

# LOGISTYCZNA SPRAWNOŚĆ PRODUKTU -

PROJEKTOWANIE WSPOMAGAJĄCE LOGISTYKĘ

MACIEJ MIECZYŚŁAW BIELECKI



MONOGRAFIE POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ  
ŁÓDŹ 2018



**Maciej Mieczysław Bielecki**

**Logistyczna sprawność produktu –  
projektowanie wspomagające logistykę**

**Monografie Politechniki Łódzkiej  
Łódź 2018**

Recenzenci:  
**Prof dr hab. inż. Józef Bendkowski**  
**Prof. dr hab. inż. Krzysztof Santarek**

Redaktor Naukowy Wydziału Zarządzania i Inżynierii Produkcji  
**prof. dr hab. inż. Jerzy Lewandowski**

© Copyright by Politechnika Łódzka 2018

Projekt okładki: inż. Daria Grochowska

**WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ**

**90-924 Łódź, ul. Wólczańska 223**

**tel. 42-631-20-87, 42-631-29-52**

**fax 42-631-25-38**

**e-mail: [zamowienia@info.p.lodz.pl](mailto:zamowienia@info.p.lodz.pl)**

**[www.wydawnictwo.p.lodz.pl](http://www.wydawnictwo.p.lodz.pl)**

**ISBN 978-83-7283-971-8**

**DOI: 10.34658/9788372839718**

**<https://doi.org/10.34658/9788372839718>**

Nakład 50 egz. Ark druk 18,0. Papier offset. 80 g 70 x 100

Druk ukończono w lutym 2019 r.

Wykonano w Drukarni Quick-Druk, 90-562 Łódź, ul. Łąkowa 11

Nr 2285

*Kochanym Rodzicom  
Ukochanej Ewie  
Wspaniałym: Szymonowi, Mateuszowi i Weronice  
Rodzinie i Przyjaciółom*



## SPIS TREŚCI

Zastosowane akronimy .....	6
Wstęp.....	7
1. Projektowanie wyrobu wspomagające logistykę .....	17
1.1. Projektowanie wspomagające doskonałość.....	19
1.2. Projektowanie wspomagające logistykę i łańcuch dostaw .....	45
1.3. Produkt logistycznie sprawny, a projektowanie wspomagające logistykę .....	70
2. Logistyczna sprawność produktu .....	87
2.1. Podatność projektowa wyrobu w kontekście produktu logistycznie sprawnego .....	88
2.2. Uwarunkowania logistycznej sprawności produktu .....	110
2.3. Metodyka badań logistycznej sprawności produktu.....	127
3. Metody i zakres badań uwarunkowań logistycznej sprawności produktu.....	157
3.1. Wybór i analiza obiektów badań .....	157
3.2. Analiza i wyniki badań przedsiębiorstwa referencyjnego .....	164
3.3. Analiza i wyniki badań w przedsiębiorstwach pokrewnych branżowo .....	200
3.4. Logistyczna sprawność produktu w świetle przeprowadzonych badań – wnioski końcowe .....	243
Zakończenie .....	248
Wykaz źródeł internetowych.....	254
Spis rysunków .....	255
Spis tabel .....	260
Załączniki .....	262
Bibliografia.....	270
Summary .....	279
Charakterystyka zawodowa autora.....	281

## Zastosowane akronimy

AL	Agile Logistics
BOK	Biuro Obsługi Klienta
BOM	Bill of Materials
CI	Continuous Improvement
DCA	Design Compatibility Analysis
DfA	Design for Assembly
DfD	Design for Delivery
DfDa	Design for Disassembly
DfC	Design for Cost
DfL	Design for Logistics
DfLC	Design for Life Cycle
DfE	Design for Environment
DfF	Design for Flexibility
DfM	Design for Manufacturing
DfMa	Design for Maintenance
DfMH	Design for Material Handling and Movement
DfN	Design for Network
DfO	Design for Obsolescence
DfP	Design for Packaging
DfQ	Design for Quality
DfR	Design for Recycling
DfS	Design for Sustainable
DfSv	Design for Services
DfSC	Design for Supply Chain
DfT	Design for Transportability
DfTs	Design for Testing
DfX	Design for eXcellence
DfV	Design for Variety
DP	Decoupling point
IL	Inżynieria Logistyczna
IT	Information Technology
KIPPAN	Komitet Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk
LSP	Logistyczna Sprawność Produktu
NFC	Near-Field Communication
PDCA	Plan Do Check Act
PLS	Produkt Logistycznie Sprawny
RFID	Radio-Frequency Identification
R&D	Research &Development
TLM	Total Logistics Management
TSL	Transport Logistyka Spedycja
TQM	Total Quality Management
URL	Uniform Resource Locator

## Wstęp

Świadoma analiza przemysłu opartego jeszcze o trzecią rewolucję przemysłową (np. komputerowo wspomagana automatyzację elastycznych systemów wytwórczych) pokazuje w wielu przypadkach, że projekt samego wyrobu, odgrywa niebagatelną rolę w procesach produkcyjnych. Realizowane w latach 80. XX wieku strategie działania przedsiębiorstw przemysłowych, których nadrzędnym celem była eliminacja wszelkiego rodzaju marnotrawstwa w procesach produkcyjnych (w ramach koncepcji *Lean*<sup>1</sup>), doprowadziły wiele systemów produkcyjnych do miejsca, w którym każda kolejna inwestycja w poprawę wydajności i produktywności przynosiła coraz mniejszy efekt. Konieczne stało się zatem poszukiwanie przez inżynierów rozwiązań, które wkomponowane w wyrób finalny uczynią procesy produkcyjne, jakościowe oraz te związane z logistyką i łańcuchem logistycznym jeszcze bardziej skutecznymi i efektywnymi.

Prezentowane opracowanie koncentruje się na zagadnieniu projektowania wspomagającego logistykę (*Design for Logistics*) jako jednego ze składników szerszej koncepcji projektowania wspomagającego doskonałość (*Design for Excellence*). Efektem działań projektantów, którzy uwzględniają problematykę logistyki w projektowaniu wyrobów, staje się produkt logistycznie sprawny opisany w szerszym aspekcie w koncepcji logistycznej sprawności produktu. Oznacza to, że przedstawione dzieło będzie dotyczyć tych wytycznych, które wspomagać mają proces projektowania i konkretnych rozwiązań projektowych w wyrobach finalnych, które będą przyczyniać się do wspomagania procesów logistycznych w pojedynczych fazach łańcucha logistycznego jak i w jego całości.

Należy podkreślić, że nie każdy wyrób będzie podatny na procesy projektowania w jednakowy sposób. Oznacza to, że specyfika wyrobu w kontekście możliwości jego modyfikacji, będzie determinowała zastosowanie wytycznych lub rozwiązań projektowych. Stąd konieczne wydaje się uwzględnienie podatności projektowej produktu w modelu jego logistycznej sprawności. Istotne jest także zdefiniowanie skutków, które ze wspomnianej relacji wynikają, dla procesu projektowania wspomagającego logistykę. Wyrób, który będzie posiadał szereg rozwiązań projektowych, przyczyniających się do wspomagania procesów logistycznych w łańcuchach dostaw będzie nazwany produktem logistycznie sprawnym.

Podobnie jak Mather<sup>2</sup>, który w wyniku swoich empirycznych doświadczeń związanych z wprowadzaniem produktu na rynek zwrócił uwagę na prezentowane w pracy pojęcia projektowania wspomagającego logistykę oraz produktu logistycznie sprawnego, tak i autor opracowania, nie korzystając jeszcze wtedy z naukowego dorobku literaturowego opisującego omawiane zagadnienie, spotkał się z emergencją problemu badawczego.

---

<sup>1</sup> Opisane później przez Womack'a i Jons'a – Womack J., Jones D., *Lean Thinking. Banish waste and create wealth in your corporation*, Free Press, New York, London, Tokyo, Sydney, Singapore, 2003.

<sup>2</sup> Mather H., *Design for Logistics (DfL) – the next challenge for designers*, Production and Inventory Management Journal, Vol. 33 (1), 1992, ss. 7-9.



Logistyczna sprawność produktu była bowiem „niezamierzoną” obserwacją konsumenta w procesie zakupu mebli. Sam proces zakupu miał miejsce w roku 2005 oraz w roku 2011 i dotyczył identycznego wyrobu finalnego jakim była sofa trzysobowa, jednak logistyczne parametry produktu (cechy, właściwości oraz architektura) nabywanego w sklepie diametralnie się różniły. Z punktu widzenia przedsiębiorstwa, zmiany parametrów produktu doprowadzały do następujących korzyści logistycznych: zmniejszenie opakowania, uproszczenie obsługi klienta oraz wprowadzenie dodatkowych czynności manipulacyjnych na magazynie wewnętrznym, a także poprawa konkurencyjności wyrobu przez obniżenie ceny oferowanego produktu. Z punktu widzenia klienta były korzystne: niższa cena przy zdecydowanie prostszym procesie zakupu oraz ułatwiony transport wyrobu (mniejsze opakowanie). Wniosek z zaprezentowanego przykładu był prosty. Zmiana konstrukcji, zmiana procesu pakowania oraz zakresu montażu wyrobu gotowego przełożony na stronę klienta, doprowadziły do tego, że zarówno producent (a także i sklep) oferujący meble, jak i klient uzyskali pewne korzyści, w tym bardzo ważne korzyści logistyczne. Ten prosty przykład, stał się inspiracją do poszukiwania podobnych rozwiązań projektowych, które wspomagałyby logistykę zarówno przedsiębiorstwa, jak i klienta finalnego. To zapoczątkowało prace nad logistyczną sprawnością produktu i produktem logistycznie sprawnym.

Zaprezentowany przykład, pokazuje, że badanie logistycznej sprawności produktu, w dobie tak dużej liczby wyrobów finalnych oferowanych konsumentom będzie bardzo trudne. Wiąże się to z szeregiem zmiennych i uwarunkowań wynikających z różnorodności produktów występujących na rynku oraz celów organizacji je oferujących.

Uzasadniając wybór tematu, uznano, że sformułowanie celu głównego pracy, celów cząstkowych, pytań i zadań badawczych, wymaga w pierwszej kolejności wskazania luk poznawczych opisywanego zjawiska. Na ich podstawie będzie można określić problemy badawcze prezentowanego zagadnienia, wskazać oryginalność prowadzonych badań, a także zdefiniować pytania badawcze.

Pierwsza luka to **luka teoretyczna** wynikająca, z niedostatecznego rozpoznania i uporządkowania pojęciowego zagadnień projektowania wspomagającego logistykę oraz łańcuch dostaw. Chodzi tu nie tylko o obszar pojęciowy, ale także o poszerzenie tego obszaru o problematykę logistycznej podatności projektowej jak i logistycznej sprawności produktu. Ważne jest tutaj także odniesienie wspomnianych pojęć do innych obszarów szeroko pojętego projektowania wspomagającego doskonałość (*Design for eXcellence – DfX*).

Druga luka to **luka metodyczna**. Bierze się ona ze słabego dostępu do rozwiązań lub modeli, pozwalających dobierać wyroby, agregować w sposób swobodny dane o nich oraz analizować i je oceniać w kontekście wpływu jego parametrów (cech, właściwości i architektury) na logistykę. Konieczne staje się także osadzenie w całej koncepcji podatności projektowej produktu, jako kluczowego elementu pozwalającego ocenić możliwość zastosowania zmian projektowych, wspomagających procesy logistyczne.

Trzecia luka – **luka empiryczna** wynika z niewystarczającej liczby metodyk jak i metod badań oraz samych wyników badań nad wyrobami przemysłowymi, poszukujących wspólnych elementów związanych z parametrami wyrobu (cechami, właściwościami i architekturą) wspierającymi logistykę. Wiąże się to często z tzw. *know-how* przedsiębiorstw produkcyjnych, które z punktu widzenia badacza bywa często niedostępne. Praca ma za zadanie pokazać, jaki jest potencjał badawczy omawianego zagadnienia oraz jakimi sposobami można dotrzeć do danych dotyczących produktów w kontekście ich logistycznej sprawności.

Czwarta to **luka praktyczna**, wynikająca z małej liczby publikacji wspomagających działy badań i rozwoju (*Research&Development* – R&D) przedsiębiorstw produkcyjnych, pomagających projektantom włączyć do projektu rozwiązania sprzyjające procesom logistycznym w łańcuchach dostaw.

Zaprezentowane luki wskazują problemy badawcze, które można przełożyć na konkretne **pytania badawcze (PB)** przedstawione poniżej.

**PB1** – Jakie jest miejsce projektowania wspomagającego logistykę w koncepcji projektowania wspomagającego doskonałość?

**PB2** – Jak powinien wyglądać model logistyki i łańcucha dostaw wykorzystujący podejście projektowania wspomagającego logistykę?

**PB3** – Jakie jest miejsce produktu logistycznie sprawnego w koncepcji projektowania wspomagającego logistykę?

**PB4** – Jak powinien wyglądać model logistycznej sprawności produktu uwzględniający relacje między podatnością projektową produktu a jego logistyczną sprawnością?

**PB5** – Jak dobierać obiekty badań i badać logistyczną sprawność produktu?

**PB6** – W jaki sposób opisać i analizować parametry produktu cechujące produkt logistycznie sprawny?

**PB7** – Jak można wskazać kierunki przyszłych prac naukowo-badawczych związanych z logistyczną sprawnością produktu?

Przedstawione problemy badawcze, poprzez formę pytań badawczych, wskazują na ważkość podejmowanego zagadnienia, a także na nowatorskość proponowanych badań naukowych. Próba uporządkowania prezentowanego zagadnienia, a także pokazania możliwej do wykorzystania metodyki badawczej, stanowi **nowe ujęcie problemu badawczego**.

Jako **główny cel** monografii przyjęto **opracowanie modelu logistycznej sprawności produktu bazującego na koncepcji projektowania wspomagającego logistykę**. Opracowany model powinien uwzględniać kwestie podatności projektowej produktu wraz z koncepcją metodyki badań logistycznej sprawności produktu. Powinien także wskazać narzędzia, pozwalające analizować problematykę logistycznej sprawności produktu.

Cel główny pracy powinien być rozpatrywany przez zaprezentowane wcześniej luki badawcze, co pozwala podzielić go na cztery cele cząstkowe: teoretyczny, metodyczny, empiryczny oraz praktyczny.

**Cel teoretyczny** wiąże się z badaniami literaturowymi ukierunkowanymi na określenie uwarunkowań inżynierskiego projektowania wyrobów wspomagającego logistykę oraz szerszym osadzeniu tych zagadnień w procesach logistycznych, koncepcjach zarządzania logistycznego oraz koncepcji projektowania wspomagającego doskonałość DfX. Na tej podstawie zdefiniowane zostaną podstawowe zagadnienia pozwalające zbudować model produktu logistycznie sprawnego oraz model logistyki wynikający z projektowania wspomagającego logistykę.

**Cel metodyczny** wiąże się z identyfikacją metod pozwalających badać i analizować logistyczną sprawność produktu. Określone zostaną zatem założenia, sposób i zasady przeprowadzenia badań wybranych produktów logistycznie sprawnych, co z kolei pozwoli zweryfikować i zmodyfikować przedstawiony teoretycznie model logistycznej sprawności produktu.

**Cel empiryczny** pracy wiąże się z przeprowadzeniem badań na wybranych celowo produktach spełniających kryteria produktu logistycznie sprawnego pozwalających ocenić zakres wykorzystania logistycznej sprawności produktu oraz ocenić konsekwencje tych rozwiązań dla procesów logistycznych.

**Cel praktyczny** koncentruje się na przygotowaniu swoistego „elementarza” – wytycznych, projektowania wspomagającego logistykę, pozwalającego praktyce gospodarczej badać, analizować, oceniać i proponować zmiany w wyrobach gotowych, generujące produkty logistycznie sprawne, a więc rozwiązania projektowe wspierające procesy logistyczne.

Cel główny pracy wraz z celami częściowymi określa następujące zadania badawcze:

- 1) analizę literatury związaną z identyfikacją kluczowych zagadnień projektowania wspomagającego logistykę, uwzględniającego projektowanie i rozwój produktu, projektowanie wspomagające doskonałość, a także koncepcje zarządzania logistycznego,
- 2) budowę modelu logistyki i łańcucha dostaw wykorzystującego projektowanie wspomagające logistykę,
- 3) zdefiniowanie parametrów produktu w obszarze cech, właściwości i architektury i osadzenie ich w koncepcji logistycznej sprawności produktu,
- 4) budowę modelu logistycznej sprawności produktu uwzględniającego podatność projektową produktu oraz uwarunkowania projektowania wspomagającego logistykę,
- 5) empiryczną weryfikację założeń modelu logistycznej sprawności produktu na celowo dobranych obiektach badań.

