozwoju	40
Tabela 2.3. Zestawienie kluczowych wykładni zrównoważonego rozwoju z ujęciem politycznym.....	42
Tabela 2.4. Spojrzenie krytyczne na koncepcję zrównoważonego rozwoju	45
Tabela 2.5. Zestawienie definicji innowacji w szerokim i wąskim ujęciu	56
Tabela 2.6. Analiza wyszczególnionych metod oceny technologii	85
Tabela 2.7. Poszczególne wskaźniki rozwoju społeczno-gospodarczego.....	91
Tabela 2.8. Obszar działań 17 Celów ustalanych i przejętych w Agendzie 2030.....	103
Tabela 2.9. Identyfikacja wskaźników monitorujących cele Agendy 2030	105
Tabela 2.10. Zbiór elementów trwałego synergicznego rozwoju	108
Tabela 3.1. Wpływ aparatu wytwórczego i pojazdu z napędem elektrycznym na zrównoważony rozwój.....	137
Tabela 3.2. Zestawienie parametrów techniczno-użytkowych pojazdów elektrycznych	144

Tabela 3.3. Rangi dla poszczególnych parametrów techniczno-użytkowych.....	149
Tabela 3.4. Wskaźnik dostosowane do oceny swoistego wkładu innowacyjnej technologii elektrycznej (pojazdu z napędem elektrycznym) w aspekcie zrównoważonego rozwoju	166
Tabela 3.5. Wybrane wskaźniki zrównoważonego rozwoju według wymiarów i zakresów tematycznych.....	176
Tabela 3.6. Wymiary wraz z przyporządkowanymi Celami Zrównoważonego Rozwoju.....	184
Tabela 3.7. Wybrane wskaźniki do oceny atrybutów innowacji rzutujących na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym.....	185
Tabela 3.8. Możliwości metody badania przypadków	190
Tabela 4.1. Parametry techniczno-użytkowe samochodu elektrycznego BMW i3.....	197
Tabela 4.2. Zestawienie samochodów elektrycznych uwzględniając moc ładowania: małe pojazdy: 50 - <150 kW oraz oznaczeniem produktu.....	198
Tabela 4.3. Wykaz parametrów techniczno-użytkowych samochodów elektrycznych.....	200
Tabela 4.4. Wyniki otrzymane z analizowanej grupy samochodów elektrycznych wykorzystując metodę porównania parami „każdy z każdym”	200
Tabela 4.5. Ranking wyników porównania parami „każdy z każdym”	201
Tabela 4.6. Rangi dla poszczególnych parametrów techniczno-użytkowych.....	201
Tabela 4.7. Wykaz parametrów techniczno-użytkowych z zawarciem rang	202
Tabela 4.8. Ocena końcowa samochodów elektrycznych na podstawie funkcji addytywnej	203
Tabela 4.9. Ocena końcowa samochodów elektrycznych na podstawie funkcji multiplikatywnej	204
Tabela 4.10. Spis zmiennych oznaczających poszczególne cechy (parametry techniczno-użytkowe) obiektów	205
Tabela 4.11. Analiza statystyczna	206
Tabela 4.12. Standaryzacja.....	207
Tabela 4.13. Zestawienie zmiennych obrazujących parametry techniczno – użytkowe badanych modeli samochodów elektrycznych	207
Tabela 4.14. Wzorzec i antywzorzec dla poszczególnych zmiennych.....	208
Tabela 4.15. Porównanie modeli samochodów elektrycznych na podstawie względnego taksonomicznego miernika rozwoju i wytypowanie najmniejszej i największej rozbieżności danych	211
Tabela 4.16. Zestawienie badanych modeli samochodów elektrycznych i ich odległości od wzorca wraz z miarą rozwoju.....	212
Tabela 4.17. Ranking modeli miejskich samochodów elektrycznych	212

Tabela 4.18. Wartości poszczególnych parametrów wraz z ujęciem kosztów	215
Tabela 4.19. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru ekologicznego	221
Tabela 4.20. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru ekonomicznego	225
Tabela 4.21. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru prawnego	228
Tabela 4.22. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru technologicznego	232
Tabela 4.23. Wartości poszczególnych wskaźników oraz oznaczeń wymiaru społecznego	237
Tabela 4.24. Charakterystyki opisowe analizowanych wyników podskal (wartości).....	242
Tabela 4.25. Najistotniejsze obszary wpływające korzystnie bądź nie na aspekt zrównoważonego rozwoju.....	245
Tabela 4.26. Wartości poszczególnych pozycji i odpowiedzi w wymiarach technologicznym oraz ekonomicznym	248
Tabela 4.27. Atrybuty innowacji rzutujące na akceptację lub odrzucenie pojazdu z napędem elektrycznym	253

SPIS WYKRESÓW

Wykres 4.1. Różnice w kosztach paliwa i energii między pojazdem spalinowym a elektrycznym	217
Wykres 1. Porównanie cen analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych.....	305

ZAŁACZNIKI

Załącznik 1. Wskaźnik zrównoważonego rozwoju kraju z roku 2011 i 2015 poszeregowane według ładów i dziedzin

Tabela 1. Wskaźnik zrównoważonego rozwoju kraju z roku 2011 i 2015 poszeregowane według ładów i dziedzin

2011		2015		
obszary tematyczne	liczba wskaźników	dziedziny	liczba wskaźników	w tym nowe
ŁAD SPOŁECZNY				
Zmiany demograficzne	4	Zmiany demograficzne	4	2
Zdrowie publiczne	5	Zdrowie publiczne	5	2
Integracja społeczna	4	Ubóstwo i warunki życia	6	2
Edukacja	3	Edukacja	5	2
Dostęp do rynku pracy	5	Dostęp do rynku pracy	6	1
Bezpieczeństwo publiczne	2	Bezpieczeństwo publiczne	2	1
Zrównoważone wzorce konsumpcji	3	Wzorce konsumpcji	3	2
razem	26	razem	31	12
ŁAD GOSPODARCZY				
Rozwój gospodarczy	8	Rozwój gospodarczy	10	3
Zatrudnienie	3	Zatrudnienie	4	2
Innowacyjność	4	Innowacyjność	6	2
Transport	1	Transport	4	3
Zrównoważone wzorce produkcji	3	Wzorce produkcji	5	2
razem	19	razem	29	12
ŁAD ŚRODOWISKOWY				
Zmiany klimatu	3	Zmiany klimatu	3	0
Energia	4	Energia	4	0
Ochrona powietrza	4	Ochrona powietrza	4	2
Ekosystemy morskie	1	Ekosystemy morskie	1	0
Zasoby słodkiej wody	3	Zasoby słodkiej wody	4	2
Użytkowanie gruntów	3	Użytkowanie gruntów	4	1
Bioróżnorodność	2	Bioróżnorodność	4	2
Gospodarka odpadami	4	Gospodarka odpadami	5	1
razem	24	razem	29	8
ŁAD INSTYTUCJONALNO-POLITYCZNY				
Globalne partnerstwo / Finansowanie zrównoważonego rozwoju	1	Finansowanie zrównoważonego rozwoju	2	1
–	–	Globalizacja handlu	1	1
Polityka spójności i efektywności	2	Polityka spójności i efektywności	2	1
Otwartość i uczestnictwo	3	Społeczeństwo obywatelskie – otwartość i uczestnictwo oraz aktywność obywatelska	5	3
Aktywność obywatelska	1			
–	–	Równoprawność w zarządzaniu	2	2
razem	7	razem	12	8
Wskaźniki ogółem	76	Wskaźniki ogółem	101	40

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Urząd Statystyczny w Katowicach Śląski Ośrodek Badań Regionalnych, Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski 2015, ISBN 978-83-89641-54-0, Katowice 2015, s. 50.

Załącznik 2. Wybrane cele oraz zasadnicze wskaźniki przeznaczone dla polskiego biznesu

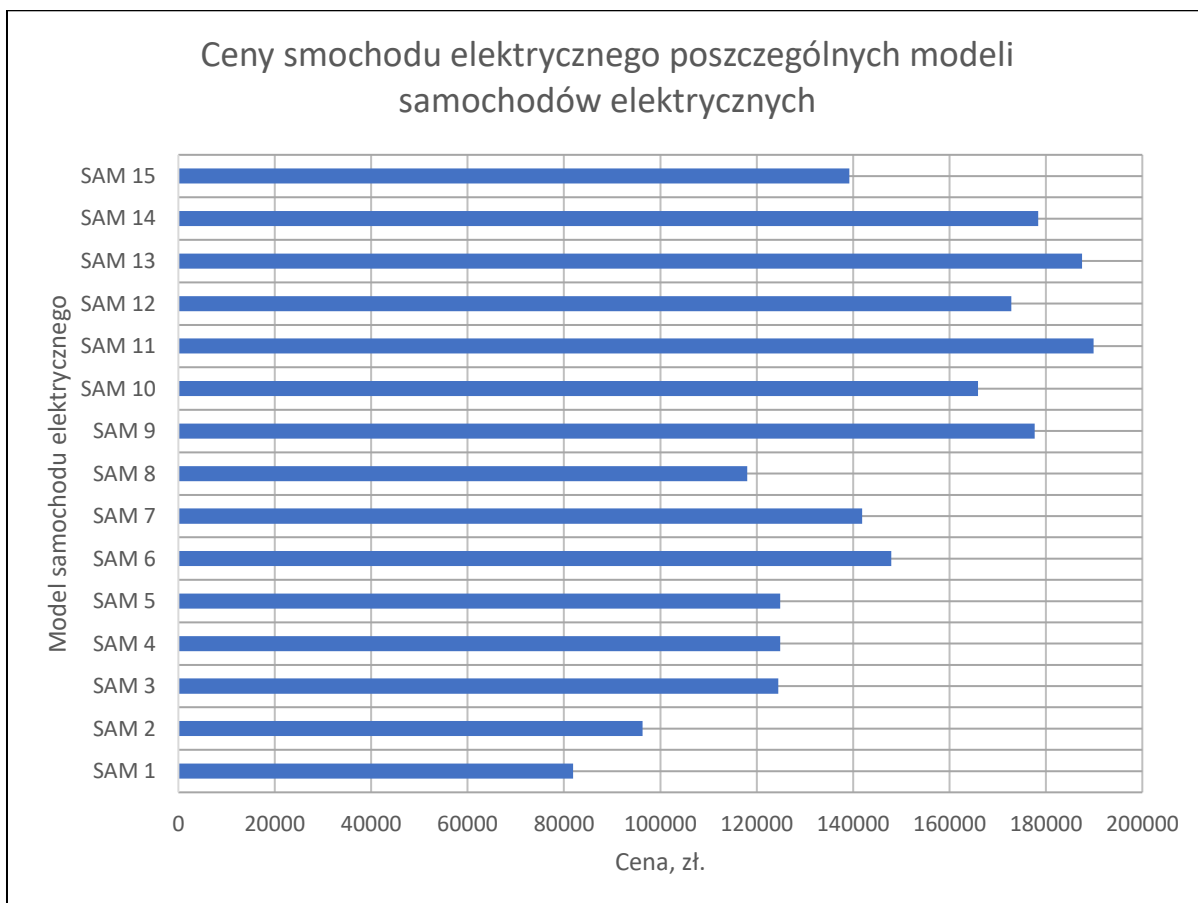
Tabela 2. Wybrane cele oraz zasadnicze wskaźniki przeznaczone dla polskiego biznesu

Cel	Wskaźnik
3 Dobre zdrowie i jakość życia	3.1 Średnie wydatki na zdrowie pracownika
4 Dobra jakość edukacja	4.1 Średnia liczba godzin szkoleniowych przypadających na pracownika 4.2 Liczba uczniów i studentów objętych wsparciem edukacyjnym w stosunku do liczby pracowników 4.3 Odsetek pracowników przeszkolonych w zakresie zrównoważonego rozwoju 4.4 Odsetek pracowników zaangażowanych w inicjatywy na rzecz zrównoważonego rozwoju 4.5 Liczba osób objętych edukacją na temat zrównoważonego rozwoju w stosunku do liczby pracowników
5 Równość płci	5.1 Odsetek kobiet na stanowiskach kierowniczych 5.2 Stosunek wynagrodzenia kobiet do mężczyzn 5.3 Różnica w przyjęciach aplikujących w rekrutacjach kobiet w stosunku do mężczyzn 5.4 Odsetek pracowników przeszkolonych w zakresie przeciwdziałania mobbingowi, molestowaniu seksualnemu, przemocy lub dyskryminacji 5.5 Różnica w korzystaniu z programów wsparcia ułatwiających opiekę nad dziećmi, starszymi rodzicami i innymi osobami zależnymi przez kobiety w stosunku do mężczyzn 5.6 Różnica w korzystaniu z urlopów rodzicielskich przez kobiety w stosunku do mężczyzn
8 Wzrost gospodarczy i godna praca	8.1 Wartość dodana firmy w przeliczeniu na pracownika 8.2 Odsetek zatrudnionych na podstawie umowy o pracę 8.3 Stosunek najwyższego do najniższego wynagrodzenia w firmie 8.4 Stosunek wynagrodzenia pracowników najniższego szczebla do płacy minimalnej 8.5 Fluktuacja pracowników 8.6 Odsetek osób z niepełnosprawnościami wśród pracowników 8.7 Stosunek liczby zgłoszonych naruszeń kodeksu etycznego do liczby pracowników 8.8 Odsetek zakupów, których dostawcy podlegają weryfikacji w zakresie kryteriów CSR
9 Innowacyjność, przemysł, infrastruktura	9.1 Wydatki na działalność innowacyjną w odniesieniu do przychodu 9.2 Odsetek wydatków przeznaczonych na zrównoważone rozwiązania w ramach wydatków działalność innowacyjną

	9.3 Liczba projektów badawczych prowadzonych we współpracy z instytucjami naukowymi w ostatnich 3 latach
12 Odpowiedzialna konsumpcja i produkcja	12.1 Efektywność materiałowa 12.2 Efektywność energetyczna 12.3 Udział wykorzystywanej energii ze źródeł odnawialnych 12.4 Emisja gazów cieplarnianych 12.5 Efektywność wodna 12.6 Odsetek odpadów poddanych recyklingowi lub ponownemu wykorzystaniu 12.7 Odsetek surowców i materiałów pochodzących ze zrównoważonych źródeł”

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Wskaźniki dla biznesu, <https://sdg.gov.pl/business/>

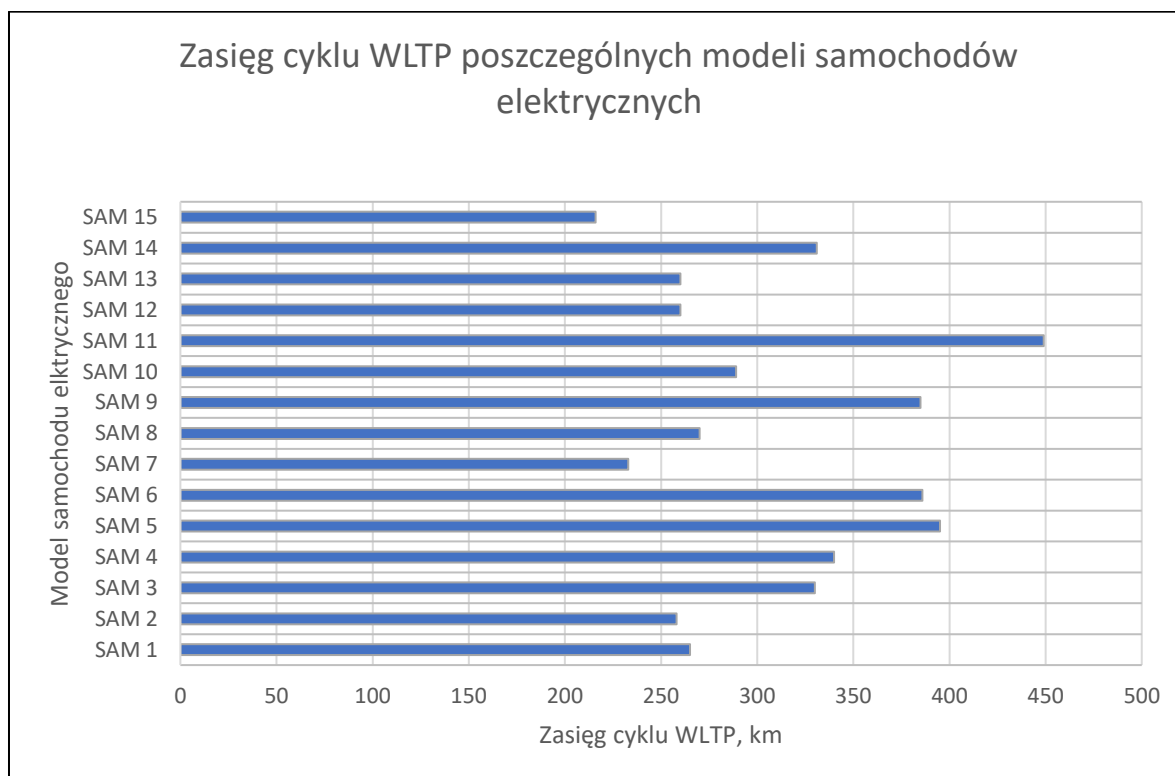
Załącznik 3. Porównanie cen analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych



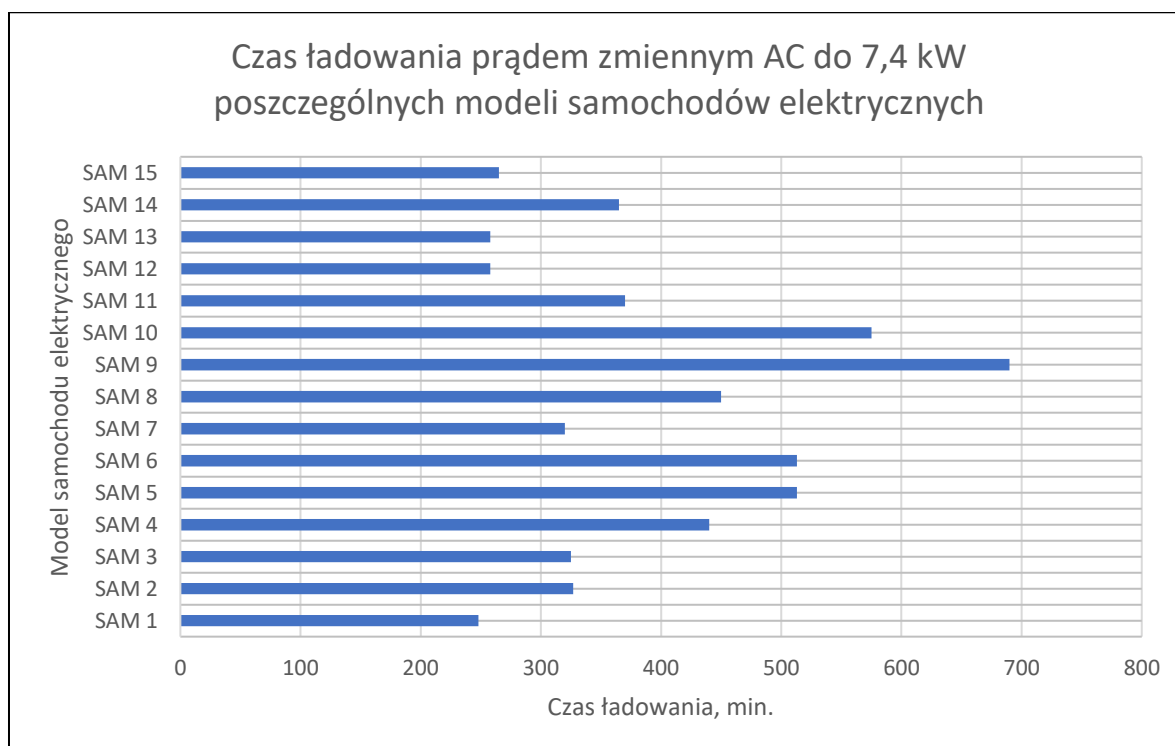
Wykres 1. Porównanie cen analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych

Źródło: Opracowanie własne

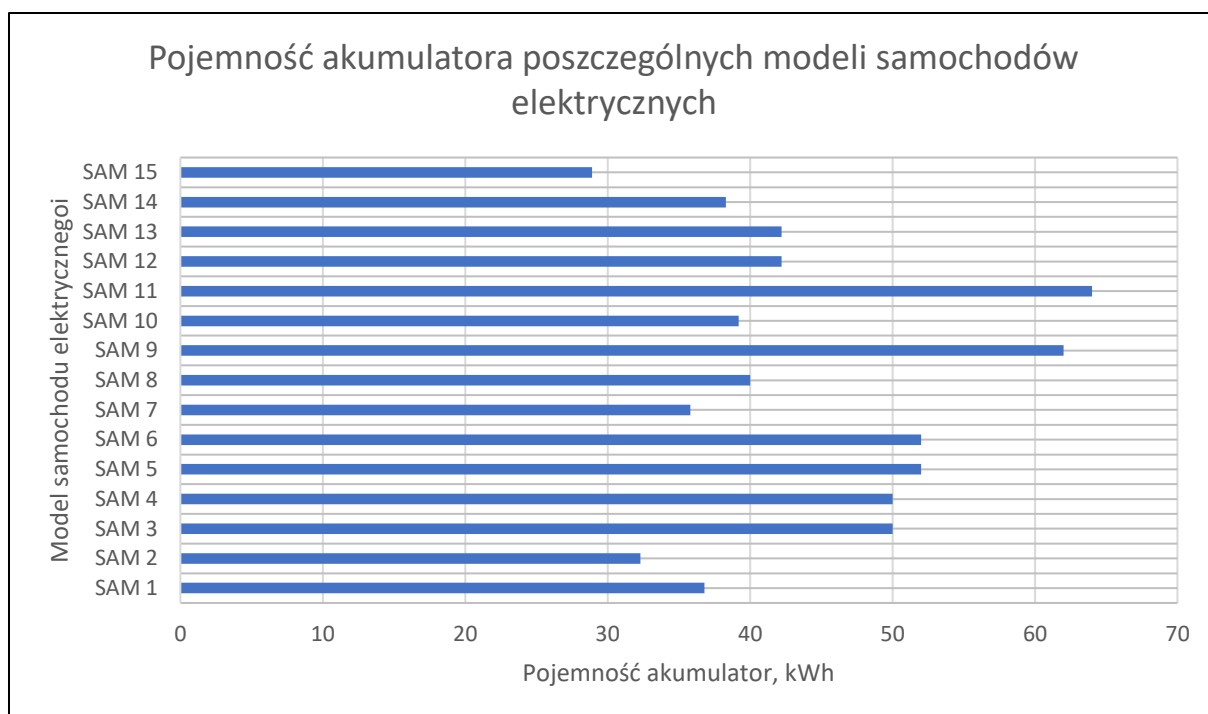
Załącznik 4. Wykresy prezentujące parametry techniczno-użytkowe pojazdów elektrycznych



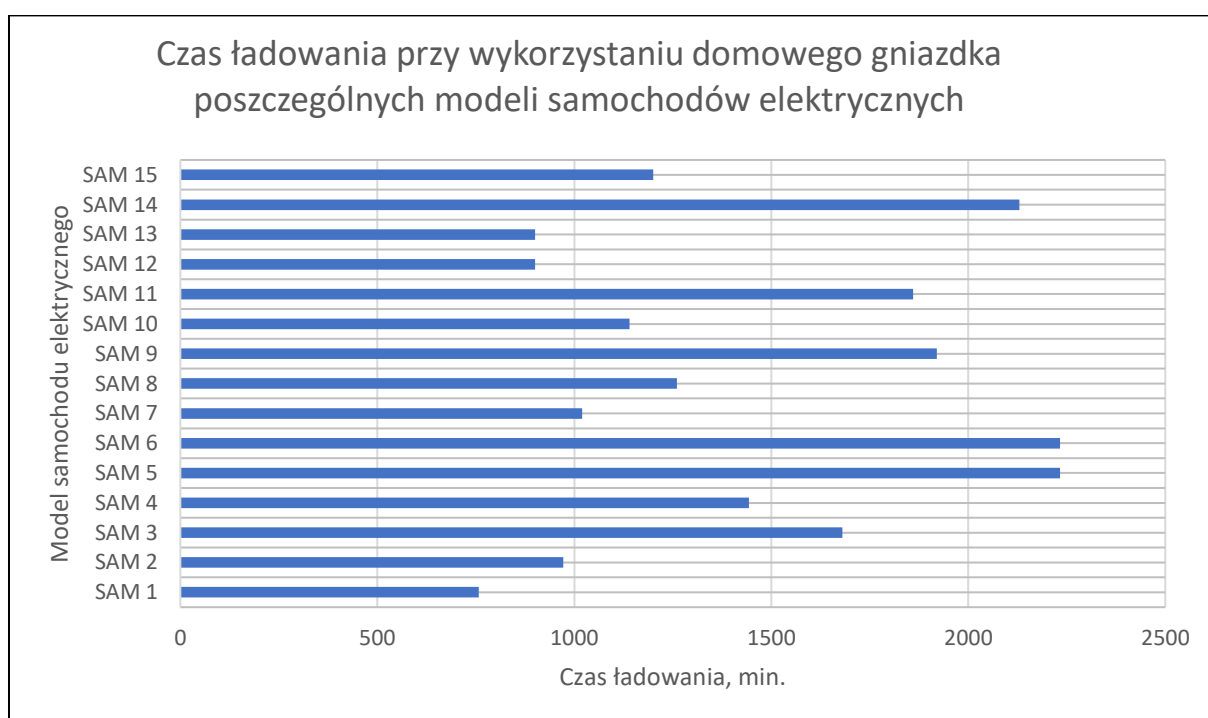
Wykres 1. Porównanie zasięgu analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych



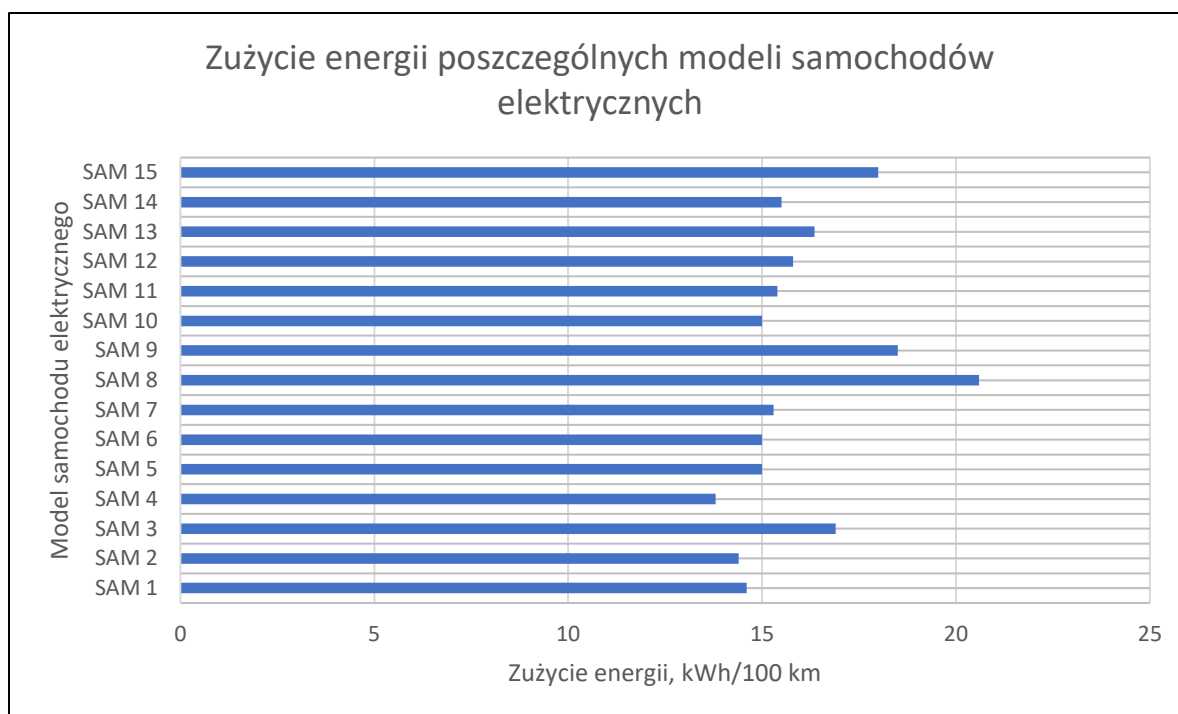
Wykres 2. Porównanie czasu ładowania prądem AC analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych



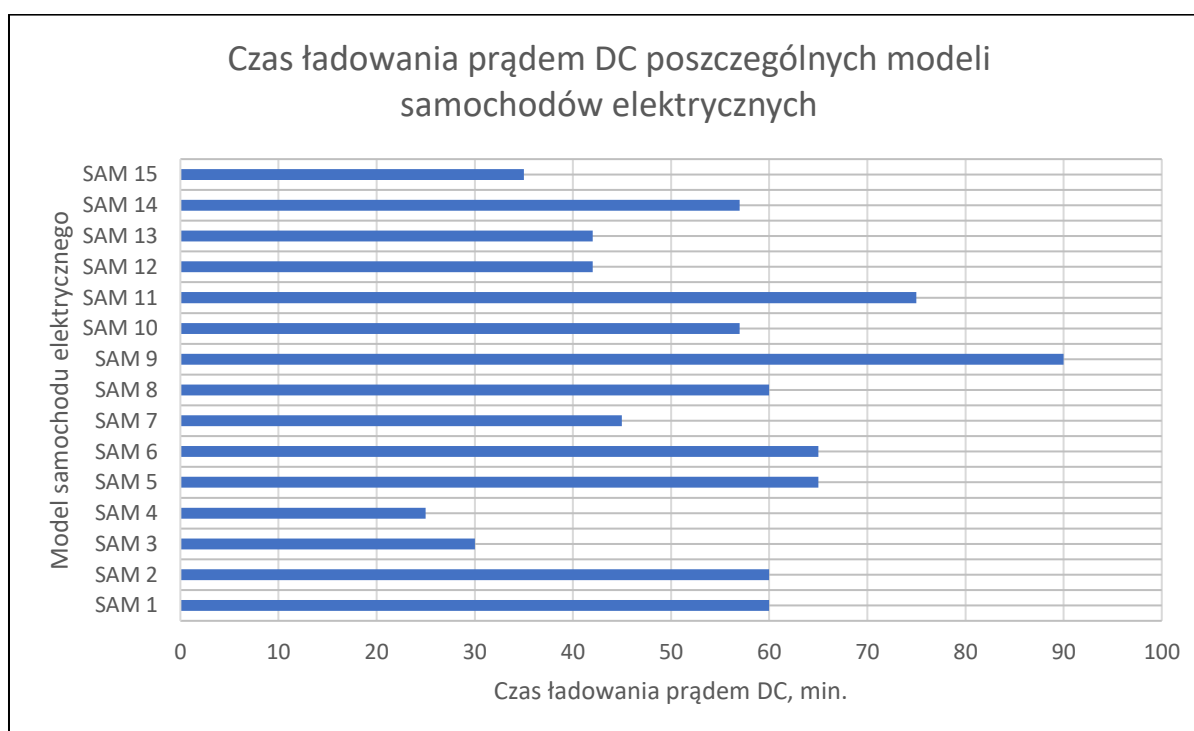
Wykres 3. Porównanie pojemności akumulatorów w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych.



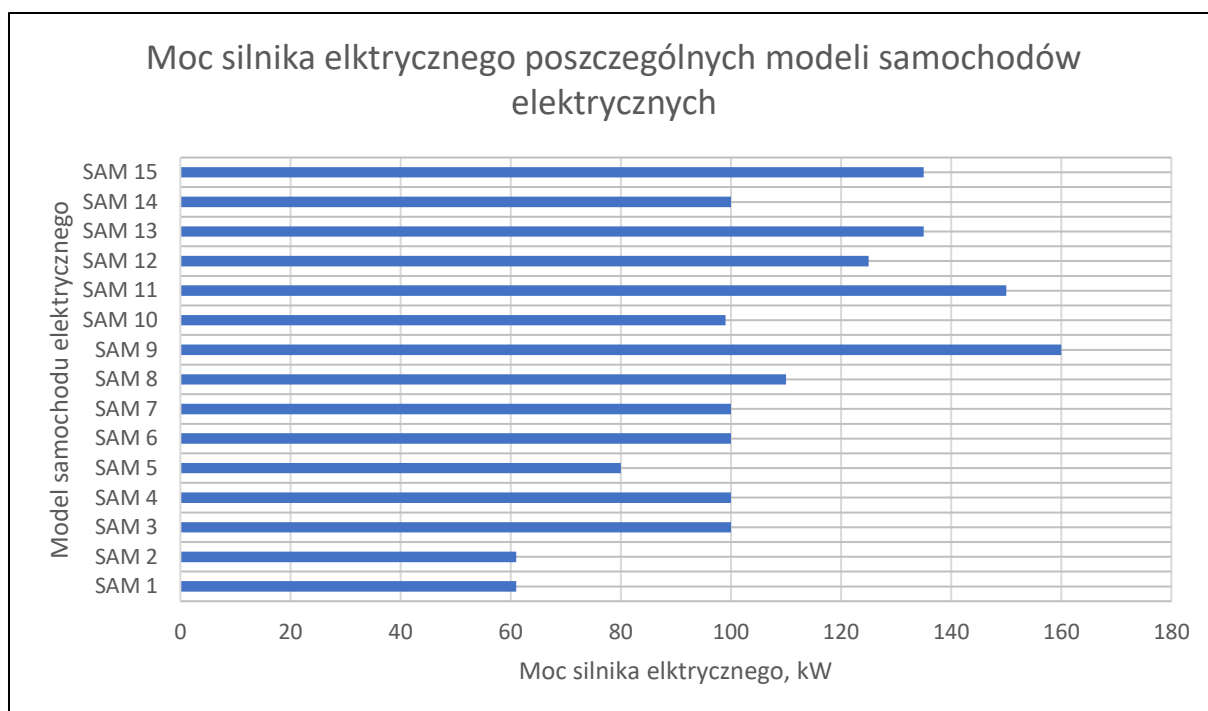
Wykres 4. Porównanie czasu ładowania za pomocą domowego gniazdka w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych



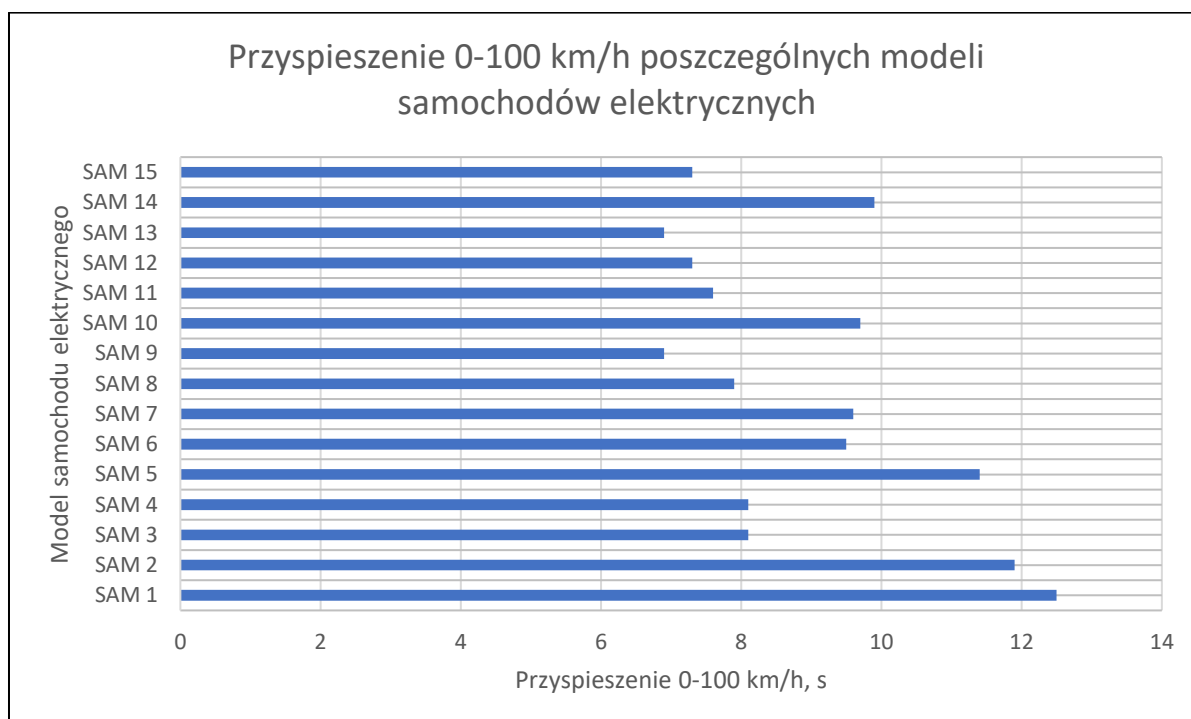
Wykres 5. Porównanie zużycia energii w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych



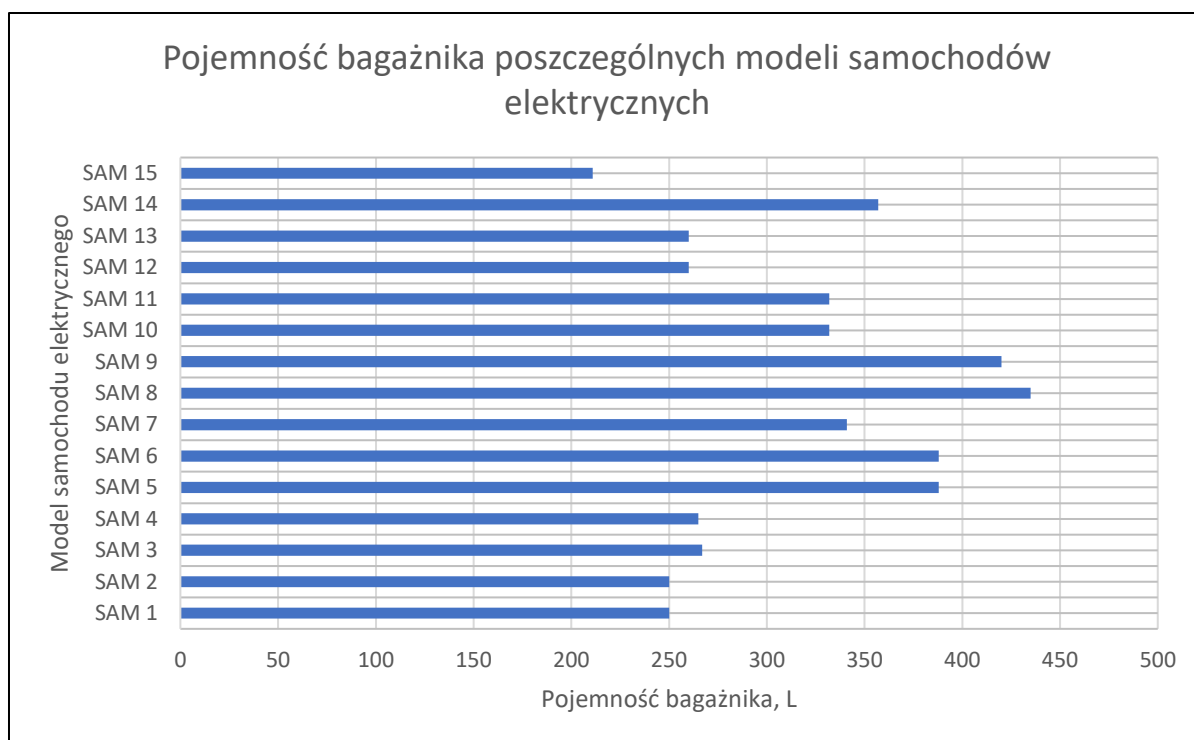
Wykres 6. Porównanie czasu ładowania prądem DC analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych



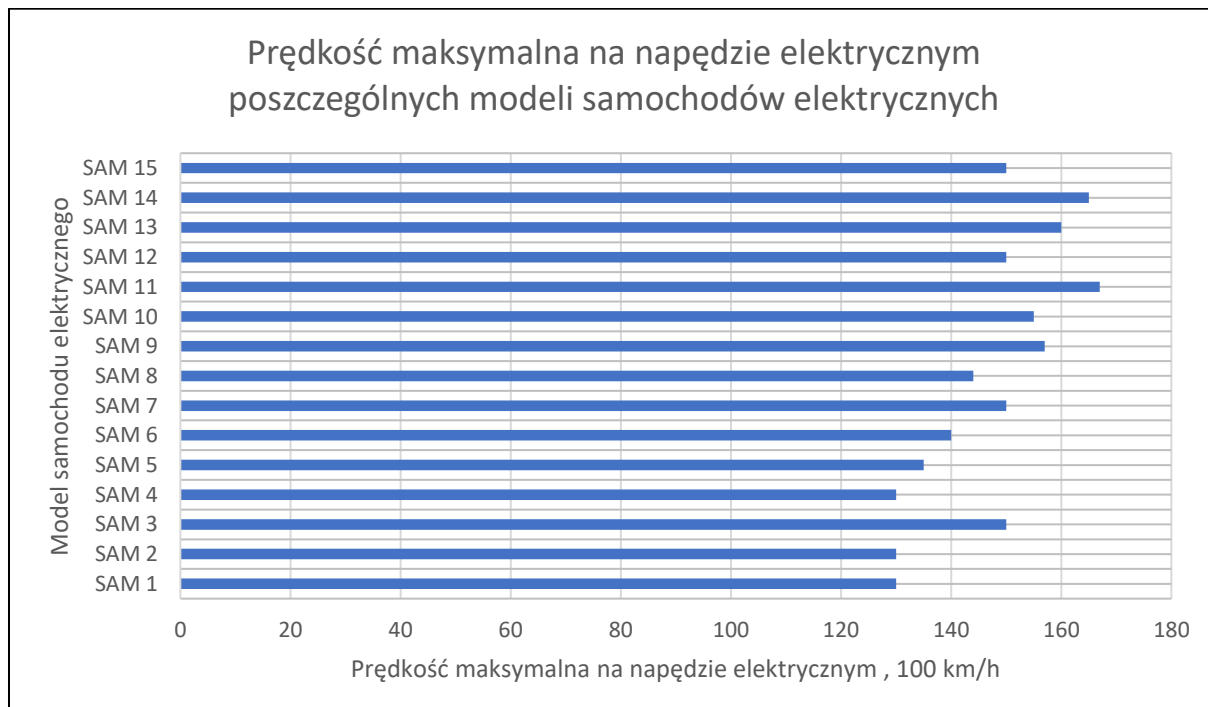
Wykres 7. Porównanie mocy silnika w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych



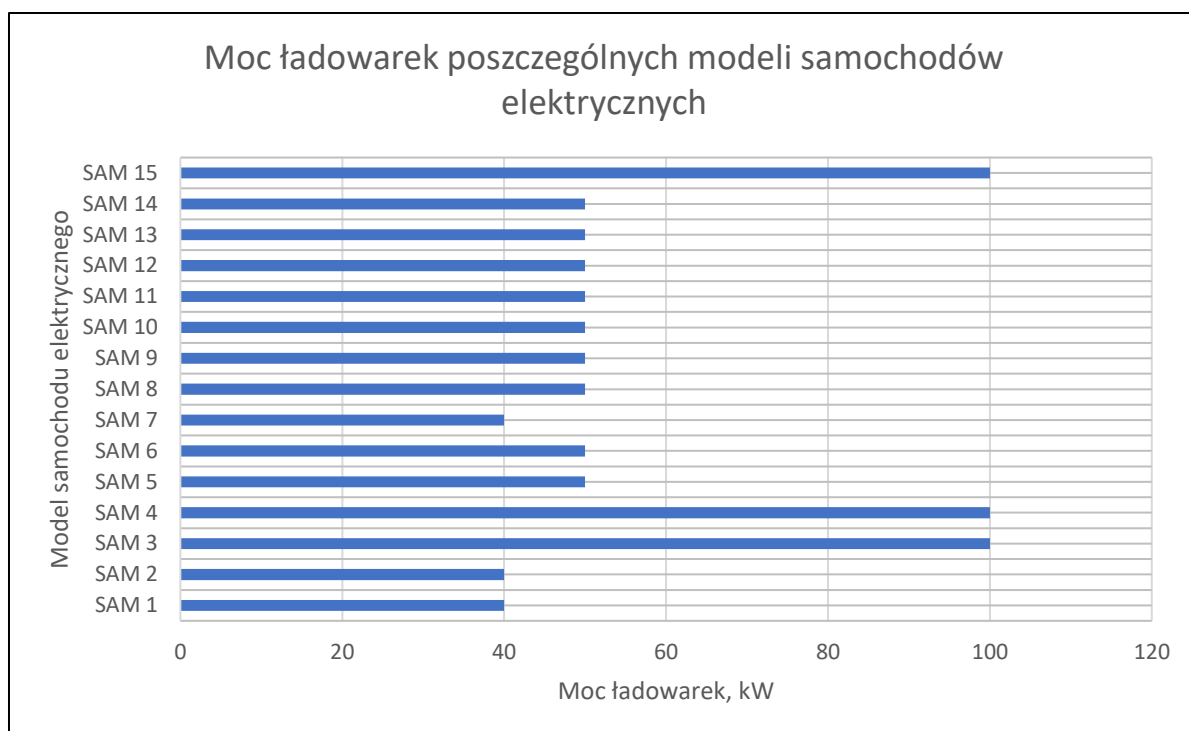
Wykres 8. Porównanie przyspieszenia w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych



Wykres 9. Porównanie pojemności bagażnika w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych



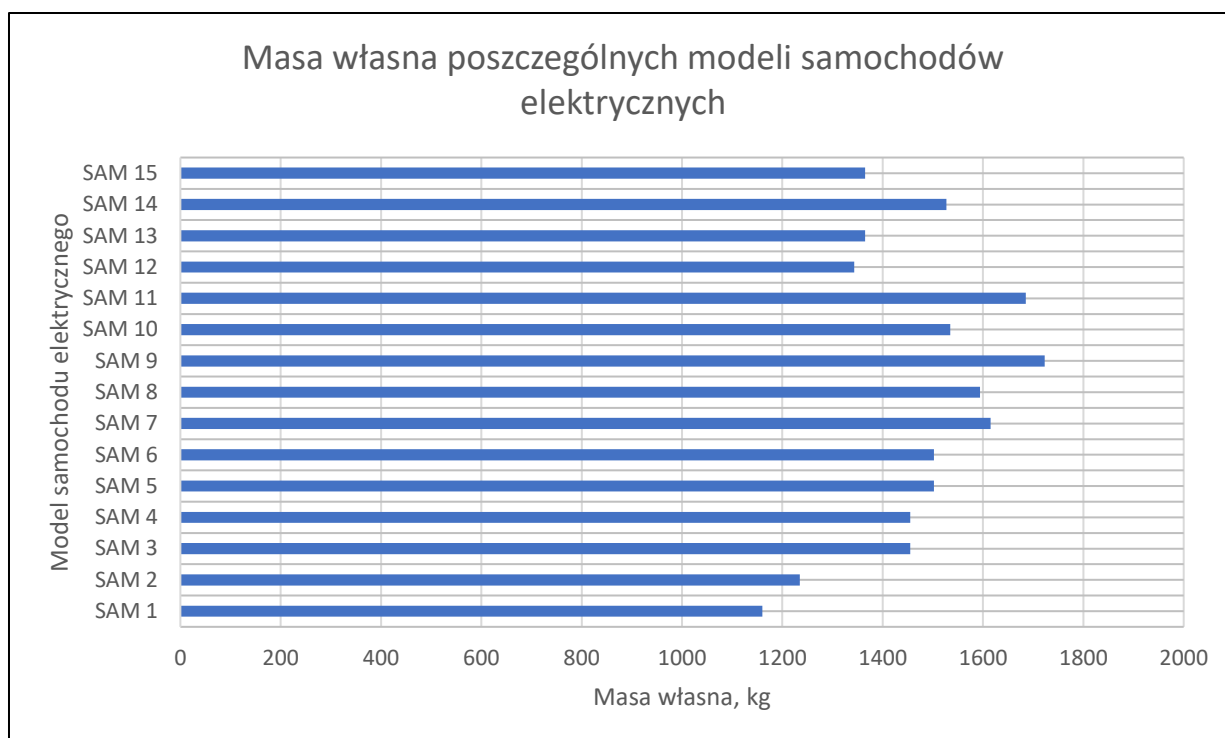
Wykres 10. Porównanie prędkości maksymalnej w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych



Wykres 11. Porównanie mocy ładowarek w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych



Wykres 12. Porównanie maks. Momentu obrotowego w analizowanych pojazdach z napędem elektrycznych



Wykres 13. Porównanie masy własnej analizowanych pojazdów z napędem elektrycznych

Źródło: Opracowanie własne

Załącznik 5. Kwestionariusz badawczy, parametry techniczno-użytkowe

Pieczętka Salonu

PARAMETRY TECHNICZNO – UŻYTKOWE SAMOCHODY ELEKTRYCZNE „MIEJSKIE” (MAŁE POJAZDY: 50 - <150 Kw)

Proszę o określenie wagi cech pojazdów elektrycznych w kolejności od najważniejszej do mniej ważnej, gdzie 1 oznacza cechę najważniejszą, a 13 najmniej ważną oraz procentowy udział tej cechy biorąc pod uwagę, że suma podanych wartości dla wszystkich cech musi wynosić 100%.

KATEGORIA CECHY	LP.	CECHA	WAGA CECHY OD 1-13	WAŻNOŚĆ CECHY OD 0-100%
ZUŻYCIE ENERGII	1.	Zużycie energii w (kWh/100 km)		
ZASIĘG I CZAS ŁADOWANIA	2.	Zasięg km w cyklu WLTP - Cykl mieszany (km)		
	3.	Akumulator pojemność w (kWh)		
	4.	Szybkie ładowanie DC prąd trójfazowy (h)		
	5.	Moc ładowarek (kW)		
	6.	Czas ładowania prądem zmiennym AC do 7,4 kW w (h) oraz poziom naładowania baterii w (%)		
	7.	Domowe gniazdko ładowania (h) oraz poziom naładowania baterii w (%)		
MASA I WYMIARY	8.	Masa własna w (kg)		
	9.	Pojemność bagażnika w (L)		

SILNIK	10	Silnik elektryczny: moc w (kW) i (KM)		
	11	Silnik elektryczny: maks. moment obrotowy (Nm)		
OSIĄGI	12	Prędkość maksymalna na napędzie elektrycznym w (km/h)		
	13	Przyspieszenie 0-100 km/h w (s)		
UWAGI I SPOSTRZEŻENIA				

Źródło: Opracowanie własne

Załącznik 6. Kwestionariusz ankietowy

Kwestionariusz ankietowy

Proszę o wypełnienie danych dotyczących Pani/Pana osoby, a następnie o wypełnienie ankiety poprzez zaznaczenie wybranych odpowiedzi. Wyniki ankiety wykorzystane zostaną do badań naukowych.

WYMIAR EKOLOGICZNY

I. Wpływ pojazdu elektrycznego podczas eksploatacji na otoczenie i środowisko naturalne.

1. Czy eksploatacja Pani/Pana samochodu elektrycznego wpływa na otoczenie oraz środowisko naturalne? *

	TAK	NIE	NIE WIEM
Emisja spalin	☐	☐	☐
Wyciekające oleje oraz płyny eksploatacyjne	☐	☐	☐
Inne szkodliwe oraz toksyczne zanieczyszczenia	☐	☐	☐
Duży hałas dla otoczenia	☐	☐	☐
Odzyskiwanie - rekuperacja energii	☐	☐	☐

*

	TAK	NIE	NIE WIEM
2. Czy istnieje możliwość wykorzystania energii odnawialnej "zielonej energii" w celu naładowania baterii w samochodzie elektrycznym?	☐	☐	☐

3. Czy w poszczególnych fazach cyklu życia pojazdu elektrycznego (włącznie z produkcją akumulatorów trakcyjnych) zachodzi negatywny wpływ na środowisko naturalne? *

	TAK	NIE	NIE WIEM
Na etapie produkcji	☐	☐	☐
Na etapie użytkowania	☐	☐	☐
Na etapie recyklingu	☐	☐	☐

4. Proszę określić skalę hałasu emitowanego przez samochód elektryczny: *

	Bardzo głośny	Głośny	Średni	Cichy	Bardzo cichy
Hałas emitowany przez samochodu elektryczny w czasie użytkowania	☐	☐	☐	☐	☐
Odczuwalny hałas we wnętrzu pojazdu podczas jazdy przy prędkości 100 km/h	☐	☐	☐	☐	☐

II. Wykorzystywane źródła energii elektrycznej podczas ładowania akumulatorów w pojeździe elektrycznym.

1. Pochodzenie źródła energii elektrycznej: *

	TAK	NIE	NIE WIEM
Czy wie Pani/Pan z jakiego źródła pochodzi energia wykorzystywana do ładowania Pani/Pana pojazdu elektrycznego (np. paliwo kopalne, zielona energia itp.)?	☐	☐	☐

Jeśli w powyższym pytaniu odpowiedź brzmi TAK - proszę o odpowiedź na poniższe pytania.
Jeżeli Pani/Pana odpowiedź brzmi NIE/NIE WIEM proszę przejść do punktu III.

2. Poziom wykorzystania „brudnej” oraz „zielonej” energii elektrycznej podczas ładowania samochodu elektrycznego.

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
Ładuję pojazd elektryczny korzystając z energii elektrycznej pochodzącej z "paliw kopalnych"	☐	☐	☐	☐	☐
Ładuję pojazd elektryczny korzystając z energii elektrycznej pochodzącej z ze źródeł odnawialnych (np.. fotowoltaika,	☐	☐	☐	☐	☐

energia
wiatrowa itp..)