W sposób naturalny zaprezentowane zadania badawcze pozwalają podzielić proces badawczy na trzy główne kierunki badań:

- **identyfikacji uwarunkowań logistycznej sprawności produktu** na bazie badań literaturowych ze szczególnym uwzględnieniem koncepcji DfL,
- **weryfikacji uwarunkowań logistycznej sprawności produktu** na przykładzie celowo wybranego przedsiębiorstwa referencyjnego w układzie pokoleniowym oraz obecnym,
- **porównania uwarunkowań logistycznej sprawności produktu** wśród kilku przedsiębiorstw tej samej branży co przedsiębiorstwo referencyjne.

Tak sformułowane cele pracy, pytania i zadania badawcze oraz kierunki badań pokazują, że problematyka logistycznej sprawności produktu jak i projektowania wspomagającego logistykę powinna z jednej strony uwzględniać, a z drugiej strony poszerzać zakres wiedzy z obszaru inżynierii produkcji. Komitet Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk – KIPAN zdefiniował, w 2012 roku, 10 podstawowych obszarów, mieszczących się w dyscyplinie Inżynieria Produkcji i zaliczył do nich:

- organizację i zarządzanie produkcją oraz usługami,
- wybrane zagadnienia inżynierii procesów wytwarzania,
- zarządzanie innowacjami,
- zarządzanie projektami produkcyjnymi i usługowymi;
- optymalizację łańcuchów dostaw i logistykę,
- zarządzanie jakością,
- systemy wspomagania decyzji, zarządzanie wiedzą produkcyjną;
- prognozowanie w przedsiębiorstwie, modelowanie i symulacja komputerowa,
- kształtowanie środowiska pracy, bezpieczeństwo pracy,
- efektywność, produktywność i organizację przedsiębiorstw<sup>3</sup>.

Opisywane poprzez prezentowane opracowanie zagadnienie wpisuje się w piąty obszar tematyczny – optymalizacja łańcuchów dostaw i logistyka. Obszar ten koncentruje się na optymalizacji przepływów materiałowych, informacyjnych i finansowych poprzez sieć organizacji, w celu wytworzenia i dostarczenia finalnemu nabywcy wyrobu lub usługi, przy równoczesnym zapewnieniu rentowności i ciągłości procesów. Odbywa się to poprzez koordynację różnorodnych działań oraz współpracę między partnerami w sieci<sup>4</sup>.

Należy w tym miejscu zwrócić jednak uwagę, że wyrób, podlegający procesom logistycznym, z punktu widzenia fazowego podziału logistyki (zaopatrzenie, produkcja, dystrybucja, zwroty wraz z powtórным zagospodarowaniem czy też utylizacja<sup>5</sup>), nie może bazować wyłącznie na zagadnieniach logistycznych. Zakres i kolejność oddziaływania innych obszarów funkcjonalnych na wyrób powinny być znacznie szersze. Uwzględnić powinny przede wszystkim, problematykę samego wytwarzania (ściśle połączoną ze sferą logistyki produkcji) czy też wpływu jakości na sam produkt, który uzupełnia trójkąt przemysłowy: produkcja, logistyka, jakość. Nie sposób nie wspomnieć także o uwzględnianiu w projektowaniu wyrobów zagadnień ergonomii, kształtowania środowiska pracy, zarządzania innowacjami czy też zarządzania projektami. W ten sposób prezentowane opracowanie, musiałoby uwzględniać tak szeroką i multidyscyplinarną wiedzę, że próba syntetycznego opisanie omawianych zagadnień byłaby niemożliwa. Stąd dokonano posadowienia omawianego zagadnienia tylko w jednym, podstawowym obszarze mieszczącym się w dyscyplinie Inżynieria Produkcji.

---

<sup>3</sup> Komitet Inżynierii Produkcji, Polska Akademia Nauk, *Istota inżynierii produkcji*, Warszawa Drukarnia Naukowa, Warszawa, 2012, s. 4.

<sup>4</sup> Tamże, s. 7.

<sup>5</sup> Pfohl H., *Systemy logistyczne. Organizacja i zarządzania*, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998, ss. 175-176.

Zbieżność opisywanego zagadnienia z dyscypliną inżyniera produkcji wydaje się być niepodważalna. Jednakże świadomość różnorodności opisywanego zjawiska wymusza z drugiej strony konieczność maksymalnego zawężania opisywanych zagadnień, aby można było doprowadzić do budowy konkretnego rozwiązania modelowego.

Tematyka logistycznej sprawności produktu oraz projektowania wspomagającej logistykę jest zagadnieniem bardzo szerokim oraz wielodyscyplinarnym, co niewątpliwie miało bardzo duży wpływ na dobór treści, które ostatecznie ukształtowały układ monografii.

W ramach wstępu, sformułowano problem badawczy oraz luki poznawcze, główny cel pracy, cele cząstkowe, pytania i zadania badawcze oraz kierunki badań. Pojawia się tam także uzasadnienie podjęcia tematu oraz osadzenie go w dyscyplinie naukowej Inżynieria Produkcji.

Rozdział pierwszy, stanowiący część teoretyczną pracy porusza trzy podstawowe zagadnienia, które bezpośrednio są zbieżne z opisywaną problematyką, tzn.: projektowania wspomagającego doskonałość, projektowania wspomagającego logistykę i łańcuch dostaw oraz produktu logistycznie sprawnego. Bazuje on w głównej mierze na dorobku rodzimych autorów bezpośrednio związanych z projektoznawstwem, a więc Dietrycha<sup>6</sup> i Gasparskiego<sup>7</sup>, projektowaniem współbieżnym – prace Pennela, Winnera<sup>8</sup>, Xionga i Zhanga<sup>9</sup>, a także modelowym podejściem do procesu projektowania w kontekście inżynierii produkcji formułowanym przez Durlika i Santarka<sup>10</sup>. W ramach przeglądu głównych elementów koncepcji DfX, wśród pozycji literaturowych z tego obszaru wskazać można Becker'a i Witts'a<sup>11</sup>, Boothroyd'a i Dewhurst'a<sup>12</sup>, Eppinera i Ulrich'a<sup>13</sup>, a z rodzimych autorów Duda<sup>14</sup> i Rutkowskiego<sup>15</sup>. Analizę literatury związaną z zagad-

---

<sup>6</sup> Dietrych J., *System i konstrukcja*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1985.

<sup>7</sup> Gasparski W. (red.) *Projektoznawstwo. Elementy wiedzy o projektowaniu*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1988; Gasparski W., *Projektowanie. Koncepcyjne przygotowanie działań*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1978.

<sup>8</sup> Winner R., Pennel J., *The role of concurrent engineering in weapons system acquisition*, Institute for Defense Analysis, Alexandria, 1998.

<sup>9</sup> Xiong G., Zhang Y., *Concurrent Engineering systematic Approach and Application*, Thinghua Science and Technology, Vol. 1, No. 2, 1996, ss. 185-192.

<sup>10</sup> Durlik I., Santarek K., *Inżynieria zarządzania III. Naukowe, techniczne i inwestycyjne przygotowanie produkcji wyrobów wysokiej techniki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa, 2016.

<sup>11</sup> Becker J.M.J., Witts W.W., *A Template for Design for eXcellence (DfX) Methods*, [w]: Abramovici M., Stark R. (eds.) *Smart Product Engineering. Lecture Notes in Production Engineering*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2013.

<sup>12</sup> Boothroyd G., Dewhurst P., *Product Design and Assembly, Designer Handbook*, University of Massachusetts, Dept. of Mechanical Engineering, 1983.

<sup>13</sup> Ulrich K.T., Eppinger S.D., *Product design and development, 4<sup>th</sup> Edition*, McGraw-Hill, 2007.

<sup>14</sup> Duda J., *Zarządzanie rozwojem wyrobów w ujęciu systemowym*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2016.

<sup>15</sup> Rutkowski I., *Rozwój nowego produktu. Metody i uwarunkowania*, PWE, Warszawa, 2011.

nieniem projektowania wspomagającym logistykę i łańcuch dostaw oparto na pracach Mather'a<sup>16</sup>, Dowlatshahi'ego<sup>17</sup> oraz Domina, Marka, Wisnera)<sup>18</sup>. Ostatnią część tego rozdziału (opis problematyki produktu logistycznie sprawnego) osadzono w szerszej koncepcji projektowania wspomagającego logistykę. Zaprezentowano tam także dedukcyjne i indukcyjne podejście do problematyki DfL w kontekście logistycznej sprawności produktu. Dokonano także analizy relacji parametrów produktów do faz i procesów logistycznych. Zdefiniowano tam podstawowe parametry produktu (cechy, właściwości i architekturę), a także pokazano zależność między nimi. W tej części pracy wykorzystano wspomniane już publikacje Dowlatshahi'ego oraz Mathera, a także Korzeniowskiego<sup>19</sup>, Mokrzyżczak<sup>20</sup> i Sarjusza-Wolskiego<sup>21</sup>.

Drugi rozdział teoretycznego fragmentu pracy skoncentrowana jest na problematyce logistycznej sprawności produktu. Pierwszy jej rozdział dotyczy podatności logistycznej wyrobu. Zaprezentowano tam założenia pojęciowe i definicyjne związane z wyrobem<sup>22</sup> oraz jego relacjami z różnorodnymi aspektami logistyki i łańcucha dostaw. W tej części wykorzystano dorobek polskich autorów z dyscypliny inżynierii produkcji wspartej zagadnieniami logistycznymi. Prace Knosali<sup>23</sup>, Matuszka<sup>24</sup>, Durlika i Santarka<sup>25</sup> wskazały na inżynierskie ujęcie wyrobu w kontekście procesów produkcyjnych, jakościowych i przede wszystkim logistycznych. Określono także pojęcie logistycznej podatności projektowej produktu, którego podsumowaniem jest model podatności projektowej produktu w kontekście projektowania wspomagającego logistykę. W rozdziale tym wskazano także relacje między wpływem podatności projektowej wyrobu a wyborem jednego z dwóch rodzajów zmian: projektowej bądź organizacyjnej, wykorzystującej różnorodne koncepcje zarządzania logistycznego. Ta część pracy bazowała w głównej mierze

---

<sup>16</sup> Mather H., *Design for Logistics (DfL) – the next challenge for designers .....*, dz. cyt., ss. 7-9.

<sup>17</sup> Dowlatshahi *The role of logistics in concurrent engineering*, International Journal of Production Economics, Vol. 44, 1996, ss. 189-199.

<sup>18</sup> Domin H.E., Wisner J., Marks., *Design for Supply Chain*, [www.sdcexec.com/article/10289661/design-for-supply-chain](http://www.sdcexec.com/article/10289661/design-for-supply-chain) z dnia 3 lutego 2018 roku.

<sup>19</sup> Korzeniowski A. (red.), *Magazynowanie towarów niebezpiecznych, przemysłowych i spożywczych*, ILiM, Poznań, 2006.

<sup>20</sup> Mokrzyżczak H., *Logistyka. Podstawy procesów logistycznych*, Wydawnictwo WIG, Białystok, 1998.

<sup>21</sup> Sarjusz-Wolski Z., *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa, 2000.

<sup>22</sup> McFarlane D., Giannikas V., Wongb Alex C.Y., Harrison M., *Product intelligence in industrial control: Theory and practice*, Annual Reviews in Control Vol. 37, ss. 69-88, 2013.

<sup>23</sup> Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*, PWE, Warszawa, 2017.

<sup>24</sup> Matuszek J., *Inżynieria produkcji*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Filia Bielsko-Biała, Bielsko-Biała, 2000.

<sup>25</sup> Durlik I., Santarek K., *Inżynieria zarządzania III. Naukowe, techniczne i inwestycyjne przygotowanie produkcji wyrobów wysokiej techniki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa, 2016.

na publikacjach Beiera, Rutkowskiego<sup>26</sup>, Gołębskiej<sup>27</sup>, Jałowca<sup>28</sup> i Łatki<sup>29</sup>. Ostatni z podrozdziałów zajmuje się problematyką uwarunkowań logistycznej sprawności produktu, prezentując model logistycznej sprawności produktu w kontekście parametrów produktu z punktu widzenia przedsiębiorstwa. Przedstawiono także schemat potencjalnych skutków wyborów wariantu optymalizacji parametrów produktu w modelu logistycznej sprawności. Ważnym elementem tego podrozdziału jest także przedstawienie modelu logistyki przedsiębiorstwa produkcyjnego opartego na logistycznej sprawności produktu. Ponadto zaproponowano mierniki i wskaźniki, które umożliwiają analizę i ocenę wybranych aspektów logistycznej sprawności produktu. Wykorzystano tu publikacje Ishii'ego i Martin'a<sup>30</sup>, Martina, Mathera, a i polskich autorów Bogdanowicza<sup>31</sup>, Nowickiej-Skowron<sup>32</sup> i Twaroga<sup>33</sup>. Drugą część teoretyczną pracy kończy rozdział dotyczący metodyki prowadzenia badań nad logistyczną sprawnością produktu. Dokonano w nim wyboru metody badań oraz uzasadnienia takiego doboru. Skorzystano z publikacji Bendkowskiego<sup>34</sup>, Dul'a i Hak'a<sup>35</sup>, Eisenhardt'a<sup>36</sup> Dula, Eisenhardta, Elrama<sup>37</sup> oraz Flyvbjerg'a<sup>38</sup>. Zaprezentowano także koncepcję doboru obiektów badań.

Rozdział trzeci, stanowiący część empiryczną, prezentuje wyniki prac badawczych nad doбором obiektów badań wraz z analizą. W ten sposób wyodrębniono dwa przedsiębiorstwa, które poza obiektem referencyjnym IKEA wykazywały największy potencjał badawczy, tzn. firmy: Meble Wójcik oraz BlackRedWhite (BRW). Zaprezentowano wyniki badań przedsiębiorstwa referencyjnego dotyczące identycznych produktów wytwarzanych w odstępnie minimum 4 lat (badań pokoleniowych) oraz badań nad bieżącymi produktami przedsiębiorstwa IKEA. W ten sposób przedstawiono wyniki oraz analizę wyników badań nad logistyczną sprawnością produktu przy użyciu zaproponowanych w poprzednich rozdziałach

---

<sup>26</sup> Beier F., Rutkowski K., *Logistyka*, Wydawnictwo SGH, Warszawa, 2004.

<sup>27</sup> Gołębska E., (red.), *Kompendium wiedzy o logistyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań, 2001.

<sup>28</sup> Jałowiec T. (red.), *Towaroznawstwo dla logistyki. Wybrane problemy*, Difin, Warszawa, 2011.

<sup>29</sup> Łatka U., *Technologia i towaroznawstwo*, WSiP, Warszawa, 2003.

<sup>30</sup> Martin M., Ishii K., *Design for Variety: developing standardized and modularized product platform architectures*, Research in Engineering Design, Vol. 13, No. 3, 2002, ss. 213-235.

<sup>31</sup> Bogdanowicz S., *Podatność. Teorie i zastosowanie w transporcie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2012.

<sup>32</sup> Nowicka-Skowron M., *Efektywność systemów logistycznych*, PWE, Warszawa, 2000.

<sup>33</sup> Twaróg J., *Mierniki i wskaźniki logistyczne*, Biblioteka Logistyka, Instytut Logistyki i Magazyinowania, Poznań, 2003.

<sup>34</sup> Bendkowski J., *Logistyka. Pisanie pracy dyplomowej, kwalifikacyjnej. Zasady pisania, studia przypadku*, Politechnika Śląska, Gliwice, 2015.

<sup>35</sup> Hak T., *Case Study Methodology in Business Research*, Butterworth--Heinemann, Oxford, 2008

<sup>36</sup> Eisenhardt K., *Boulding Theories from Case Study Research*, Academy of Management Review, Vol. 14, No. 4, 1998, ss. 532-550.

<sup>37</sup> Elram L., *The use of the case study method in Logistics Research*, Journal of Business Logistics, Vol. 17, no. 2, 1996, ss. 93-138.

<sup>38</sup> Flyvbjerg B., *Five Misunderstandings About Case-Study Research*, Qualitative Inquiry, vol. 12, no. 2, 2006, ss. 219-245.

narzędzi. Na podstawie metodyki badań wykorzystanej na przykładzie przedsiębiorstwa referencyjnego przeprowadzono badania dwóch, celowo dobranych przedsiębiorstw pokrewnych branżowo. Ponieważ badane przedsiębiorstwa wykazały się nieco szerszym zakresem dostępnych danych, uzupełniono w ten sposób wykaz analitycznych mierników i wskaźników pozwalających oceniać logistyczną sprawność produktu. Ostatnia część to podsumowanie wyników badań oraz skorygowanie modelu logistycznej sprawności produktu o możliwe do zastosowania w tym układzie narzędzia analityczne.