III. Wykorzystane materiały, źródła energii do produkcji samochodu elektrycznego oraz recykling.

1. Czy do produkcji Państwa samochodu wykorzystano następujące materiały oraz przykładowe źródła energii? *

	TAK	NIE	NIE WIEM
Materiały pochodzące z recyklingu	☐	☐	☐
Materiały naturalne (np. wełna, drewno, kenaf itp..)	☐	☐	☐
Do produkcji samochodu elektrycznego wykorzystano energię pochodzącą z odnawialnych źródeł energii "zielona energia"	☐	☐	☐

2. Recykling. *

	TAK	NIE	NIE WIEM
Czy samochód elektryczny można podać ekologicznemu recyklingowi?	☐	☐	☐
Czy akumulator trakcyjny w samochodzie elektrycznym, który uległ uszkodzeniu po utracie gwarancji można naprawić lub wymienić na nowy?	☐	☐	☐
Czy utylizacja i przetwarzanie akumulatorów jest szkodliwa dla środowiska naturalnego?	☐	☐	☐
Czy podczas recyklingu akumulatora trakcyjnego można odzyskać metale rzadkie (np. kobalt, nikiel itd..)?	☐	☐	☐
Czy można wykorzystać akumulator trakcyjny, którego sprawność wynosi poniżej 70% jako domowe i	☐	☐	☐

WYMIAR EKONOMICZNY

I. Różnice w bieżących kosztach eksploatacji samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym.

1. Czy w samochodzie elektrycznym przeprowadza się kilometrażowe lub corocznie prace serwisowe związane z wymianą części oraz płynów eksploatacyjnych tj.: *

	TAK	NIE	NIE WIEM
wymiana oleju silnikowego, filtra oleju, oleju w skrzyni biegów, płynu chłodniczego odpowiedzialnego z utrzymanie silnika w optymalnej temperaturze itp.	☐	☐	☐

2. Czy klocki hamulcowe, tarcze hamulcowe wymieniane są z tą samą częstotliwością co w pojazdach z napędem spalinowym? *

	TAK	NIE	NIE WIEM
Wymiana klocków hamulcowych między 30 000 – 50 000 km	☐	☐	☐
Wymiana tarcz hamulcowych między 60 000 – 100 000 km	☐	☐	☐

3. Proszę odpowiedzieć czy wybrane dodatkowe części eksploatacyjne podane poniżej należy wymieniać w samochodzie elektrycznym? *

	TAK	NIE	NIE WIEM
Wymiana rozrządu, wymiana sprzęgła, rozrusznik, alternator itp.	☐	☐	☐
Wymiana akumulatora trakcyjnego - sprawność akumulatora poniżej 70%	☐		

II. Różnice w kosztach eksploatacyjnych między pojazdem spalinowym a elektrycznym.

1. Koszty eksploatacyjne samochodu elektrycznego w porównaniu z samochodem spalinowym są: *

	1	2	3	4	5	
Zdecydowanie wyższe	☐	☐	☐	☐	☐	Zdecydowanie niższe

III. Najistotniejsze zalety oraz wady samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym.

1. Proszę wymienić jakie według Pani/Pana są najistotniejsze zalety samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym?

2. Proszę wymienić jakie według Pani/Pana są kluczowe wady samochodów elektrycznych pod względem ekonomicznym?

3. Czy uważa Pani/Pan, że rozwój elektromobilności wpływa realnie na:

*

	TAK	NIE	NIE WIEM
Wzrost i rozwój gospodarczy Państwa?	☐	☐	☐

WYMIAR PRAWNY

I. Ustawa o elektromobilności oraz paliwach alternatywnych.

1. Dyrektywy, wsparcie dla elektromobilności *

	TAK	NIE	NIE WIEM
Czy pojazdy elektryczne wraz z infrastrukturą wpisują się w dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. odnośnie rozwoju infrastruktury	☐	☐	☐

oraz paliw
alternatywnych?

Czy dyrektywa
2014/94/UE z
dnia 22
października
2014 r., nałożona
na państwa
członkowskie
wpływa/wpływie
na szybsze
upowszechnienie
się samochodów
elektrycznych?



Czy zwolnienie
pojazdów
elektrycznych
m.in. z akcyzy,
opłat i innych
benefitów, które
są zawarte w
ustawie o
elektromobilności
wpływa
korzystnie na
rozwój tego
sektora w
Polsce?



Czy potrzebne
jest wsparcie
rozwoju
elektromobilności
przez Państwo?



2. Jakie według Pani/Pana powinny być podjęte dodatkowe działania Państwa w celu rozpowszechnienia pojazdów elektrycznych (np. większe dopłaty)?

3. Jakie Pani/Pana zdaniem obecne przepisy/dyrektywy/ustawy spowalniają lub wpływają negatywnie na rozwój mobilności w Polsce?

II. Dofinansowanie, dopłaty, ulgi do samochodów elektrycznych.

*

	TAK	NIE	NIE, nie było takiej możliwości
1. Czy otrzymali Państwo dofinansowanie do ceny zakupu nowego samochodu elektrycznego?	☐	☐	☐
2. Jeśli otrzymali Państwo dopłatę do ceny zakupu nowego samochodu elektrycznego to czy dopłaty do samochodów elektrycznych są/były zadawalające/wystarczające?		☐	☐

3. Jeśli nie były zadawalające/ wystarczające lub nie było takiej możliwości to na jakim poziomie Pani/Pana zdaniem powinno być dofinansowanie do ceny zakupu nowego samochodu elektrycznego?

	TAK	NIE
poniżej 10%	☐	☐
10 - 30%	☐	☐
30 - 50%	☐	☐
powyżej 50%	☐	☐

	TAK	NIE	NIE MAM ZDANIA
4. Czy większe wsparcie przez rząd w postaci ulg i dopłat do samochodów elektrycznych wpłynęłoby na zakup przez Państwo większej ilości tych pojazdów w celu zastąpienia tradycyjnych pojazdów spalinowych?	☐	☐	☐

III. Istotność/przydatność ulg-przywilejów.

1. Czy korzysta Pani/Pan z poniższych ulg i przywilejów? *

	TAK	NIE
Darmowe parkingi w centrach miast i	☐	☐

innych miejscach przeznaczonych dla samochodów EV		
BUS-pasy	☐	☐
Bezpłatny wjazd do stref ograniczonego ruchu - ultra niskiej emisji	☐	☐

2. Jeśli korzysta Pani/Pan z darmowych parkingów, BUS-pasów lub innych udogodnień proszę ocenić ich istotność/przydatność:

Darmowe parkingi w centrach miast i innych miejscach przeznaczonych dla samochodów elektrycznych *

	1	2	3	4	5	
Zdecydowanie nieistotne/nieprzydatne	☐	☐	☐	☐	☐	Zdecydowanie istotne/przydatne

Bus-pasy *

	1	2	3	4	5	
Zdecydowanie nieistotne/nieprzydatne	☐	☐	☐	☐	☐	Zdecydowanie istotne/przydatne

Możliwość bezpłatnego wjazdu do stref ograniczonego ruchu - ultra niskiej emisji *

	1	2	3	4	5	
Zdecydowanie nieistotne/nieprzydatne	☐	☐	☐	☐	☐	Zdecydowanie istotne/przydatne

WYMIAR TECHNOLOGICZNY

I. Zasięg samochodu elektrycznego.

1. Czy zasięg samochodu elektrycznego na jednym ładowaniu w codziennym użytkowaniu wpływa negatywnie na komfort użytkowania pojazdu w poszczególnych strefach? *

	TAK		NIE
Miasto	☐		☐
Wieś - tereny wiejskie	☐		☐
Autostrady/drogi szybkiego ruchu	☐		☐
Tereny leśne, plener i inne	☐		☐

II. Ładowanie komercyjne i publiczne

1. W jakim miejscu i jak często ładowany jest samochód elektryczny? *

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
Dom	☐	☐	☐	☐	☐
Praca	☐	☐	☐	☐	☐

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
Ładowarki publiczne/firmowe (parkingi, galerie i in.)	☐	☐	☐	☐	☐

2. Jeśli ładowanie następuje w domu lub w pracy, w tym celu wykorzystywana jest następująca forma ładowania:

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
Ładowanie z gniazdka	☐	☐	☐	☐	☐
Ładowanie z Wallbox	☐	☐	☐	☐	☐
Inna forma ładowania (np. typ ładowarki, ładowanie bezprzewodowe itp.)	☐	☐	☐	☐	☐

3. Z jakich form ładowania oraz stacji ładowania najczęściej korzysta Pani/Pan poza miejscem zamieszkania/pracą? *

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
Ładowanie z gniazdka 2,4 kW	☐	☐	☐	☐	☐
Ładowanie AC 3-22kW	☐	☐	☐	☐	☐
Ładowanie DC 20-25 kW	☐	☐	☐	☐	☐
Ładowanie „szybkie” 50 kW	☐	☐	☐	☐	☐
Ładowanie „dużej mocy” 150 do 350 kW+	☐	☐	☐	☐	☐

4. W którym podziale godzin ładuje Pani/Pan pojazd elektryczny? *

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
- 6:00-13:00	☐	☐	☐	☐	☐
- 13:00-15:00	☐	☐	☐	☐	☐
- 15:00-22:00	☐	☐	☐	☐	☐
- 22:00-6:00	☐	☐	☐	☐	☐

III. Obsługa samochodu elektrycznego i ładowarek

*

	Tak	Nie	NIE WIEM
1. Czy do prowadzenia pojazdu elektrycznego i czynności ładowania wymagane jest odbycie szkolenia?	☒	☐	☐
2. Czy ładowanie samochodu oraz obsługa ładowarek jest trudna/skomplikowana?	☐	☐	☐

IV. Czas ładowania

1. Ile czasu wynosi średni czas ładowania Pani/Pana samochodu elektrycznego? *

- ☒ poniżej 15 min
- ☐ 15 - 30 min
- ☐ 30 - 45 min
- ☐ 45 - 60 min
- ☐ poniżej 2 h
- ☐ 2 - 4 h
- ☐ 4 - 6 h
- ☐ 6 - 8 h
- ☐ 8 - 10 h
- ☐ powyżej 10 h

*

	TAK	NIE	NIE MAM ZDANIA
2. Czy obecny czas ładowania samochodu elektrycznego jest dla Pani/Pana długi?	☐	☐	☐
3. Czy obecny czas ładowania samochodu elektrycznego wpływa na obniżenie komfortu podczas jego eksploatacji?	☐	☐	☐

4. Jaki czas ładowania samochodu elektrycznego do 100% byłby dla Pani/Pana w przyszłości zadowalający? *

- ☐ poniżej 1 min
- ☐ 1 - 5 min
- ☐ 5 - 15 min

☐ ☒ Inne:

V. Miejsce użytkowania pojazdów elektrycznych oraz infrastruktura stacji ładowania

1. Proszę podać miejsce/miejsca oraz częstotliwość korzystania przez Panią/Pana z samochodu elektrycznego? *

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
Miasto	☐	☐	☐	☐	☐
Wieś - tereny wiejskie	☐	☐	☐	☐	☐
Autostrady/drogi szybkiego ruchu	☐	☐	☐	☐	☐
Tereny leśne, plener	☐	☐	☐	☐	☐

2. Proszę określić stopień dostępności infrastruktury ładowania samochodów elektrycznych w niżej wymienionych strefach? *

	Bardzo słabo rozwinięta	Słabo rozwinięta	Umiarkowanie	Dobrze rozwinięta	Bardzo dobrze rozwinięta
Miasto	☐	☐	☐	☐	☐
Wieś - tereny wiejskie	☐	☐	☐	☐	☐
Autostrady/drogi szybkiego ruchu	☐	☐	☐	☐	☐
Tereny leśne, plener	☐	☐	☐	☐	☐

3. Jeśli infrastruktura do ładowania jest słabo rozwinięta proszę podać co jest największym utrudnieniem lub co należy według Państwa niezwłocznie poprawić/wprowadzić/udoskonalić?