Zakończenie reasumuje przeprowadzone badania, prezentuje odpowiedzi na pytania badawcze, a także wskazuje ograniczenie modelu i kierunki dalszych prac badawczych.

Układ pracy wynika w dużej mierze z konieczności połączenia multidyscyplinarności badanego obszaru, dla którego dyscyplina Inżynieria Produkcji, wydaje się być najlepszym spoiwem. W sposób konkretny wpływa to na kwestię badań, począwszy od doboru produktów (względnie homogenicznych) jak i przedsiębiorstw oferujących te produkty na rynku. Wskazana w pracy metodyka prowadzenia badań, a także analiza ich wyników stanowi ważny wkład w rozwój koncepcji projektowania wspomagającego logistykę oraz logistycznej sprawności produktu.

Nadzieją autora jest perspektywa uznania prezentowanej monografii jako ważnego wkładu w obszar badań naukowych związanych z dyscypliną Inżynieria Produkcji. Na szczególną uwagę zasługuje rozwinięcie koncepcji projektowania produktu wspomagającego logistykę oraz wskazanie logistycznej sprawności produktu jako naturalnego następstwa stosowania tak pojętego projektowania wyrobów. Zaprezentowanie metodyki badań nad logistyczną sprawnością produktu wraz z empiryczną jej weryfikacją przy użyciu zaproponowanych przez autora narzędzi, należy traktować jako nowatorskie podejście do zaprezentowanego zagadnienia.

Autor chciałby podkreślić użyteczny charakter przedstawionego opracowania. Rekomendacje praktycznych rozwiązań, zweryfikowanych na obiekcie referencyjnym odnoszącym sukcesy w skali światowej, może stać się dobrym punktem wyjścia do modyfikacji rodzimych produktów w ramach projektowania wspomagającego logistykę. Zaprezentowana metodyka badawcza pozwala także pokazać, jak wiele informacji jest w chwili obecnej powszechnie dostępnych oraz w jaki sposób te informacje można analizować. Praca może być też ciekawą propozycją dla studentów kierunków zarządzanie i inżynieria produkcji, wskazując jak ciekawymi zagadnieniami naukowymi można się w ramach wspomnianych studiów zajmować. Praca może być też wykorzystywana przez słuchaczy studiów podyplomowych, którym powinna umożliwić poszerzenie horyzontów racjonalizacji i optymalizacji inżynierskich procesów związanych z logistyką i łańcuchem dostaw.



Należy także wyraźnie podkreślić, że praca stanowi dopiero początek prac nad zagadnieniem logistycznej sprawności produktu oraz projektowania wspomagającego logistykę. Z pewnością nie wyczerpuje ona całego zagadnienia, pozostawiając szereg obszarów, które należałoby objąć dalszymi pracami związanymi z teoretycznym porządkowaniem omawianego zagadnienia oraz badaniami empirycznymi. Wydaje się jednak, że stanowi ona dobry początek do naukowej dyskusji nad omawianym zagadnieniem i przyczynia się do rozwoju dyscypliny naukowej inżynieria produkcji.

Praca powstała dzięki życzliwości i wsparciu wielu osób. Szczególnie chciałbym podziękować prof. dr. hab. inż. Jerzemu Lewandowskiemu oraz prof. dr. hab. inż. Andrzejowi Szymonikowi – kierownikom mojej Katedry Zarządzania Produkcją i Logistyki, dzięki którym, obszar inżynierii produkcji oraz inżynierii logistycznej stał się tak ważny w mojej działalności naukowej.

Dziękuję także Dziekanowi Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej prof. dr. hab. inż. Ryszardowi Grądzkiemu oraz Dziekanowi Wydziału Zarządzania i Inżynierii Produkcji Politechniki Łódzkiej dr. hab. inż. Zbigniewowi Wiśniewskiemu, prof. PŁ, za wsparcie w rozwoju naukowym oraz obdarzenie mnie zaufaniem w sprawach Wydziału. Dziękuję prodziekanom: dr Annie Stankiewicz-Mróz, dr inż. Aleksandrze Makowskiej oraz dr. hab. inż. Markowi Matejunowi, prof. PŁ za lata wspaniałej współpracy na wielu obszarach.

Dziękuję Krzysiu, koleżankom i kolegom z Katedry, Wydziału oraz Uczelni, którzy trzymali „za mnie kciuki” i wspierali na każdym kroku mojego rozwoju naukowego, a także wszystkim koleżankom i kolegom z innych ośrodków akademickich. Dziękuję także wszystkim studentom, którzy wraz ze mną pracowali nad badaniem opisywanego zagadnienia oraz inżynier Darii Grochowskiej za wsparcie w graficznym przygotowaniu opracowania.

# 1. Projektowanie wyrobu wspomagające logistykę

Przedstawione we wstępie uzasadnienie wyboru tematu pozwala przejść do zaprezentowania analizy dorobku literaturowego związanego z projektowaniem produktów wspomagającym logistykę. Należy jednak zauważyć, że samo pojęcie produktu jest bardzo zróżnicowane. Wydaje się zatem konieczne, konkretne określenie pojęcia produkt używanego w pracy oraz jego potencjalnych synonimów.

Internetowy słownik języka polskiego PWN<sup>39</sup>, słowo produkt definiuje, jako:

- to, co zostało wyprodukowane i jest przeznaczone na sprzedaż,
- to, co jest przeznaczone do spożycia lub przygotowania potraw,
- wytwór czyjejs działalności artystycznej, społecznej, czyjejs umysłu itp.,
- substancja powstająca w wyniku reakcji chemicznych lub biologicznych.

Na podstawie zaprezentowanych definicji widać, że produkt może mieć postać fizyczną, artystyczną, społeczną, intelektualną itp. Z punktu widzenia logistyki fizyczna postać produktu wydaje się być najważniejsza. Wśród wybranych synonimów słowa produkt (w kontekście produkcyjnym) można znaleźć towar, wytwór, artykuł, wyrób, przetwór, czy też fabrykat. Towar (bazując na literaturze odnoszącej się do towaroznawstwa) definiowany jest jako „dobro ruchome, wyprodukowane w wyniku celowej działalności człowieka i przeznaczone do sprzedaży”<sup>40</sup>. Dalej mówi się o towarze w kontekście jego atrybutów, wskazując wartość użytkową (zdolność do zaspokajania konkretnych potrzeb) oraz wartość wymienną (rozumianą, jako cenę).

W tej samej pozycji<sup>41</sup>, produkt ujmowany jest, jako pojęcie zdecydowanie szersze – wynik (efekt) różnego i wszelkiego rodzaju działalności (zarówno produkcyjnej jak i usługowej), z czego wynika, że może nie być on przeznaczony do sprzedaży (i to odróżnia produkt od towaru) oraz może być on usługą. Z kolei dobro intepretowane jest jako różnorodność środków, będących w stanie zaspakajając potrzeby. W tej samej pozycji zdefiniowano także produkt jako wynik wszelkiego rodzaju działalności produkcyjnej i usługowej. Z kolei wyrób<sup>42</sup> definiowany jest przez słownik PWN jako „przedmiot stanowiący końcowy produkt pracy rzemieślnika lub wynik procesu produkcyjnego zakładu”. Wynika z tego, że wyrób tożsamy jest z towarem, a także z pierwszą z definicji produktu („to, co zostało wyprodukowane i jest przeznaczone na sprzedaż”).

Z przytoczonych przykładów, nie wdając się w etymologię przedstawionych słów, można zauważyć, że w niektórych miejscach odnalezienie różnic między

---

<sup>39</sup> Internetowy słownik języka polskiego PWN – <https://sjp.pwn.pl/szukaj/produkt.html> z dnia 14.02.2018.

<sup>40</sup> Łatka U., *Technologia i towaroznawstwo*, WSiP, Warszawa, 2003, s. 10.

<sup>41</sup> Tamże, s. 10.

<sup>42</sup> Internetowy słownik języka polskiego PWN – <https://sjp.pwn.pl/szukaj/wyrob.html> z dnia 16.02.2018.

towarem a wyrobem jest trudne do uchwycenia. Dodatkowo, analizując pojęcia logistyki, w których dominuje fizyczny przepływ lub transformacja czasowo-prze-strzenna dóbr<sup>43</sup>, dalej towarów, wyrobów itp., wydaje się, że szukanie najlepszego odpowiednika przedmiotu procesów logistycznych może okazać się dalece nieracjonalne. Dlatego, w całej pracy autor będzie używać słowa produkt identyfikowanego właśnie w kontekście logistycznym. Produkt oznaczać będzie fizyczny twór (posiadający swój kształt, wymiary i wagę), który może podlegać procesom fizycznego przepływu wraz z informacją o nim. Autor używać będzie pojęcia towar, dobro i wyrób, co z punktu widzenia języka używanego w prezentowanym opracowaniu pozwoli uniknąć nadmiernych powtórzeń. Ponadto monografia koncentruje się na cechach, właściwościach i architekturze wyrobów (towarów, dóbr, odmian produktów), które sprzyjają procesom logistycznym zarówno w sferze fizycznej, jak i informacyjnej.

Poza marketingowym ujęciem samego produktu, związanym z identyfikacją potrzeb klienta, które pozostają w sferze zainteresowania obszaru nauk o zarządzaniu, coraz częściej zwraca się uwagę na te aspekty, które z punktu widzenia inżynierii produkcji są istotne. Podobnie wygląda kwestia szeroko rozumianej jakości, która w wielu przypadkach wywiera istotny wpływ na wyrób. Uwzględnienie uwarunkowań związanych z procesami wytwarzania, przepływów oraz konkretnych funkcji jakości, staje się zatem kluczowym elementem projektowania wyrobów w XXI wieku.

Z punktu widzenia dyscypliny inżynierii produkcji, warto zwrócić uwagę, że projekt samego produktu uwzględniający wiele aspektów związanych z jego wpływem w całym łańcuchu dostaw staje się kluczowym wyzwaniem. Przyjmując, że liczba informacji wejściowych, potrzebnych projektantom, w postaci potencjalnych oczekiwań klientów względem oferowanych na rynkach produktów, dynamicznie się multiplikuje – coraz wyższe wymagania względem stopnia personalizacji produktów – należy przyjąć, że doprowadza to w sposób oczywisty do całego szeregu problemów wynikających z wytwarzaniem produktów w skali masowej, które jednocześnie muszą spełniać wysoce spersonalizowane parametry. Oczywiście pojawiające się różnorodne koncepcje i teorie, np. teoria elastycznych systemów wytwórczych (*Flexible Manufacturing Systems – FMS*)<sup>44</sup> wskazują potencjał, co do kierunku rozwoju przedsiębiorstw produkcyjnych. Cantamesa i Capello<sup>45</sup> podają, że rzadko zdarza się, aby przedsiębiorstwa wybierały skrajne rozwiązania, tzn. albo usztywniony system produkcyjny, albo wysoce elastyczny system produkcyjny (FMS). Jak podają autorzy, badania literaturowe oraz empiryczne potwierdzają, że przedsiębiorstwa wybierają na ogół rozwiązania hybrydowe, w których koncentrują się na elastycznym zaspakajaniu potrzeb, czyli wykorzystaniu

---

<sup>43</sup> Szymonik A., Zielecki W., [w:] Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*, PWE, Warszawa, 2017, s. 473.

<sup>44</sup> Durlik I., *Inżynieria Zarządzania*, ..., dz. cyt., ss. 132-137.

<sup>45</sup> Tolio T. (ed.), *Design of Flexible Production Systems*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2009, s. 19.

FMS tylko w tych obszarach, w których jest to im niezbędne. Pomimo tego, że niekwestionowany autorytet marketingu – Kotler<sup>46</sup> stwierdził już w latach 80., że przejście od marketingu masowego do masowej personalizacji (*Mass Customization*) wydaje się naturalną kolejną rzeczą, to należy zwrócić uwagę, że przedsiębiorstwa produkcyjne, bardzo precyzyjnie analizujące procesy produkcyjne i logistyczne, miewają problemy z implementacją założeń masowej personalizacji w swoich procesach. Rosnący stopień personalizacji produktów doprowadza do sytuacji, w której przedsiębiorstwa produkcyjne w coraz mniejszym stopniu mają możliwość wykorzystania masowego typu produkcji, na rzecz produkcji jednostkowej, w której łatwiej jest osiągać wyższe poziomy personalizacji wyrobów. Oczywiście można znaleźć rozwiązania produktowe przekładające się na specyficzne systemy produkcyjne, które pozwalają niemalże idealnie odzwierciedlić ideę wykorzystania i funkcjonowania elastycznych systemów produkcyjnych, ale należy tutaj zauważyć, że same produkty oferowane w ramach tych systemów posiadają zestawy cech i właściwości sprzyjających tego typu rozwiązaniom.

## 1.1. Projektowanie wspomagające doskonałość

Projektowanie nowego produktu, czy też doskonalenie istniejącego, jest zagadnieniem dość złożonym. Każdy nowo projektowany wyrób musi spełniać, nie tylko bardzo zróżnicowane wymagania klienta, ale także powinien zapewniać przedsiębiorstwu określoną rentowność i rozwój. W dobie rosnącej minimalizacji kosztów poszukiwanie oszczędności w procesach przestało być wystarczające. Już w latach 60<sup>47</sup> ubiegłego wieku, zauważono, że istnieje cały szereg cech i właściwości produktów, które w sposób bezpośredni lub pośredni wpływają na takie obszary jak wytwarzanie czy też montaż. Wraz z nowymi wyzwaniem zwanymi z rozwojem przemysłu dochodziły kolejne obszary w tym zagadnienia logistyczne związane ze sferami zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji, zwrotów i utylizacji. Wskazany wpływ produktów, w wielu przypadkach, może skutecznie ograniczać możliwości wdrożenia konkretnych rozwiązań inżynierskich i organizacyjnych, co przekłada się bezpośrednio na efektywność konkretnych decyzji. Dlatego sfera projektowania i rozwoju produktu wspomagającego różnorodne procesy, szczególnie w przedsiębiorstwach produkcyjnych, ma bardzo ważne znaczenie.

Aby właściwie zająć się tematyką projektowania wspomagającego logistykę, należy na wstępie zaprezentować pewne wybrane teoretyczne aspekty związane

---

<sup>46</sup> Kotler Ph., From mass marketing to mass Customization, *Planning Review*, Vol. 17, Issue: 5, 1989, ss. 10-47.

<sup>47</sup> Jedne z pierwszych publikacji przemysłowych propagujących zmiany cech i właściwości produktów w celu poprawy efektywności produkcji zawarte były np. w podręczniku przedsiębiorstwa GE – *Manufacturing Producibility Handbook*, General Electric Co., Manufacturing Services, Schenectady, New York, 1960.

z projektowaniem. Dokonując przeglądu literatury dotyczącej zagadnień projektowania, należy podkreślić rodzimy dorobek dotyczący sfery projektowania i projektoznawstwa. Autorów, których powinno się w tym miejscu wymienić to: Gasparski, Dietrych i Dorosiński.

Już w 1961 roku, za sprawą Kotarbińskiego zwrócono uwagę na prakseologiczny charakter projektowania. Zdaniem wspomnianego autora, projektowanie polega na poszukiwaniu „...pewnych warunków wystarczających określonych stanów rzeczy, w oparciu o pewne zależności obiektywne.”<sup>48</sup>. Z tej definicji wyraźnie wyłania się charakter projektowania, jako aktywności przygotowawczej – preparacyjnej. Skoro projektowanie stanowi działalność przygotowawczą, to w tym miejscu należy zauważyć, że powinny zostać w tym procesie wskazane punkty odniesienia, co do których prowadzona jest działalność przygotowawcza. Prakseologiczny charakter działań projektowych podkreślił także ekonomista, Simon<sup>49</sup>. Stwierdził on, że każde działanie, które przekształca daną sytuację w inną, dogodniejszą jest projektowaniem, podkreślając, że wysiłek intelektualny pomagający stworzeniu innych obiektów, w żaden sposób nie różni się od działań lekarza, który ma przepisać choremu konkretne lekarstwo. Zwraca on także uwagę, że jednym z głównych zadań uczelni technicznych, architektonicznych i innych jest tak naprawdę nauczyć projektowania. Ujęcie projektowania w kontekście prakseologicznym, podlegającego zasadom sprawnego i celowego działania nie powinno budzić wątpliwości.

Analizując projektowanie, należy również uwypuklić jego systemowy charakter. Gasparski<sup>50</sup> słusznie zwraca uwagę, że systemowe ujęcie projektowania, wyraźnie wskazuje na celowe zaprojektowanie i zorganizowanie układu oddziaływania systemu projektującego na system projektowany, którego nadrzędnym celem jest poprawa. Gasparski w dalszej części swojej pracy odnosi się do trzech podstawowych kontekstów projektowania.

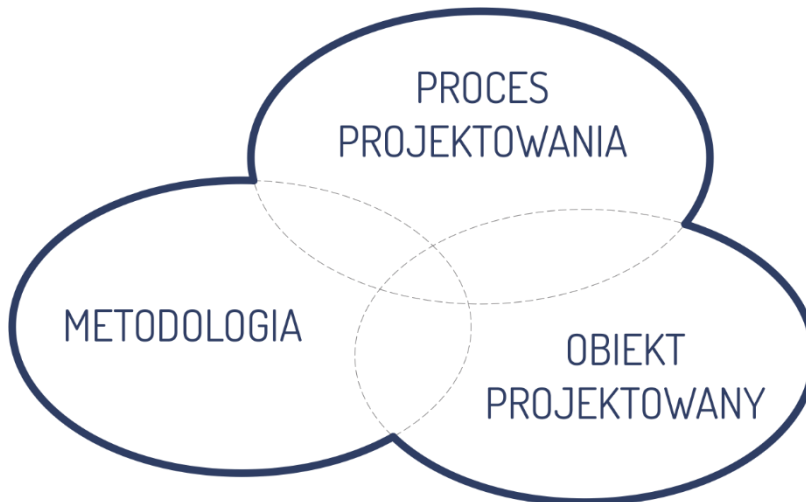
Pierwszy kontekst obiektu projektowanego wskazuje, że kluczowym elementem staje się rezultat w postaci wytworzonego obiektu. Drugi, to proces dochodzenia do konkretnych rozwiązań (aspekt pragmatyczny) – a więc poszerzenie aspektu obiektu projektowanego o zespół procedur postępowania projektującego. Trzeci kontekst – metodologii – obrazujący rozwiązywanie problemu nie przez wskazanie jednego, najdoskonalszego rozwiązania, ale przez wskazanie zespołu cech sprawcy idealnego – rysunek 1.

---

<sup>48</sup> Kotarbiński T., *Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauki*, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków, 1961, s. 544.

<sup>49</sup> Simon H.A., *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, Mass MIT Press, s. 70 [za:] Gasparski W., *Projektowanie. Koncepcyjne przygotowanie działań*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1978, ss. 68-69.

<sup>50</sup> Gasparski W., *Projektowanie. Koncepcyjne przygotowanie działań*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1978, s. 69.



Rys. 1. Trzy podstawowe konteksty projektowania

*Źródło: opracowanie własne na podstawie Gasparski W., Projektowanie. Koncepcyjne przygotowanie działań, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1978, s. 69.*

Każdy kontekst jest bardzo istotny. Najważniejszy z punktu widzenia prezentowanej publikacji jest kontekst obiektu projektowanego, jako produktu posiadającego udoskonalony zespół cech i właściwości przygotowujących go do funkcjonowania w całym cyklu życia produktu (rozpoczynającym się od projektowania, a kończącym na utylizacji, przechodzącym przez ekonomiczno-marketingowe fazy wprowadzenia, wzrostu, dojrzałości i spadku)<sup>51</sup>. Gasparski w innym swoim opracowaniu<sup>52</sup> modyfikuje nieco poprzedni układ kontekstowy, wskazując trzy podstawowe obszary projektowania:

- sprawczy (podmiot projektowania) – projektant wraz z metodologią,
- przedmiotowy (przedmiot projektowania) – obiekt projektowania,
- czynnościowy (proces projektowania) – kontekst procesu projektowania.

Z punktu widzenia prezentowanego opracowania każdy kontekst będzie miał konkretny wpływ na procesy projektowania. Najistotniejszym elementem tego podziału, będzie sam przedmiot projektowania, którego zmiana będzie ostateczną wartością dodaną działań projektowych. Drugi istotny element to proces projektowania. Można zatem powiedzieć, że definicja projektowania wg Gasparskiego jako opracowanie poznawczo ugruntowanych koncepcji zmian i działań, które są niezbędne do ich zrealizowania<sup>53</sup>, wydaje się najlepiej odwzorowywać ideę działań projektowych. W tym miejscu należy podkreślić, że nacisk w prezentowanej

<sup>51</sup> Santarek K., Skołod B., Kosieradzka A., [w:] Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*, PWE, Warszawa, 2017, s. 31.

<sup>52</sup> Gasparski W. (red.), *Projektoznawstwo. Elementy wiedzy o projektowaniu*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1988, ss. 24-25.

<sup>53</sup> Tamże, s. 142.

pracy zostanie położony przede wszystkim na opracowanie poznawczo ugruntowanych koncepcji zmian, a nie działań, które będą niezbędne do ich realizacji.

Elementem, który często podkreśla się w procesie projektowania jest cel zmian. Z założenia, każda projektowana zmiana, powinna opierać się na wiedzy naukowej i praktycznej. Pozwala to narzucić zmianie jej racjonalność. Przyjmując za podstawowe kryterium udział sprawczy człowieka w tworzeniu koncepcji zmian, można je podzielić na zmiany zamierzone lub niezamierzone. Zmiany zamierzone to takie, które zostały przez człowieka świadomie spowodowane. Drugi rodzaj zmian, jest nieoczekiwanym następstwem pierwszego rodzaju zmian. Biorąc za podstawowe kryterium realność zmian, zmiany można podzielić na zmiany rzeczywiste (zachodzące w rzeczach poddawanych zmianom) oraz pozorne (powodujące złudzenie zmian). Kolejny aspekt rozpatrywanych zmian dotyczy ich użyteczności – użyteczności skutków zmiany. Z prakseologicznego punktu widzenia, zdaniem Gasparskiego zmiany mogą przyjmować charakter dodatni lub ujemny, podobnie zresztą jak estetyczna i etyczna ocena zmian<sup>54</sup>.

Analizując zmiany projektowe pod kątem logistyki, należy stwierdzić, że powinny być one w swoim założeniu zmianami właściwymi, tzn. jednocześnie zmianami racjonalnymi, zamierzonymi, rzeczywistymi (charakter procesów logistycznych natychmiast zweryfikuje realność zmian), dodatnie użytecznymi, etycznymi i estetycznymi<sup>55</sup>.

Gasparski wskazał także kilka podstawowych celów procesów projektowania. Powołując się na Nadlera<sup>56</sup>, wyróżnił trzy podstawowe cele działań projektowych, skupiających się na maksymalizacji:

- efektywności proponowanych rozwiązań,
- efektywności użycia zasobów,
- szansy wdrożenia konkretnych rozwiązań.

Zatem, zarówno zmiana, której celem jest kreowanie nowego produktu, jak i zmiana służąca modyfikacji powinna mieć charakter zmiany właściwej uwzględniającej optymalizację trzech podstawowych celów działań projektowych – rysunek 2.

Janusz Dietrych to kolejny autor, którego nie powinno pomijać się w teoretycznym dorobku nauk o projektowaniu i konstruowaniu. Definiuje on projektowanie jako udzielenie odpowiedzi na dwa podstawowe pytania, tj.:

- jakie są cele projektowania,
- na czym polega projektowanie?

Na tej podstawie, autor odnosi się do projektowania, jako do działania, które w sposób najbardziej decydujący, warunkuje skuteczność techniczną zaspokajania potrzeb<sup>57</sup>. Wskazuje on jednocześnie, że projektowanie powinno uwzględniać w pierwszej kolejności kryteria społeczne, zaś konstruowaniu pozostawia

---

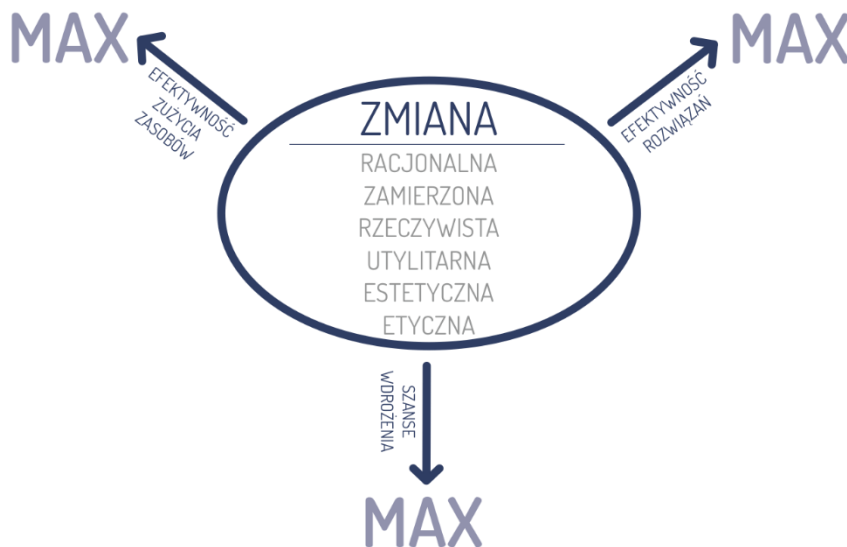
<sup>54</sup> Gasparski W. (red.), *Projektoznawstwo...*, dz. cyt., ss. 146-147.

<sup>55</sup> Tamże, s. 147.

<sup>56</sup> Nadler G., *The planning and Design Approach*, Willey, New York, 1982.

<sup>57</sup> Dietrych J., *System i konstrukcja*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1985, s. 161.

uwzględnienie kryteriów ekonomiczno-technicznych. Oczywiście takie podejście do zagadnienia projektowania znalazło swoje odzwierciedlenie w różnorodnych koncepcjach zarządzania – jak choćby koncepcji społecznej odpowiedzialności biznesu (CSR – *Corporate Social Responsibility*)<sup>58</sup>.



Rys. 2. Podstawowe cele działań projektowych na zmianie właściwej

Źródło: opracowanie własne na podstawie Gasparski W. (red.), *Projektoznawstwo. Elementy...*, dz. cyt., s. 147.

Należy jednak zauważyć, że w przedsiębiorstwach XXI wieku kryteria społeczne nie stanowią priorytetu przy wyborze konkretnych rozwiązań. Chłodna kalkulacja kryteriów ekonomiczno-technicznych wydaje się być w wielu przypadkach zdecydowanie ważniejsza niż kwestie społeczne.

Podsumowując, niezależnie do których pozycji literaturowych rodzimych autorów, dotyczących zarysu metodyki projektowania, próbowano by się ustosunkować w prezentowanym opracowaniu, każda z nich zwraca uwagę na pewien modelowy układ systemu projektowania. Należy zauważyć także pewną tendencję projektowania zadaniowego, która wynika z zaprezentowanych przez Gasparskiego poglądów. Eksternalizacja warunków brzegowych (maksymalizacja celu przy minimalizacji kosztów rozwiązania) jest realizowana przez modyfikację istniejących rozwiązań, co skutkuje ewolucją konkretnych rozwiązań.

Formalna ocena funkcjonującego przedmiotu, odnosząca się do przedmiotu działania powinna w swojej istocie opierać się o kryterium systemowe, które uwzględnia wszystkie parametry i działania, które zaspokajają konkretne potrzeby. Projektowanie jest więc procesem kreowania, tworzenia określonego

<sup>58</sup> Więcej na temat koncepcji CSR można znaleźć w przeglądowej pracy Stefańskiej – Stefańska M., *Podstawy teoretyczne i ewolucja pojęcia społeczna odpowiedzialność biznesu (CSR)*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Issue 288, Wrocław, 2013, ss. 198-211.



planu obiektu technicznego, procesu bądź systemu, a efektem prac jest projekt. Oczywiście projekt powinien spełniać szereg podstawowych uwarunkowań, tj.:

- powinien osiągać postawione przed nim cele,
- cele te powinny zostać osiągnięte w konkretnie zdefiniowanym środowisku,
- wykorzystując zasoby wiedzy w postaci zbioru elementarnych rozwiązań (standardowych, typowych, znormalizowanych),
- zachowując warunki brzegowe (ograniczające) w postaci ograniczeń technicznych, finansowych, organizacyjnych, środowiskowych, społecznych itp.)<sup>59</sup>.

Dietrich, prezentuje układ operacyjnych elementów procesu zaspokajania potrzeb w następującej kolejności:

- 1) potrzeba (jej rozpoznanie, skuteczna identyfikacja) – jako kluczowy element procesu zaspokajania potrzeb,
- 2) projektowanie (formalny opis potrzeby, staje się podstawą projektowania),
- 3) konstruowanie (wynik projektowania staje się podstawą konstruowania – stworzenie wytycznych dla działań wytwórców),
- 4) wytwarzanie,
- 5) eksploatacja<sup>60</sup>.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, że obydwaj autorzy, dość wyraźnie wskazują na konieczność współpracy między projektantem i konstruktorem, ponieważ ostatecznie o znaczeniu wartości pracy obydwu obszarów decyduje skuteczność rozwiązania co do zaspokajania potrzeb.

Idea ta znajduje swoje odzwierciedlenie w pojęciu projektowania współbieżnego (*Concurrent Engineering* – CE) którego definicja pojawiła w roku 1988 w USA. Wtedy to Instytut Analiz Obronnych (*Institute for Defense Analysis*) zdefiniował CE jako systematyczną metodę współbieżnego projektowania produktów uwzględniającego ich wytwarzanie i inne procesy wspomagające produkty. CE jest więc systematycznym podejściem do problematyki zintegrowanego i współbieżnego projektowania produktów i związanych z nimi procesów, włączając w to wytwarzanie oraz inne procesy pokrewne. Ma ono na celu, już od samego początku, włączyć (uświadomić, zapoznać) projektantów z koncepcją cyklu życia produktu, aż po jego całkowitą utylizację<sup>61</sup>.

Z kolei Xiong i Zhang<sup>62</sup> wskazali także na trzy istotne elementy CE i zaliczyli do nich:

- przynależność CE do procesu rozwoju produktu (*Product Development Process*),

---

<sup>59</sup> Dietrich J., *System i konstrukcja*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1985, ss. 34-35.

<sup>60</sup> Tamże, ss. 34-35.

<sup>61</sup> Winner R., Pannel J., *The role of concurrent engineering in weapons system acquisition*, Institute for Defense Analysis, Alexandria, 1998, s. 4.

<sup>62</sup> Xiong G., Zhang Y., *Concurrent Engineering systematic Approach and Application*, Thinghua Science and Technology, Vol. 1, No. 2, 1996, s. 186.

- wykorzystywanie koncepcji komputerowo zintegrowanego wytwarzania (CIMS – *Computer Integrated Manufacturing Systems*) z naciskiem na integrację projektowo-wytwórczo-technologiczną,
- uzyskiwane korzyści z równoważenia czterech podstawowych aspektów: wymagań klienta, wymagań organizacyjnych, komunikacji oraz cyklu życia produktu.

O projektowaniu produktów, w podobnym kontekście, piszą także Durlik z Santarkiem<sup>63</sup>. Zdaniem wspomnianych autorów, proces projektowania wymusza na projektancie uwzględnienie wielowymiarowości jako immanentnej cechy tego procesu. Uwzględnienie aspektów technicznych, technologicznych, funkcjonalnych, estetycznych, ekonomicznych, społecznych jest kluczowe z punktu widzenia samego procesu, jak i projektowanego przedmiotu. Oznacza to, że proces projektowania będzie tym skuteczniejszy, im więcej aspektów projektowych będzie w stanie uwzględnić i osiągnąć równocześnie ich ekstrema. Należy tutaj zauważyć, że to podejście doskonale wpisuje się w założenia projektowania współbieżnego.

W każdej z definicji projektowania pojawia się pojęcie systemu oraz systemowego charakteru tego procesu. Jeśli przyjmiemy się, za cytowanymi autorami, że projektowanie powinno wyróżniać systemowe podejście do rozwiązania problemów, to warto określić, co kryje się za pojęciem systemowości.