▲

▼

VI. Dodatkowe wykorzystanie samochodu elektrycznego.

*

	Tak	Nie
1. Czy oprócz funkcji przemieszczania wykorzystuje Pani/Pan dodatkowo samochód elektryczny do innych celów?	☐	☐

2. Jeśli tak, to proszę podać w jakiej formie oraz w jakim celu?

VII. Zalety i wady oraz braki w ujęciu technologicznym samochodu elektrycznego.

1. Proszę podać zalety technologiczne samochodu elektrycznego (np. lepsza obsługa, itp.):

2. Proszę podać wady samochodu elektrycznego:

4. W których z 6 termicznych pór roku w Polsce odczuł/ła Pani/ Pan spadek zasięgu pojazdu elektrycznego? *

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
Przedwiośnie ze śr. temp. dobową od 0 do 5°C	☐	☐	☐	☐	☐
Wiosna - od 5 do 15°C	☐	☐	☐	☐	☐
Lato - powyżej 15°C	☐	☐	☐	☐	☐
Jesień - od 5 do 15°C	☐	☐	☐	☐	☐
Przedzimy - od 0 do 5°C	☐	☐	☐	☐	☐
Zima - poniżej 0°C.	☐	☐	☐	☐	☐

5. Czy podczas użytkowania pojazdu elektrycznego w poniżej podanych strefach musicie państwo ograniczyć używanie klimatyzacji i/lub ogrzewania w celu ograniczenia spadku jego zasięgu? *

	TAK	NIE
Miasto	☐	☐
Wieś - tereny wiejskie	☐	☐
Autostrady/drogi szybkiego ruchu	☐	☐
Tereny leśne, plener	☐	☐

6. Czy odczuwają Państwo w poniższych strefach (np. miasto, wieś, autostrady, tereny leśne i inne) zmniejszenie komfortu użytkowania spowodowane zmniejszeniem używania klimatyzacji lub ogrzewania? *

	TAK	NIE
Miasto	☐	☐
Wieś - tereny wiejskie	☐	☐
Autostrady/drogi szybkiego ruchu	☐	☐
Tereny leśne, plener	☐	☐

*

	Tak	Nie
7. Czy używanie klimatyzacji i/lub ogrzewania powoduje według Pani/Pana zmniejszenie komfortu użytkowania pojazdu w dłuższych trasach powyżej 200 km?	☐	☐

8. Z których z trzech trybów jazdy (Comfort, Eco pro, Eco pro+) Pani/Pan korzysta i z jaką częstotliwością? *

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
Comfort	☐	☐	☐	☐	☐
Eco pro	☐	☐	☐	☐	☐
Eco pro+	☐	☐	☐	☐	☐

	Tak	Nie
9. Czy podczas używania samochodu, któryś z trzech dostępnych trybów jazdy (COMFORT, ECO PRO lub ECO PRO+) obniża komfort użytkowania samochodu elektrycznego?	☐	☐

VIII. Awarie

1. Czy Pani/Pana samochód uległ/ulega następującym awariom? *

	Nigdy	Czasem	Regularnie	Często	Bardzo często
Akumulator trakcyjny	☐	☐	☐	☐	☐
System termiczny pojazdu	☐	☐	☐	☐	☐
Układ elektryczny	☐	☐	☐	☐	☐
Układ napędowy (silnik elektryczny)	☐	☐	☐	☐	☐
Inne awarie	☐	☐	☐	☐	☐

WYMIAR SPOŁECZNY

I. Wyposażenie, jakość, obsługa samochodu elektrycznego *

	TAK	NIE	NIE WIEM
1. Czy dodatkowe wyposażenie samochodów elektrycznych odbiega od modeli tradycyjnych?	☒	☐	☐
2. Czy jakość pojazdów elektrycznych jest niższa niż odpowiedników z tradycyjnym napędem spalinowym?	☐	☐	☐
3. Czy wybór dodatkowego wyposażenia przy zakupie samochodu elektrycznego jest mniejszy niż w przypadku samochodu spalinowego?	☒	☐	☐
4. Czy obsługa samochodu elektrycznego jest skomplikowana/trudna?	☐	☐	☐

II. Wyposażenie, jakość, obsługa samochodu elektrycznego *

	TAK	NIE	NIE MAM ZDANIA
1. Czy korzystanie z samochodów elektrycznych wpływa realnie na minimalizację zależności państw członkowskich UE od paliw tradycyjnych?	☒	☐	☐
2. Czy zwiększenie zainteresowania przez społeczeństwo pojazdami elektrycznymi wpłynie na szybszy rozwój innowacyjnych sektorów gospodarki?	☐	☐	☐
3. Czy rozwój elektromobilności w kraju wpłynie na pozytywne spostrzeganie Polski przez inne kraje?	☐	☐	☐

III. Bezpieczeństwo *

	TAK	NIE	NIE WIEM
1. Czy samochody elektryczne są bezpieczniejsze podczas kolizji (np. strefa zgniotu, samozapłon itp.)?	☐	☐	☐
2. Czy samochody elektryczne ulegają szybciej zapłonowi niż samochody spalinowe?	☐	☐	☐
3. Czy podczas użytkowania samochodu elektrycznego można zostać porażonym prądem?	☐	☐	☐
4. Czy samochody elektryczne pod względem technicznym są bezpiecznym środkiem transportu?	☐	☐	☐

IV. Informacje o pojazdach elektrycznych *

	TAK	NIE	NIE WIEM
1. Czy ogólnie dostępne informacje na temat elektromobilności są wyczerpujące?	☐	☐	☐
2. Czy informacje na temat samochodów elektrycznych i infrastruktury są łatwo dostępne?	☐	☐	☐
3. Czy ogólnie dostępne informacje w Polsce na temat pojazdów elektrycznych i infrastruktury są wyczerpujące?	☐	☐	☐
4. Czy istnieje przed ewentualnym zakupem możliwość przetestowania lub zapoznania się z pojazdem elektrycznym?	☐	☐	☐
5. Czy występowały u Pani/Pana obawy przed użytkowaniem	☐	☐	☐

	TAK	NIE	NIE WIEM
pojazdu elektrycznego?			

V. Zestawienie pojazdu elektrycznego z spalinowym *

	TAK	NIE	BEZ RÓŻNIC
1. Czy obsługa pojazdu elektrycznego jest łatwiejsza od spalinowego odpowiednika?	☐	☐	☐
2. Czy samochód elektryczny jest lepszy (np. ekonomicznější, tańszy w eksploatacji, bezpieczniejszy itp.) niż samochód spalinowy?	☐	☐	☐
3. Czy lepiej jeździ się samochodem elektrycznym niż spalinowym?	☐	☐	☐
4. Czy następny zakupiony samochód będzie również samochodem elektrycznym?	☐	☐	☐

VI. Istotność wybranych aspektów przy wyborze samochodu elektrycznego

1. Najważniejsze przy wyborze/zakupie samochodu elektrycznego są dla Pani/Pan? *

	TAK	NIE	NIE ISTOTNE
Cena samochodu	☐	☐	☐
Aspekty ekologiczne (np. pojazd wyprodukowany ekologicznie)	☐	☐	☐
Dyrektywy, ustawy	☐	☐	☐
Przywileje np. darmowe parkingi itp.	☐	☐	☐
Walory jezdne (np. przyspieszenie, moc silnika)	☐	☐	☐
Najnowocześniejsze multimedia (np. Car-Net, łączność ze smartfonem itp.)	☐	☐	☐
Systemy wspomagające (np. asystent pasa, system	☐	☐	☐

	TAK	NIE	NIE ISTOTNE
automatycznego parkowania)			
Wygląd zewnętrzny i wewnętrzny pojazdu	☐	☐	☐
Serwis	☐	☐	☐
Zasięg pojazdu na jednym ładowaniu	☐	☐	☐
Zużycie energii przez samochód (kWh/100 km)	☐	☐	☐
Dostępna infrastruktura ładowania	☐	☐	☐
Inne nie wymienione			

Źródło: Opracowanie własne