Cechami wyróżniającymi podejście systemowe są bowiem całościowość, kompleksowość, celowość, kontekstowość, strukturalizm i esencjonalizm<sup>64</sup>. Całościowość oznacza badanie zjawisk jako całości, to znaczy, że przedmiot projektowy nie może być rozpatrywany tylko i wyłącznie z jednego punktu widzenia. Całościowy charakter produktu powinien uwzględniać potrzeby nie tylko ostatecznego klienta-konsumenta, ale także szereg innych klientów wewnętrznych, którzy stanowią konkretne miejsca kreowania wartości dodanej. Kompleksowość rozumiana jako identyfikacja różnorodności sprzężeń i relacji między wewnętrznymi zjawiskami. Esencjonalizm interpretowany jako wyodrębnienie istoty badanego zjawiska polega na wskazaniu zbiorów wielkości esencjonalnych, pochodnych i przypadkowych. Dwa ostatnie zbiory tworzą czynniki uboczne, z czego wielkości pochodne wynikają z wielkości esencjonalnych, zaś wielkości przypadkowe z wielkości pochodnych. Kolejną omawianą cechą systemowości procesu projektowania jest strukturalizm. Wiąże się to głównie z rozpatrywaniem danego zjawiska, także przez pryzmat wartości jego struktury, która przyjmowana jest, jako integrująca i niezmienna. Kontekstowość, a więc analizowanie systemów ze względu na ich posadowienie w stosunku do innych zjawisk to kolejny element wskazany przez Gasparskiego. Celowość, a więc interpretowanie zjawisk przez pryzmat ich celowości, został wskazany jako kluczowy element całego podejścia.

Analizując proces projektowania zarówno wyrobów, jak i konkretnych systemów, warto zwrócić uwagę na znaczne różnice i podobieństwa, które wynikają

---

<sup>63</sup> Durlik I., Santarek K., *Inżynieria zarządzania III. Naukowe, techniczne i inwestycyjne przygotowanie produkcji wyrobów wysokiej techniki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa, 2016, ss. 97-98.

<sup>64</sup> Gasparski W. (red.), *Projektoznawstwo ...*, dz. cyt., ss. 192-197.

z cech i właściwości wyrobów i układów. Ponieważ kluczowym elementem prezentowanej pracy jest produkt, rozumiany jako wyrób (efekt wytwarzania), należałoby w pierwszej kolejności zwrócić uwagę na różnorodność definiowania w literaturze samego produktu jako elementu podlegającego projektowaniu<sup>65</sup>.

Wspomniane różnice wynikają w głównej mierze z funkcjonalnego podejścia do samego produktu, a więc postrzegania go tylko i wyłącznie, z punktu widzenia potrzeb wybranego obszaru danej dziedziny nauk. I tak, na przykład istnieje pewien zakres definicji produktu z rodowodem marketingowym (związanych stricte z ekonomiczno-rynkową koncepcją – obszarem nauk społecznych) jak i te, które wywodzą się z przemysłu i koncentrują się na inżynierii produktu (obszar nauk technicznych).

Przykładem pierwszej z omawianych definicji jest, wywodząca się z marketingowego podejścia, koncepcja produktu Kotlera<sup>66</sup>. Definiował on produkt, jako wszystko, co może być zaoferowane komuś, aby spełnić jego pragnienie lub potrzebę. W ramach takiego podejścia, potrzeba klienta staje się kluczowym elementem determinującym powstawanie produktu, natomiast należy zwrócić uwagę, że niedopowiedziana część tej definicji, dotycząca sposobu realizacji tej potrzeby oraz jej ekonomiczności, pozostaje nieokreślona. Z punktu widzenia prezentowanego opracowania marketingowe podejście, choć jest niezwykle istotne, będzie jednak stanowiło element wtórny. Nacisk zostanie tu położony właśnie na aspekt ściśle związany z inżynierią produkcji. Produkt będzie rozpatrywany z punktu widzenia jego projektowania w kontekście systemowego ujęcia wszystkich działań inżynierskich związanych z jego produkcją, jakością, a przede wszystkim logistyką.

Produkt w interpretacji projektowej definiowany jest jako przedmiot projektowania. Gasparski<sup>67</sup>, zwraca uwagę na różnicę między pojęciem przedmiotu projektowanego i przedmiotu projektowania. Trafnie zauważa, że często pod pojęciem przedmiotu projektowanego kryje się szereg założeń projektowych, od założenia, że zleceniodawca jest w stanie wyartykułować swoje potrzeby do założenia, że przedmiot projektowany jest statycznie ujęty. Szczególnie to drugie podejście ogranicza możliwości wartościowania potencjalnych i różnorodnych relacji, w jakie wchodzi dany przedmiot, ponieważ są one pomijane. Takie ujęcie produktu, przedmiotu projektowanego doprowadza do sytuacji, w której ignorancja projektanta, co do tworzenia przez produkt możliwych relacji w każdej fazie jego powstawania, może generować cały szereg negatywnych skutków dla bezpośrednich lub pośrednich beneficjentów efektu projektowania. Dlatego też Gasparski, używał pojęcia przedmiot projektowania<sup>68</sup> rozumiany jako wycięty

---

<sup>65</sup> Jest to tym bardziej widoczne w rodzimej literaturze, w której bogactwo językowe wielokrotnie może doprowadzać do synonimowości pojęciowej.

<sup>66</sup> Kotler P., *Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola*, Gebethner i Ska, Warszawa 1994, s. 7; 404.

<sup>67</sup> Gasparski W. (red.), *Projektoznawstwo...*, dz. cyt., ss. 154-157.

<sup>68</sup> Tamże, s. 155.

fragment rzeczywistości, która jest rozważana przez projektanta. Koncepcja sposobu zmiany owej rzeczywistości lub jej fragmentu nie ogranicza się jednak tylko do samego przedmiotu, ale także to konsekwencji, które będą następstwem tejże zmiany. W takiej interpretacji, przedmiot projektowany jest tylko częścią przedmiotu projektowania, które w swej istocie staje się pojęciem szerszym. Można powiedzieć, że przedmiot projektowania staje się zbiorem przedmiotów projektowanych, które powiązane są ze sobą zasadą jedności efektu projektowania.

Encyklopedia gospodarki materiałowej<sup>69</sup> definiuje produkt, jako dobro materialne, które jest wynikiem procesu produkcyjnego realizowanego przez producentów, który może przyjmować postać: półfabrykatów (półproduktów przeznaczonych do dalszej obróbki), elementów bardziej złożonego wyrobu lub też wyrobów gotowych. Zaprezentowana definicja pokazuje inżynierski kontekst produktu, a więc zwraca tu uwagę, że wyroby w wielu miejscach stanowią element bardziej złożonych całości. Wynika stąd, że w takim przypadku identyfikacja potrzeb klienta, będzie przebiegać, co najmniej dwuetapowo. Pierwszy najważniejszy etap, dotyczyć będzie klienta końcowego, zaś drugi etap dotyczyć będzie kolejnego odbiorcy wyrobu gotowego, dla którego będzie on częścią bardziej złożonego produktu.

Durlik i Santarek definiują produkt, jako wyrób lub usługę, która stanowi zbiór korzyści (użyteczności) dla ostatecznego odbiorcy<sup>70</sup>. Autorzy nie wspominają tutaj o zbiorze korzyści i użyteczności, który powinien generować produkt z punktu widzenia kolejnych procesów, pozwalających dostarczyć produkt na rynek. Ci sami autorzy wskazują dwa podstawowe etapy rozwoju nowego produktu, wyróżniając w nich:

- działania techniczno-inżynierskie skoncentrowane wokół prac badawczo-rozwojowych, projektowaniu produktów, konstruowaniu wyrobów, prototypowaniu, przygotowaniu technologicznym oraz inwestycyjnym,
- działania marketingowo-ekonomiczne związane z badaniami rynku i analizami marketingowymi, studiami wykonalności, wyznaczeniem progu rentowności oraz rachunkiem kosztów i efektywności, działania marketingowe związane z udostępnieniem produktu na rynku, a także wsparcie posprzedażowe wyrobu<sup>71</sup>.

Sfera działań marketingowo-ekonomicznych, stanowi zatem w głównej mierze narzędzie identyfikacji potrzeb ostatecznego odbiorcy, zaś sfera działalności ekonomicznej dotyczy analizy opłacalności prowadzonych działań.

Ponieważ prezentowane opracowanie odnosi się w głównej mierze do problematyki logistycznej, należałoby także przytoczyć definicję produktu bezpośrednio

---

<sup>69</sup> *Encyklopedia gospodarki materiałowej*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 1989, s. 406.

<sup>70</sup> Durlik I., Santarek K., *Inżynieria zarządzania III ...*, dz. cyt., s. 147.

<sup>71</sup> Tamże, s. 48.

związanego z logistyką. Gołemska<sup>72</sup> podjęła próbę definiowania produktu logistycznego. Zauważa ona, że produkt logistyczny jest zbiorem oczekiwań klienta co do jakości i postaci produktów (mogą nimi być wyroby i usługi) będących elementem systemu logistycznego. Zatem, z jednej strony wspomniane produkty są elementami przepływu w kanale logistycznym, zaś z drugiej strony, ich ekonomiczny charakter umożliwia osiągnięcie zysków wszystkim uczestnikom systemu logistycznego.

Z punktu widzenia towarowego charakteru produktu logistycznego, powinien być on rozpatrywany poprzez jego właściwości fizykochemiczne, czyli takie elementy jak waga, postać, kształt, podatność na przewozy oraz elementy ekonomiczne związane *stricte* z wymianą rynkową (cena, substytucyjność, komplementarność itp.). Gołemska zwraca także uwagę, iż nadrzędnym celem systemu logistycznego w przedsiębiorstwie jest przygotowanie takich technologicznych i ekonomicznych podstaw tego systemu, aby odbiorca, zgodnie ze swoimi oczekiwaniami, otrzymał od dostawcy zamówiony produkt zgodnie z logistyczną zasadą Shapiro i Hascetta<sup>73</sup>. Autorzy twierdzili, bowiem, że definicję logistyki można określić w 7 podstawowych punktach opartych na słowie właściwy, a więc:

- dostarczenie właściwego produktu,
- we właściwym stanie,
- we właściwe miejsce,
- o właściwym czasie, ilości i jakości,
- po właściwej cenie.

Warto przy tym zwrócić uwagę, że analizując logistyczny kontekst produktu, poszczególne elementy 7W odnosić się będą do konkretnych procesów logistycznych związanych z ich fazowym ujęciem (transport, magazynowanie, pakowanie, zarządzanie zapasami i obsługa zamówień). Gołemska, powołując się na Pfohl'a<sup>74</sup>, wyróżniła także trzy podstawowe systemy transformacji towarów znajdujących się w drodze do postaci produktu logistycznego:

- 1) pozyskanie dóbr związane z transformacją jakościową (wydobycie, przetwarzanie, wytwarzanie),
- 2) rozdział dóbr, związany z pakowaniem, kompletowaniem, składowaniem i przemieszczaniem,
- 3) konsumpcja dóbr (towarów) jako produktów logistycznych.

Zaprezentowany podział, ewidentnie pomija kwestie związane ze sferą zwrotów i utylizacji towarów zużytych, co szczególnie w dobie wyzwań XXI wieku stanowi bardzo poważne wyzwanie.

---

<sup>72</sup> Gołemska E. (red.), *Kompendium wiedzy o logistyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa Poznań, 2002, s. 53.

<sup>73</sup> Shapiro R., Haskett J., *Logistics Strategy-Cases and Concepts*, West Pub. Co., Minnesota, 1986, s. 6.

<sup>74</sup> Pfohl H., *Systemy logistyczne. Podstawy organizacji i zarządzania*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań, 1998.

Ulrich i Eppinger zauważa<sup>75</sup>, że ocena działalności projektantów produktów jest zawsze oceniana w pięciu wymiarach, tzn.: jakości produktu, kosztów jego wytworzenia, czasu poświęconego na prace projektowo-rozwojowe, kosztów prac projektowo-rozwojowych oraz możliwości rozwojowych rozumianych jako kapitał przedsiębiorstwa pozwalający mu rozwijać produkty coraz bardziej efektywnie i ekonomicznie.

Zaprezentowane treści, pozwalają także zwrócić uwagę, że proces projektowania wyrobu powinien koncentrować się na zmianie (i to zmianie właściwej), której nadrzędnym celem jest poprawa obecnego stanu produktu. Zmiana ta powinna mieć integralny charakter równocześnie zachowując cechy zmiany właściwej (racjonalnej, zamierzonej, rzeczywistej, dodatnio użytecznej, estetycznej i etycznej). Z punktu widzenia procesów produkcyjnych, zmiana ta powinna wykorzystywać dorobek inżynierii współbieżnej oraz uwzględniać cykl życia produktu<sup>76</sup>. Wpływ konkurencyjności na cykl życia produktu został szerzej opisany także przez Skołod<sup>77</sup>. Takie podejście, pozwala uwzględnić wieloaspektowość samego procesu projektowania.

Projektowanie i rozwój produktu wiąże się z uwzględnieniem przez osobę projektującą szeregu zmiennych. Jak piszą Ulrich i Eppinger<sup>78</sup> głównymi funkcjami determinującymi projektowanie i rozwój produktów są funkcje marketingowe, projektowe i wytwórcze. Funkcje marketingowe, pozwalają ustalić szereg uwarunkowań związanych z rynkową koncepcją produktu, tzn. identyfikacją potrzeb klientów, celami cenowymi, segmentami rynku czy też elementami związanymi z promocją danego produktu – Marketingu MIX<sup>79</sup>. Funkcje projektowe pełnią kluczową rolę w definiowaniu fizycznej formy produktu, która w optymalny sposób spełnia oczekiwania klientów, uwzględniając zagadnienia projektowania inżynierskiego (elementy mechaniczne, elektryczne, oprogramowania itp.) oraz projektowania przemysłowego (elementy estetyczne, ergonomiczne itp.). Z kolei funkcje wytwórcze są w pierwszej kolejności odpowiedzialne za kwestie późniejszego organizowania procesu wytwórczego, włączając często w to kwestie zakupów, dostaw wyrobów gotowych, a także instalowania ich u użytkowników. Autorzy nazwali te wszystkie czynności mianem łańcucha dostaw, co wydaje się być lekkim nadużyciem pojęciowym.

---

<sup>75</sup> Ulrich K.T., Eppinger S.D., *Product design and development*, 4<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, 2007, s. 3.

<sup>76</sup> I to zarówno rynkowy obejmujący fazy wprowadzenia produktu, wzrostu, dojrzałości i spadku, jak i obejmujący klasyczny model – faza projektowania, wprowadzania, rozwoju, dojrzałości, aż do wycofania – np. Penc J., *Encyklopedia zarządzania*, Wyższa Szkoła Studiów Międzynarodowych w Łodzi, Łódź, 2008, ss. 81-88 oraz Grębosz M., Kazimierska-Grębosz M., *Wspomaganie komputerowe w zarządzaniu cyklem życia produktu*, *Mechanik*, Nr. 7, 2016, s. 694.

<sup>77</sup> Skołod B., *Zarządzanie operacyjne produkcją w małych i średnich przedsiębiorstwach*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2006, ss. 13-15.

<sup>78</sup> Grębosz M., Kazimierska-Grębosz M., *Wspomaganie komputerowe w zarządzaniu cyklem życia produktu*, dz. cyt., s. 694.

<sup>79</sup> Koncepcja marketingu mix w formule 4P (produkt, cena, promocja i dystrybucja) została zaprezentowana w 1960 roku MacCarthy'ego – McCarthy E.J., *Basic Marketing, a Managerial Approach*, R.D. Irwin, Homewood-Illinois, 1960.

Z kolei Duda<sup>80</sup> zaproponował analizowanie rozwoju wyrobu przez cykl jego życia, w którym można wyodrębnić fazę przygotowania produkcji (związaną z projektowaniem marketingowym, konstrukcyjnym, technologicznym, prototypowaniem oraz projektowaniem organizacyjnym) oraz fazę produkcji i użytkowania obejmującą zaopatrzenie i wytwarzanie, dystrybucję i sprzedaż, użytkowanie i serwis oraz likwidację i recykling. Pozwala to zwrócić uwagę, że to właśnie faza przygotowania produkcji, staje się kluczowym elementem w pracach projektantów, którego konsekwencje będą widoczne w fazach produkcji i użytkowania.

Wspomniani już Ulrich i Eppinger zaprezentowali koncepcję fazowego podziału procesu rozwoju produktu, wyróżniając 6 podstawowych etapów, w których wykonywane są konkretne działania – tabela 1.

Poszczególne etapy zaprezentowane przez Ulricha i Eppingera<sup>81</sup> rozpoczynają się od procesu planowania, którego nadrzędnym celem jest wybór przedmiotu projektowania wraz ze zdefiniowaniem strategicznych wytycznych dla całego procesu. Drugi etap, rozwój koncepcji, może mieć postać ogólną, spiralną lub kompleksową. Każda z trzech postaci różni się tak naprawdę sposobem przeprowadzenia samego procesu projektowania składającego się z prac projektowych, prototypowania i walidacji. W ujęciu ogólnym trzy wymienione procesy następują w układzie szeregowym. Nie zmienia to jednak faktu, że procesy te powtarzają się, tworząc układ spiralny – podobnie jak w przypadku cyklu *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) Deminga (lub jak niektórzy autorzy podają Shewarta-Deminga<sup>82</sup>) proces projektowania, prototypowania i walidacji powtarza się kilkakrotnie, aż do uzyskania pożądanych rezultatów. W przypadku kompleksowego układu, procesy projektowania, prototypowania i walidacji przebiegają wspólnie w kilku zespołach projektowych.

Faza projektowania na poziomie systemu ma za zadanie uwzględnić założenia technologiczne, ekonomiczne, społeczne, a więc tak naprawdę jest to kluczowy moment projektowania inżynierskiego. Wytyczne wynikające z uwzględnionych założeń stają się podstawą do projektowania produktu właściwego. Etap testowania i udoskonalania, eliminuje podstawowe wady, których nie udało się zidentyfikować we wcześniejszych pracach projektowych, dając tym samym na wyjściu gotową dokumentację (znacznie częściej już elektroniczną aniżeli papierową) do uruchomienia produkcji.

---

<sup>80</sup> Duda J., *Zarządzanie rozwojem wyrobów w ujęciu systemowym*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2016, s. 27.

<sup>81</sup> Ulrich K.T., Eppinger S.D., *Product design and development, 4<sup>th</sup> Edition*, McGraw-Hill, 2007, ss. 12-16.

<sup>82</sup> Hamrol A., Zymonik Z., *Zarządzanie jakością*, [w:] Knosala R. (red), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*, dz. cyt., s. 579.

Tabela 1. Fazy procesu projektowania i rozwoju produktu w aspekcie wykorzystania różnorodnych koncepcji i metod wspomagających proces projektowania i rozwoju

Fazy procesu rozwoju produktu											
Planowanie	Plan rozwoju produktu										
Rozwój Koncepcji		Identyfikacja potrzeb klienta									
Projektowanie na poziomie systemu			Tworzenie założeń produktu								
Projektowanie produktu właściwego				Generowanie pomysłów	Selekcja pomysłów	Testowanie pomysłów					
Testowanie i udoskonalanie							Koncepcyjny projekt produktu				
Wytwarzanie								Przemysłowy projekt produktu			
								Projektowanie wspomagające wytwarzanie			
								Prototypowanie			
								Analiza i ocena konstrukcji			
											Zarządzanie projektami / Ekonomia rozwoju produktu / Wartość intelektualna i patenty Procesy rozwojowe i organizacyjne

Źródło: opracowanie własne na podstawie Ulrich K.T., Eppinger S.D., *Product design and development*, 4<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, 2007, s. 9.

Jeśli chodzi o metody i koncepcje wspomagające proces planowania i rozwoju produktu to tworzenie planu rozwoju produktu koncentruje się w głównej mierze na wyborze konkretnego wyrobu, który powinien być rozwijany, a elementem wyjścia powinno być sformułowanie strategicznych założeń dotyczących wybranego wyrobu jako nowego projektu. Identyfikacja potrzeb klienta, tworzenie założeń projektowych, generowanie i wybór rozwiązań, jak i testowanie rozwiązań stanowią kluczowy proces rozwoju koncepcyjnego produktu. Celem tych



działań jest wybór konkretnej koncepcji wyrobu, wraz z wykazem jego funkcjonalności, spełniającej strategiczne założenia dotyczące wyrobu. Koncepcyjny projekt produktu oznacza proces transformacji założeń na konkretne rozwiązania fizyczne, a także analizę wpływów tych rozwiązań na konieczność zmian w produkcji, różnorodność samego produktu, standaryzację części, koszty produkcji itp. Tak więc, koncepcyjny projekt produktu staje się wytyczną do działań związanych z procesem projektowania przemysłowego uwzględniającym interakcje nowy produkt – człowiek. Projektowanie przemysłowe zwraca zatem uwagę na aspekty estetyczne, ergonomiczne itp. w rozwijanym wyrobie. Kolejna z prezentowanych koncepcji dotyczy projektowania wspierającego wytwarzanie, a więc zastosowania w projektowanym wyrobie takich rozwiązań, które ograniczą koszty jego wytwarzania. Prototypowanie, pozwala zweryfikować, czy wszystkie założenia wynikające z poprzednich procesów zostały skutecznie wkomponowane w projektowany wyrób. Analiza i ocena konstrukcji pozwala ocenić solidność, wytrzymałość i niezawodność prototypu. Oczywiście całość prac powinna być koordynowana przez właściwe rozwiązania z zakresu zarządzania projektami, a także uwzględniać ekonomiczne aspekty całego procesu projektowania. Ważnym elementem, który został podkreślony przez autorów, jest zadbanie o wartość intelektualną projektu poprzez np. opatentowanie rozwiązań, które mogą okazać się kluczowe dla przedsiębiorstwa<sup>83</sup>.

Batalha<sup>84</sup>, zaprezentował syntetyczne zestawienie, jak to nazwał, zintegrowanych czynników wpływających na procesy badawczo-rozwojowe produktu. Zaliczył do nich czynniki:

- projektowania
  - aspekt przedsiębiorstwa (np. cele organizacji, posiadane know-how, warunki pracy, ekonomia itp.),
  - aspekt społeczny (np. prawo, normy i standardy, zasoby, patenty),
  - aspekt projektanta (np. cechy osobowe, umiejętności, przyzwyczajenia itp.),
- produkowania
  - proces produkcyjny (wykonalność, ekonomia, układ stanowisk roboczych),
  - proces montażu (identycznie jak proces produkcyjny),
  - testowanie,
- sprzedaży (rynek, polityka sprzedaży, konkurencja, opakowanie<sup>85</sup>, transport i magazynowanie),
- związane z użytkowaniem

---

<sup>83</sup> Ulrich K.T., Eppinger S.D., *Product design and development, 4<sup>th</sup> Edition*, McGraw-Hill, 2007, ss. 9-10.

<sup>84</sup> Batalha G., *Design for X – design for excellence*, Scientific International Journal of the World Academy of Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 6 (12), 2012, s. 10 – Open Access Library, Vol. 6 (12), 2012 <http://www.openaccesslibrary.com/vol12/1.pdf> z dnia 23.05.2018.

<sup>85</sup> PN-O-79021:1989 – Opakowania – System wymiarowy, 1989.

- użytkownik (poprzednie doświadczenia, wiedza techniczna użytkownika, koszty pracy, użyteczność),
- środowisko (wpływ produktu na środowisko i środowiska na produkt),
- proces użytkowania (użyteczność funkcji, charakter funkcji, niezawodność, serwisowalność itp.),
  - związane z utrzymaniem (struktura produktu, dostępność części zamiennych, wymiennność części zamiennych),
  - związane z wycofaniem produktu z rynku (środowisko i recykling).

Zaproponowane przez Batalha czynniki projektowania wydają się być jednak nieco chaotycznie przedstawione. Po pierwsze takie elementy jak np. ekonomia, występują w kilku miejscach, a wybrane procesy logistyczne autor zaliczył do obszaru sprzedaży. Należy także zwrócić uwagę, że w prezentowanych czynnikach brakuje w zasadzie konkretnie osadzonych oczekiwań klienta, które z punktu widzenia wyrobu finalnego stają się kluczowe.

Jedną z nowszych i ciągle rozwijających się koncepcji związanych z projektowaniem jest idea projektowania wspomagającego doskonałość – *Design for eXcellence* – DfX. Wiąże się ona nierozdzielnie z pojęciami projektowania i rozwoju produktu. Koncepcja DfX w swoim założeniu koncentruje się na konsolidacji zbioru różnorodnych metod projektowania ukierunkowanych na konkretne cele operacyjne. Pierwsze koncepcje projektowania wspomagającego, nastawione na wsparcie procesów wytwarzania, montażu i demontażu pojawiły się po II wojnie światowej jako elementy uzupełniające projektowanie współbieżne (CE)<sup>86</sup>. *Design for Manufacturing* DfM, jako jedna z pierwszych metod projektowania wspomagającego pojawiała się w latach 60. ubiegłego wieku<sup>87</sup>. Wtedy to firma General Electric wydała pierwszy poradnik przemysłowy pod nazwą *Manufacturing Producibility Handbook*<sup>88</sup>. Powstałe w ten sposób opracowanie komasowało wiedzę przemysłową związaną z obszarami wytwarzania w jednym opracowaniu, wskazując jak efektywnie projektować wyroby. We wspomnianym opracowaniu nacisk został położony na projektowanie pojedynczych wyrobów wspomagających „wytwarzalność” – *for producibility*. Wspomniano w nim także o kilku miejscach związanych z montażem. Doprowadzało to w wielu przypadkach do kreowania rozwiązań, które z punktu widzenia procesów wytwarzania były właściwe (np. projektowanie zamiast jednego, całościowego detalu, detalu rozbitego na

<sup>86</sup> Skołod B., *Komputerowo zintegrowane wytwarzanie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1997, ss. 108-118.

<sup>87</sup> Choć prace badawcze dotyczące technologiczności produkcji prowadzone były dużo wcześniej przez Sokolowskiego (1938), Mitrofanowa (1960), Burbidge (1963), Optiz (1968) o czym można przeczytać, [w:] Deuse J., Konrad B., Bohnen F., *Renaissance of Group Technology: Reducing Variability to Match Lean Production Prerequisites*, Proceedings 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control International, Federation of Automatic Control, Saint Petersburg, Russia 2013, ss. 998-1003.

<sup>88</sup> *Manufacturing Producibility Handbook* General Electric Co., Manufacturing Services, Schenectady, New York, 1960.

konkretną liczbę części, co z pewnością ułatwiało wytwarzanie, ale koszty całkowite tego rozwiązania, uwzględniające montaż i inne procesy, były zdecydowanie wyższe, aniżeli wykorzystano by detal w postaci jednej części). Zauważono wtedy, że celem powinno być upraszczanie struktury (architektury) wyrobu w kontekście redukcji kosztów montażu oraz całkowitych kosztów produktu, a nie tylko samego procesu wytwarzania<sup>89</sup>. W ten sposób koncepcja DfM została poszerzona o koncepcję *Design for Assembly* – DfA – przypadło to na koniec lat 70. ubiegłego wieku. Zwrócono wtedy uwagę na zakres skomplikowania wszystkich wytycznych, które wspomagały proces projektowania uwzględniającego montaż. Warto przy tym zwrócić uwagę, że koncepcja projektowania wspomagające wytwarzanie w dalszym ciągu się rozwija, zawężając w pewnym stopniu aspekty wytwórcze w kierunku specjalizacji np. projektowanie wyrobów do zrobotyzowanego montażu<sup>90</sup>, czy też uwzględniająca wybrane zagadnienia gospodarki narzędziowej, czego rodzime podstawy tworzyli Gawlik i Harasymowicz już w latach 80.<sup>91</sup>

W 1983 roku, Boothroyd i Dewhurst publikują pierwsze wydanie podręcznika *Product Design for Assembly*<sup>92</sup>, a w roku 1986 firma Hitachi wydała pierwszy przemysłowy poradnik prezentujący metodę oceny podatności montażowej<sup>93</sup>. Od tego momentu zaczęto przyporządkowywać kolejnym fazom cyklu życia produktu konkretne metody projektowania wspomagającego, w ten sposób tworząc projektowanie: wspierające łatwość utrzymania produktu (*Design for Maintainability* – DfMa)<sup>94</sup>, demontaż (*Design for Disassembly* – DfDa)<sup>95</sup>, wspierające zrównoważony rozwój (*Design for Sustainability* – DfS)<sup>96</sup>, uwzględniające starzenie się wyrobu (*Design for Obsolescence* – DfO)<sup>97</sup>, uwzględniające problematykę cyklu życia produktu w ramach struktur sieciowych – sieciowość (*Design for*

---

<sup>89</sup> Boothroyd G., Alting L., *Design for Assembly and Disassembly*, Keynote Paper, CIRP Annals – Manufacturing Technology 41 (2), 1992, p. 625.

<sup>90</sup> Sawik T., *Planowanie i sterowanie produkcji w elastycznych systemach montażowych*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1996, ss. 29-32.

<sup>91</sup> Gawlik J., Harasymowicz J., *Wybrane zagadnienia z organizacji gospodarki narzędziowej*, Politechnika Krakowska, Kraków, 1984, ss. 215-228.

<sup>92</sup> Boothroyd G., Dewhurst P., *Product Design and Assembly, Designer Handbook*, University of Massachusetts, Dept. of Mechanical Engineering, 1983.

<sup>93</sup> Miyakawa Ohashi T., *The Hitachi Assemblability Evaluation Method (AEM)*, Proceedings of International Conference of Product Design for Assembly, Newport, 1986.

<sup>94</sup> Opracowany przez NASA standard zamieszczony na stronie <https://msis.jsc.nasa.gov/sections/section12.htm> (dostęp z dnia 17.05.2018).

<sup>95</sup> Kuo T., *Disassembly sequence and cost analysis for electromechanical products*, Robotics and Computer-integrated Manufacturing, Vol. 16, No. 1, 2000, ss. 43-54.

<sup>96</sup> Sandborn P., *Designing engineering systems for sustainability*, [w:] Misra K., (red.) *Handbook of Performability Engineering*, Springer, London, 2008.

<sup>97</sup> Sandborn P., *Software obsolescence – complicating the part and technology obsolescence management problem*, IEEE Transaction on Components and Packaging Technologies, Vol. 20, No. 4, 2007, ss. 886-888.

*Network – DfN*), uwzględniające recykling (*Design for Recycling – DfR*)<sup>98</sup>, uwzględniające jakość (*Design for Quality – DfQ*)<sup>99</sup>, usługi posprzedazowe (*Design for Services – DfSv*)<sup>100</sup>, testowalność (*Design for testability – DfT*)<sup>101</sup>, środowisko (*Design for Environment – DfE*)<sup>102</sup>, elastyczność (*Design for Flexibility – DfF*)<sup>103</sup>, koszty (*Design for Cost – DfC*)<sup>104</sup>, różnorodność (*Design for Variety – DfV*)<sup>105</sup> czy też wreszcie cały cykl życia produktu (*Design for Life Cycle – DfLC*)<sup>106</sup>. Oczywiście wśród wymienionych metod należy wspomnieć także o projektowaniu wspomagającym dostawy (*Design for Delivery – DfD*)<sup>107</sup>, wspomagającym logistykę (*Design for Logistics – DfL*)<sup>108</sup> oraz wspomagającym łańcuch dostaw (*Design for Supply Chain – DfSC*)<sup>109</sup> przez wielu autorów uznawane za tożsame koncepcje<sup>110</sup>.

Z pewnością znaleźć można także inne obszary, które w ramach tak szeroko pojętych metod mogłyby się pojawić, jak choćby projektowanie uwzględniające wiek osób starszych, bezpieczeństwo żywności, wiedzę itp., ale z punktu widzenia całej koncepcji każdy z wymienionych obszarów tworzyłby inną grupę uwarunkowań. Gdyby zaprezentowane elementy DfX przedstawić w kontekście zysków ostatecznego odbiorcy, to można byłoby je podzielić na takie, które służą przedsiębiorstwu produkcyjnemu, takie które dedykowane są głównie dla klienta oraz takie, w których korzyści są obustronne – zarówno dla przedsiębiorstwa, jak i klienta – tabela 2.

---

<sup>98</sup> Becker J.M.J., Wits W.W., *A Template for Design for eXcellence (DfX) Methods*, [w:] Abramovici M., Stark R. (eds.) *Smart Product Engineering. Lecture Notes in Production Engineering*, Springer, Berlin, Heidelberg 2013.

<sup>99</sup> Booker J.D., *Industrial Practice in Designing for Quality*, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 20, No. 3, 2003, ss. 288-203.

<sup>100</sup> Subramani A., Dewhurst P., *Efficient design for Service Consideration*, Manufacturing Review, Vol. 6, No. 1, 1993, ss. 40-47.

<sup>101</sup> Williams T.W., Parker K.P., *Design for Testability: a Survey*, Proceedings of the IEEE, Vol. 71, No. 1, 1983, ss. 98-112.

<sup>102</sup> Fiksel J.R., *Design for Environment: Creating Eco-Efficient Product and processes*, McGraw-Hill, New York 1996.

<sup>103</sup> Maltzman R., Rembis K., Donisis M., Farley M., Sanchez R., Ho A., *Design for Networks – ultimate design for „X”*, Bell Labs Technical Journal, Vol. 9, No. 4, 2005, ss. 5-23.

<sup>104</sup> Lehto J., Harkonen J., Haapsasalo H., Belt P., Mottonen M., Kuvaja P., *Benefits of DfX in Requirements Engineering*, Technology and Investment, 2011, 2, ss. 27-37.

<sup>105</sup> Martin M., Ishii K., *Design for Variety: methodology for understanding the costs of product architectures*, Proceedings of The 1996 ASME Design Engineering Technical Conferences and Computers in Engineering Conference, Baltimore, 1996.

<sup>106</sup> Keoleian G., *Application of life cycle assessment to design*, Journal of Cleaner Production, Vol. 1, No. 3-4, 1993, ss. 143-149.

<sup>107</sup> Kaski T., Heikkila J., *Measuring Product Structures to Improve Demand-Supply Chain Efficiency*, international Journal of Technology Management, Vol. 23, No. 6, 2002, ss. 578-598.

<sup>108</sup> Mather H., *Design for Logistics (DfL) – the next challenge for designers*, Production and Inventory Management Journal, 1992, Vol. 33 (1), ss. 7-9.

<sup>109</sup> Garg A., *An application of designing products and processes for supply chain management*, IIE Transactions, Vol. 31, No. 5, ss. 417-429.

<sup>110</sup> Lamothe J., Hadj-Hamou, Aldanondo M., *An Optimization Model for Selecting a Product Family and Designing Its Supply Chain*, International Journal of Operational Research, Vol. 169, No. 3, 2006, ss. 1030-1047.

Tabela 2. Główni beneficjenci elementów projektowania wspomagającego doskonałość

Projektowanie wspomagające doskonałość		
Przedsiębiorstwo	Przedsiębiorstwo oraz klient	klient
DfM – Wytwarzanie	DfS – Zrównoważony rozwój	DfMa – Łatwość utrzymania
DfA – Montaż	DfR – Recykling	DfO – Starzenie się wyrobu
DfDa -DfD – Demontaż	DfE – Środowisko	DfF – Elastyczność
DfT – Testowalność	DfQ – Jakość	DfV – Różnorodność
DfC – Koszty	DfL – Logistyka	DfD – Dostawy
DfSC – Łańcuch dostaw	DfN – Sieciowość	DfLC – Cykl życia
DfLC – Cykl życia		DfSv – Usługi posprzedażowe
DfSv – Usługi posprzedażowe		

Źródło: opracowanie własne.

Zaprezentowana tabela 2 może pozostawiać pewne wątpliwości co do jednoznacznego przyporządkowania danych metod, ponieważ wspomagane w projektowaniu obszary są często wielowymiarowe. Wydaje się jednak, że obustronne zyski spowodowane projektowaniem wspomagającym zrównoważony rozwój, środowisko oraz recykling, można byłoby zamknąć w niedawno powstałym pojęciu projektowania wspomagającego gospodarkę cyrkulacyjną (*Design for Circular Economy*)<sup>111</sup>. Kwestia projektowania wspomagającego jakość nie budzi wątpliwości co do obustronnych korzyści (jakość jest równie ważna w procesach produkcyjnych, jak i w późniejszym użytkowaniu wyrobu). Nieco więcej wątpliwości budzi projektowanie wspomagające cykl życia i usługi posprzedażowe, z tego powodu, że żywo zainteresowanymi beneficjentami są obydwie podmioty, choć wydaje się, że w tym wypadku następuje rozbieżność interesów. Na samym końcu pozostały trzy elementy związane w zasadzie z logistyką, a więc: projektowanie wspomagające dostawy (jedną z faz logistycznych – dystrybucji), projektowanie wspomagające łańcuch dostaw (a więc *de facto* logistykę w ujęciu całościowym – wszystkie fazy i wszystkie procesy), jak i projektowanie wspomagające logistykę, zawierające w sobie dwa poprzednie modele.

Chiu i Okudan<sup>112</sup> dokonali dość szerokiego przeglądu literaturowego koncepcji DfX i dokonali próby ustrukturalizowania tego pojęcia, dokonując jego klasyfikacji na 5 podstawowych kategorii bazujących na naturze prezentowanych narzędzi. Biorąc pod uwagę poziom szczegółowości, wyodrębnili: wytyczne, listy kontrolne, metryki, modele matematyczne oraz metody ogólne. Wytyczne dostarczają wskazówek, które należy przestrzegać oraz pokazują cel, do którego należy dążyć. Listy kontrolne zawierają opinie, obliczenia oraz zestaw pytań dotyczących pro-

<sup>111</sup> Np. Lewandowski M., *Designing the Business Models for Circular Economy – Towards the Conceptual Framework*, Sustainability (2071-1050), 8, 2016, ss. 1-28.

<sup>112</sup> Chiu, M.-C., Okudan G., *Investigation of the Applicability of Design for X Tools during Design Concept Evolution: A literature review*, International Journal of Product Development, Vol. 13, No. 2, 2011, ss.152-153.

jektu, na które należy odpowiedzieć tak lub nie – identyfikują zestaw uwarunkowań, które powinny być wzięte pod uwagę podczas realizacji niektórych projektów. Metryki, które często stanowią połączenie wytycznych i list kontrolnych, są używane do ilościowej oceny spełnienia przez produkt wytycznych projektowych. Modele matematyczne weryfikują wykorzystywane w procesie projektowania wzory i formuły, pozwalając ocenić wydajność i efektywność prac projektowych. Całościowa metoda obejmuje systematyczny, jasny i proceduralny opis poprzednich działań, nie przyporządkowując zadań projektowych do konkretnych metod ani nie definiując kolejności, w której zadania powinny być realizowane<sup>113</sup>.

Zaprezentowany model oraz opisane metody i techniki wydają się tylko zarysowywać wyzwania, przed jakimi staje projektowanie XXI wieku. W prezentowanym modelu, pojawiają się, obok klasycznych aspektów związanych z projektowaniem (takich jak ekonomiczny, humanistyczny czy też marketingowy), aspekty zwracające uwagę na konieczność uwzględniania w procesach projektowania wytwarzania. Powołując się na wspomniane już w opracowaniu 10 obszarów dyscypliny naukowej Inżynieria Produkcji<sup>114</sup>, wyraźnie daje się zauważyć, że w prezentowanym modelu nie występuje miejsce uwzględniające optymalizację łańcuchów dostaw czy też logistykę. Oczywiście można uznać, że *Design for Manufacturing* – nazywaną przez wielu autorów technologicznością konstrukcji<sup>115</sup>, a nazwaną przez autora projektowaniem wspomagającym wytwarzanie, zawiera w sobie uwzględnianie elementów związanych z logistyką, ale wydaje się to zbyt płytkim podejściem do problemu, bo wiąże się ono jedynie z jedną z faz logistycznych – logistyką produkcji. Ponieważ jednak samo wytwarzanie, mocno jest połączone z problematyką logistyki produkcji, dlatego wskazane byłoby zaprezentowanie samej koncepcji projektowania wspomagającego wytwarzanie oraz zdefiniowanie jej założeń.

Ekonomika wytwarzania wyrobów gotowych, nieubłagane wskazuje, że jednym z kluczowych elementów związanych z procesem wytwarzania jest czas i koszt. Coraz częściej, zwraca się jednak uwagę, że konstrukcja samego produktu, która jest związana z jego projektem, uniemożliwia w wielu przypadkach osiągnięcie oczekiwanych rezultatów. Logiczne jest zwrócenie uwagi na fakt, że już w procesie projektowania produktów należy uwzględniać specyficzne cechy późniejszych procesów jego wytwarzania czy też montażu, aby móc jeszcze efektywniej realizować proces produkcyjny. Potwierdzają to powszechnie funkcjonujące w przemyśle szacunkowe dane, które stwierdzają, że ok 75% do 90% całkowitych

---

<sup>113</sup> Becker J.M.J., Wits W.W., *A template for Design for eXcellence (DfX) Methods*, [in:] Abramovici M., Stark R., (ed.) *Smart Product Engineering*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2013, ss. 34-35.

<sup>114</sup> Komitet Inżynierii Produkcji, Polska Akademia Nauk, *Istota inżynierii produkcji*, dz. cyt., s. 4.

<sup>115</sup> np. Matuszek J., Seneta T., *Ocena technologiczności konstrukcji w procesach montażu wyrobów metodą Lucas DFA*, *Mechanik* nr 7/2017, ss. 523-525.

kosztów wytwarzania determinowane jest przez sam projekt produktu<sup>116</sup>. Wymusza to na przedsiębiorstwach uwzględnianie w procesach projektowania produktów uwarunkowań związanych z jego późniejszym wytwarzaniem. Pojęcie projektowania wspierającego wytwarzanie czy też projektowania wspierającego montaż (DfA) istnieje już w literaturze światowej.

Pojęcie DFM zostało zdefiniowane przez Stolla w 1990 roku<sup>117</sup>. Pojęciowo zostało ono osadzone jako koncepcja kompleksowego podejścia do procesu projektowania przy użyciu wybranych metod, technik i postaw w wyniku której produkt jest projektowany przy uwzględnieniu optymalizacji kosztów wytwarzania oraz osiągnięciu optymalnych parametrów w obszarze jakości, wsparcia cyklu życia produktu, uproszczenia obsługi serwisowej, przy optymalnej niezawodności oraz przy optymalnym uwzględnieniu zasad recyklingu. Dwa lata wcześniej, ten sam autor zdefiniował główne cele projektowania wspomagającego wytwarzanie i opisał je w trzech punktach:

- 1) zdefiniowanie koncepcji produktu, która w swoich założeniach jest łatwa do wykonania w danych warunkach produkcyjnych,
- 2) skoncentrowanie się na projektowaniu komponentów produktu, które będą łatwe do wytwarzania oraz montażu,
- 3) zintegrowanie procesu projektowania wytwarzania z procesem projektowania produktu, aby być pewnym najlepszego zaspokojenia potrzeb i wymagań klienta<sup>118</sup>.

Jak słusznie podaje Yu, Krizan i Ishii<sup>119</sup> idea DfM opiera się na założeniu, że koszt i jakość produktu wpisane są w projekt produktu. Metodologia prezentowanej koncepcji zakłada aktywne dążenie do integrowania wartości wynikających z cyklu życia produktu już na etapie jego projektowania lub rozwoju. Zdaniem tych autorów, metoda DfM umożliwi inżynierom przy użyciu systematycznej metodologii zredukowanie czasu projektowania lub rozwoju produktu, ograniczenia kosztów produkcji oraz redukcji wad w wyrobach gotowych. Skupia się ona na konkretnych procesach wytwórczych np. obróbka skrawaniem, obróbka plastyczna czy też montaż, dążąc do włączania na wstępnym etapie projektowania produktu rozwiązań, które zapobiegają problemom produkcyjnym oraz znacząco ułatwiają proces produkcyjny. W tej samej pracy autorzy, w sposób bardzo ciekawy, prezentują gromadzenie wiedzy projektowej pozwalającej identyfikować dostępne rozwiązania konstrukcyjne, wśród już istniejących baz danych. Analizę tę

---

<sup>116</sup> Fabrycky W.J., *Designing for the Life-cycle*, Mechanical Engineering, Jan. 1987, ss.72-74; Daetz D., *The effect of product design on product quality and product cost*, Quality Progress, Jun. 1987, ss. 40-44.

<sup>117</sup> Stoll H.W., *Design for Manufacturing*, Simultaneous Engineering, C.W. Allen edit, SME Press, 1990, ss. 23-29.

<sup>118</sup> Stoll H.W., *Design for Manufacturing*, Toll and Manufacturing Engineers Handbook, Vol. 5, SME Press, 1988, ss. 13.1-13.32.

<sup>119</sup> Yu J.C., Krizan Ishii K., *Computer Aided Design for Manufacturing Process Selection*, Journal of Intelligent Manufacturing Systems, ASME, 1980, ss. 199.

Ishii, Adler i Barkman<sup>120</sup> nazwali *Design Copmatibility Analisys* – DCA – analiza zgodności projektu. DCA bazuje na założeniu, że w różnych fazach procesu projektowania projektanci potrzebują różnorodnych, nie zawsze takiego samego rodzaju, informacji. Na bardzo wstępnym etapie projektowania inżynierowie chcą uzyskać więcej informacji jakościowych na temat kompatybilności między specyfikacjami i procesami projektu realizowanego, w stosunku do projektów już wdrożonych, aniżeli ilościowej wiedzy o kosztach cyklu życia produktu. W zależności od wyniku porównań (czy istnieje podobieństwo, czy też jest tam jego brak) istnieje możliwość zastosowania podejścia bądź to bazującego na kompatybilności lub bazującego na przypadku<sup>121</sup>. Wraz z kolejnymi etapami zaawansowania projektu, projektanci mają możliwość wykorzystania bardziej ilościowych form informacji o podobieństwie (kompatybilności). Wybrany reprezentatywny projekt staje się wtedy bazą informacji jakościowych o różnorodnych kosztach związanych z tym projektem, co prowadzi do rankingowania procesów. Rozróżnienie to jest o tyle istotne, że może ono posłużyć jako ważny element koncepcji projektowania wspomagającego logistykę.

Wspomniany już Stoll<sup>122</sup> stwierdził, że projektowanie wspomagające wytwarzanie powinno opierać się na dwuetapowym procesie. Pierwszy etap, związany jest z tym, że każde funkcjonalne wymaganie oraz ograniczenie produktu, urządzenia bądź systemu powinno być analizowane przez pryzmat wielu niezależnych aspektów, cech, właściwości bądź też składników w ramach procesu projektowania. Użyteczne może być tutaj zastosowanie hierarchicznej struktury funkcjonalnych wymagań, od najważniejszych do najmniej ważnych. Drugi etap wiąże się z kontynuacją działań projektowych, włączając wymagania funkcjonalne w cały proces podejmowania decyzji projektowych. Przydatne mogą okazać się tutaj sformalizowane przez Yasuhure i Suha<sup>123</sup> dwa aksjomaty projektowania uwzględniającego szersze spektrum uwarunkowań funkcjonalnych, tzn.:

- 1) w dobrym projekcie utrzymuje się niezależność funkcjonalną,
- 2) w projekcie, w którym został spełniony aksjomat 1, najlepszy projekt reprezentowany jest przez taki, który ma minimalną zawartość informacji.

Koncepcja DfM bazuje także na pewnych podstawowych zasadach. Autorzy Chang, Wysk i Wang<sup>124</sup> sformułowali grupę 10 podstawowych zasad pozwalających projektantom zredukować koszty produkcji. Zaliczyli do nich:

---

<sup>120</sup> Ishii K., Adler R., Barkan., P., *Application of design compatibility analysis to simultaneous engineering*, Artificial Intelligence in Engineering Design and Manufacturing, AI EDAM, Vol. 2, Issue 1, February 1988, ss. 53-65

<sup>121</sup> Yu J.C., Krizan Ishii K., *Computer Aided Design for Manufacturing Process Selection*, Journal of Intelligent Manufacturing Systems, ASME, 1980, ss. 200-201.

<sup>122</sup> Stoll H.W., *Design for Manufacturing*, Simultaneous Engineering, C.W. Allen (ed.), SME Press, 1990, ss. 23-29.

<sup>123</sup> Yasuhara M., Suh N.P., *A Quantitative Analysis of Design Based on Axiomatic Approach*, Computer Application in Manufacturing Systems, ASME, 1980, ss. 1-20.

<sup>124</sup> Chang T-Ch., Wysk R., Wang H-P., *Computer-Aided Manufacturing*, 3rd Edition, Pearson Education, New York, 2005, ss. 596-598.



- 1) redukcję ilości elementów wchodzących w skład wyrobu gotowego,
- 2) wykorzystywanie modułowości w jak największej skali,
- 3) wykorzystywanie w wyrobie gotowym jak największej liczby detali standaryzowanych,
- 4) koncentracja na projektowaniu multifunkcyjnych części i podzespołów;
- 5) koncentracja na projektowaniu części i podzespołów, których funkcje mają zastosowanie w wielu, różnych wyrobach gotowych,
- 6) koncentracja na projektowaniu wykorzystującym materiały łatwe do wyprodukowania,
- 7) unikanie wykorzystania różnorodnych mocowań (gwintowanych, wciskanych, wymagających specjalistycznego sprzętu),
- 8) uwzględnienie minimalizacji zmian położenia wyrobu w procesie montażu;
- 9) maksymalizacja podatności (wrażliwości i odporności na procesy produkcyjne),
- 10) minimalizacja czynności manipulacyjnych.

Z kolei Kuo i Hong-Chao Zhang<sup>125</sup>, zaprezentowali 13 punktów pokazujących kierunki i cele projektowania uwzględniającego koncepcję *Design for Manufacturing* i stwierdzili, że proces projektowania:

- 1) wyrobu powinien ograniczać liczbę zastosowanych w projekcie wyrobu komponentów,
- 2) wyrobu powinien uwzględniać zasady projektowania modułowego,
- 3) wyrobu powinien minimalizować konieczność zmian części wykorzystywanych w projektowanym wyrobie,
- 4) wyrobu powinien minimalizować występowanie elementów złącznych,
- 5) części do wyrobu powinien uwzględniać ich wielofunkcyjność,
- 6) części do wyrobu powinien uwzględniać ich wielokrotność zastosowania w innych rozwiązaniach,
- 7) części do wyrobu powinien uwzględniać ich łatwość wytworzenia,
- 8) wyrobu i części powinien wykorzystywać koncepcję projektowania wspomagającego montaż, minimalizując potencjalne wady montażowe i kierując się zasadą montażu od góry do dołu (zaczynając od „szkieletu konstrukcji” na elementach wykańczających kończąc),
- 9) wyrobu i części powinien zmaksymalizować zgodność projektowanych elementów, aby były one łatwe do montażu,
- 10) wyrobu i części powinien zminimalizować obsługę przy nim oraz konieczność stosowania dodatkowych opisów i instrukcji,
- 11) wyrobu i części powinien zawierać ocenę metod montażu,
- 12) wyrobu i części powinien eliminować i upraszczać dostosowywanie wyrobu,
- 13) wyrobu i części powinien unikać elastycznych składników.

---

<sup>125</sup> Kuo T.C., Hong-Chao Zhang, *Design for Manufacturability and Design for “X”*: Concepts, Application, and Perspectives, Proceedings International Electronics Manufacturing Technology Symposium, IEEE/CPMT, Computers & Industrial Engineering Volume 41, Issue 3, December 2001, ss. 447-448.

Jak widać zaprezentowane zasady mają wiele elementów wspólnych, do których zaliczyć można np. minimalizację liczby elementów wchodzących w skład wyrobu gotowego, wykorzystanie koncepcji modułowości (modularności) części, czy też wykorzystanie wielofunkcyjnych podzespołów lub części. Różnice w obydwu podejściach wydają się jednak niewielkie i dotyczą w zasadzie uszczegółowienia projektowania wspomagającego montaż.

Wspomniana przez autorów koncepcja modułowości, czy też modularności, definiowana jest jako specyficzna forma projektowania, której nadrzędnym celem jest kreowanie elementów posiadających wysoki stopień niezależności między sobą, posiadających jednak wspólną, standaryzowaną specyfikację interfejsu łączącego je w jeden wspólny wyrób lub system. Każdy modułowy komponent spełnia zakres pewnych funkcji w całości wyrobu, których połączenie tworzy ostateczny efekt w produkcji<sup>126</sup>.

Kilkakrotnie pojawiło się także pojęcie projektowanie produktów ukierunkowane (wspomagające) na montaż (*Design for Assembly*). Bez wątpienia koncepcja ta wykorzystuje doświadczenia poprzedniego podejścia (DfM), jednak idzie o krok dalej. Pozwala ono projektantom dokonać wglądu w uwarunkowania i specyfikę procesów montażu<sup>127</sup>. Koncepcja DfA posiada także kilka instrumentów pozwalających zidentyfikować obszary, które powinny być uwzględnione w procesie projektowania wspierającego montaż. Zaliczyć do nich można: ocenę podatności montażowej produktu (*The assemblability evaluation method – AEM*) zaproponowaną przez Hitachi<sup>128</sup> oraz jej rozszerzoną wersję (*Extended assemblability evaluation method*)<sup>129</sup>, ocenę produktywności systemu zaproponowaną przez Fujitsu (*Productivity evaluation system*)<sup>130</sup>, czy też rozpowszechnioną metodę Boothroyd–Dewhurst<sup>131</sup>. Idea koncepcji opiera się na hasle „jeden ruch na jedną część”, które zostało jako pierwsze użyte w latach 80. przez koncern Hitachi, zaś całość tego rozwiązania można streścić w trzech bazowych procesach: montażu ręcznego, wyznaczenia specjalnego fragmentu montażu do zautomatyzowania oraz montażu elastycznego. Często do DfA używa się zaawansowanych

---

<sup>126</sup> Sanchez R., Mahoney J.T., *Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design*, Strategic Management Journal, Vol. 17 (Winter Special Issue), 1996, s. 64.

<sup>127</sup> Fazio T., Rhee Whitney D., *Design-Specific Approach to Design for Assembly (DFA) for Complex Mechanical Assemblies*, IEEE transactions on robotics and automation, Vol. 15, No. 5, OCTOBER 1999, s. 869.

<sup>128</sup> Miyakawa Shigemura T., *The Hitachi Assemblability Evaluation Method (AEM)*, Proceedings International Conference Manufacturing Systems Environmental – Looking Toward 21st Century, 1990, ss. 277-282.

<sup>129</sup> Ohashi T., Iwata M., Arimoto Miyakawa *Extended Assemblability Evaluation Method (AEM)*, JSME International Journal Series C Mechanical Systems, Machine Elements and Manufacturing, Vol. 45, Is. 2, 2002, ss. 567-574.

<sup>130</sup> Sakai Y., Miyazawa A., *Fujitsu's Innovation in Manufacturing and Engineering*, Fujitsu Scientific and Technical Journal, Vol. 43, No. 1, ss. 3-13.

<sup>131</sup> Boothroyd G., Dewhurst P., Knight W., *Product Design for Manufacture and Assembly*, 3rd edition. CRC Press, Boca Raton, 2011.

baz i technik komputerowych, aby możliwa była ocena czasu montażu i wyznaczenia na tej podstawie kosztów projektowanych części oraz późniejszych kosztów wytwórczych.

Wspomniani już Boothroyd, Dewhurst i Knight, sformułowali cztery podstawowe zasady konieczne do implementacji koncepcji projektowania wspomagającego montaż i zaliczyli do nich:

- 1) zapewnienie projektantom narzędzi (głównie informatycznych), które byłyby w stanie zidentyfikować elementy (złożoność produktu) mające wpływ na jego montaż,
- 2) kreowanie rozwiązań pod kątem upraszczania produktu, zmierzające do minimalizacji kosztów montażu,
- 3) dzielenie się wiedzą między projektantami i zespołami projektowymi na temat najlepszych rozwiązań wspierających proces montażu,
- 4) zbudowanie bazy danych dla projektantów, obrazującej wystandaryzowane czasy i koszty operacji montażu, dla różnorodnych sytuacji projektowych oraz warunków procesu produkcyjnego<sup>132</sup>.

Ci sami autorzy zdefiniowali podstawowe zasady projektowania wspomagającego obsługę części oraz ułatwianie procesu montażu w kontekście wkładania i łączenia części ze sobą. Do podstawowych zasad ułatwiających obsługę części oraz późniejszy montaż autorzy zaliczyli<sup>133</sup>:

- maksymalizowanie liczby części posiadających całkowitą symetrię obrotową i wzdłużną (jeśli są to wskaźniki nieosiągalne to należy projektować części wykorzystujące symetrie w tak dużym zakresie, w jakim jest to możliwe),
- zapewnienie w projektowanych częściach rozwiązań zapobiegających blokowaniu, zagnieżdżaniu lub innym sytuacjom uniemożliwiającym sprawną montaż,
- zapewnienie projektowanym częściom możliwości ich układania w stosy w razie konieczności przechowywania,
- unikanie projektowania lub wykorzystania części, których cechy i właściwości tworzą ryzyko łączenia lub splątania,
- unikanie projektowania lub wykorzystywania części, które sklejają się ze sobą lub są śliskie, delikatne, elastyczne, bardzo małe, bardzo duże lub niebezpieczne dla użytkownika,
- optymalizowanie połączeń części i podzespołów pod kątem braku jakiegokolwiek oporu w procesie montażu,
- wykorzystywanie standardowych części, które już funkcjonują i doskonale sprawdzają się w procesie produkcyjnym (zwiększanie wolumenu produkcji przy niższych kosztach jednostkowych),

---

<sup>132</sup> Boothroyd G., Dewhurst P., Knight W., *Product Design for Manufacture and Assembly*, dz. cyt., s. 86.

<sup>133</sup> Boothroyd G., Dewhurst P., Knight W., *Product Design for Manufacture and Assembly*, dz. cyt., ss. 86-92.

- projektowanie wyrobów zapewniających montaż na jednej osi odniesienia – zestaw ostrosłupowy, co wynika z ergonomicznej zasady mówiącej, że najłatwiej jest montować produkt od góry,
- zapewnienie funkcji samolokalizacji części względem siebie w procesie montażu oraz rozwiązań ułatwiających wkładanie,
- wykorzystywanie w procesach projektowania standardowych rozwiązań dotyczących połączeń w pierwszej kolejności wykorzystując rozwiązania bazujące na zatrzaskiwaniu, plastikowym zginaniu, nitowaniu czy też łączeniu śrubowym,
- projektowanie uwzględniające unikanie zmiany położenia częściowo ukończonego zespołu w urządzeniu.

Każdy z zaprezentowanych punktów wyraźnie odnosi się do procesu montażu, który jest specyficznym procesem technologicznym<sup>134</sup>. Każda z wyżej wymienionych zasad wydaje się być ważna z punktu widzenia efektywności procesu produkcyjnego, co bez wątpienia przekłada się bezpośrednio na koszty.

Bardzo ciekawą kontynuacją wątku DfM i DfA jest koncepcja Martina i Ishii projektowania wspomagającego różnorodność (DfV)<sup>135</sup>. Autorzy skoncentrowali się w swojej pracy nad rozwiązaniami, których celem jest redukcja wpływu różnorodności asortymentowej w kosztach całego cyklu życia produktu. Wskazali oni dwa kluczowe wskaźniki GVI (*Generational Variety Index* – wskaźnik różnorodności generacyjnej) oraz wskaźnik sprzężenia (CI – *Coupling Index*). Pierwszy z nich, odpowiedzialny jest za wskazanie liczby przeprojektowanych części pojawiających się w nowych produktach. Drugi odnosi się do pokazania relacji pomiędzy przeprojektowanymi elementami – im silniejsze relacje konstrukcyjne i funkcjonalne między komponentami, tym bardziej prawdopodobne jest, że zmiana w jednym wymaga zmiany w drugiej. Pokazana przez autorów metodologia projektowania wspomagającego różnorodność, wykorzystująca wspomniane wskaźniki, pozwoliła wygenerować rozwiązania optymalizujące kwestie ilości podzespołów i części w wyrobie finalnym.

Z zaprezentowanego przeglądu literatury, wyraźnie daje się zauważyć, że w pierwszej kolejności projektanci, próbowali uwzględnić w procesie projektowania i rozwoju te elementy, które wiązały się bezpośrednio z procesem produkcyjnym, a w szczególności z jego ograniczeniami (DfM). Nieco później rozwijająca się w Japonii za sprawą Deminga – koncepcja *Total Quality Management* – TQM<sup>136</sup> sprawiła, że w produktach zaczęto uwzględniać takie kwestie, jak jakość, których jedną z cech jest niezawodność czy też możliwość testowania i kontroli (DfQ, DfR, DfT, DfI). Rosnąca globalizacja i masowość produkcji doprowadziły do zwrócenia uwagi na problem linii montażowych i procesów montażowych, czego skutkiem było pojawienie się koncepcji projektowania wspomagającego montaż (DfA), a zmiany klimatyczne wymusiły zwrócenie uwagi na pro-

<sup>134</sup> Durlik I., *Inżynieria Zarządzania*, dz. cyt., ss. 65-70.

<sup>135</sup> Martin M., Ishii K., *Design for Variety: developing standardized and modularized product platform architectures*, Research in Engineering Design, 2002, Vol. 13, No. 3.

<sup>136</sup> Hamrol A., Zymonik Z., *Zarządzanie jakością*, [w:] Knosala R., (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy ....*, dz. cyt. ss. 565-574.

blem środowiska i recyklingu (DfE, DfR). Złożoność rynku oraz wzrost oczekiwań klientów, co do personalizacji produktów wymusił uwzględnienie w procesach projektowania zagadnień związanych z elastycznością (DfF) oraz różnorodnością (DfV). Inne wyzwania wiążące się ze specyfiką produktów tworzyły nowe koncepcje, które zamknęły się w idei projektowania do doskonałości (DfX), projektowania minimalizującego koszty (DfC) czy też projektowania wspomagającego cykl życia produktu (DfLC).

Duda<sup>137</sup> zwrócił uwagę na to, że w integracji faz rozwoju wyrobów istotną rolę odgrywają właśnie wspomniane wcześniej metody i systemy wspomagające ocenę rozwiązania jako efektu projektowania wspomagającego doskonałość. Metodologia, opisywana w ramach DfX, pomaga obniżyć koszty produkcji w drodze wniosków sformułowanych dla projektantów, które mogą być wykorzystane jeszcze na etapie prac koncepcyjnych.

Zaprezentowane badania literaturowe zwracają uwagę na wiele aspektów procesu projektowania. Pokazuje też, że istota całego procesu projektowania może obejmować kreowanie nowych produktów lub modyfikacji produktów istniejących. Dokonując pewnego syntetycznego podsumowania, można byłoby określić pewne założenia procesu projektowania, które powinny zostać uwzględnione w projektowaniu wspomagającym logistykę.

Projektowanie i modyfikacja produktu (rozwój produktu) jest interdyscyplinarną działalnością wymagającą zrozumienia i wsparcia przez wszystkie funkcjonalne działy przedsiębiorstwa. Oczywiście, modyfikacja czy też doskonalenie – rozwój produktu – posiada wiele wspólnych cech z procesem projektowania i to zarówno w podejściu definicyjnym, jak i metodycznym. Nie ma zatem potrzeby, wyodrębnić tego zagadnienia teoretycznie. Należy jednak zwrócić uwagę, że większość publikacji dotyczących projektowania i/lub rozwoju produktu, sytuuje omawiane zjawisko w kontekście inżynierskiego podejścia. Zjawisko to koncentruje się raczej na rozwoju produktu, aniżeli na projektowaniu go od samego początku.

Globalny rynek XXI wieku coraz częściej zauważa ograniczenia związane z szybkością reakcji na potrzeby klienta, wynikające głównie z konieczności przepływu surowców i towarów między miejscami pozyskania, wytwarzania i sprzedaży, oddalonymi od siebie o setki lub tysiące kilometrów. Nie poprawia również sytuacji konieczność podnoszenia stopnia personalizacji wyrobów, co jest następstwem zmian w postawach konsumenckich. Niewątpliwie wysoki stopień personalizacji wpływa na przesuwanie się punktu rozdziału (*Decoupling point* – DP) bliżej miejsc wytwarzania. Kluczowe aspekty wraz z postępującą globalizacją nierozzerwalnie łączą się z logistyką i łańcuchami dostaw. Stąd powstaje potrzeba poszerzenia prac naukowo-badawczych nad kolejnym elementem jakim jest projektowanie wspomagające logistykę (DfL) oraz jednoznacznym ustaleniu relacji w jakiej pozostaje DfL do projektowania wspomagającego łańcuch dostaw (DfSC). W sposób naturalny uzupełniają one koncepcję projektowania ku doskonałości (DfX). Wydaje się także, że bardzo dużym wyzwaniem jest integracja

---

<sup>137</sup> Duda J., *Zarządzanie rozwojem wyrobów w ujęciu systemowym*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2016, ss. 37-38.

wszystkich koncepcji w jedną spójną całość, niemniej należałoby uwzględnić dotychczasowy dorobek naukowy związany z DfX w ramach koncepcji DfL.

Prezentowane zagadnienia odnoszą się do bardzo istotnych elementów inżynierii produkcji. Niemniej, następna część pracy skoncentruje się na zagadnieniu związanym z projektowaniem wspomagającym logistykę (DfL) oraz projektowaniem wspomagającym łańcuch dostaw (DfSC), które na podstawie analiz literaturowych autora wykazują potencjał do głębszego rozwinięcia i osadzenia w nieco innym ujęciu.

## 1.2. Projektowanie wspomagające logistykę i łańcuch dostaw

Podjmując próbę sformułowania podstaw projektowania wspierającego logistykę DfL, czy też projektowania wspierającego łańcuchy dostaw, należałoby w pierwszej kolejności przedstawić krótki przegląd literaturowy, odnoszący się do tego zjawiska. Część badań literaturowych powinna z pewnością dotyczyć zagadnień logistyki i łańcucha logistycznego. Należy jednak zauważyć, że pojęcia te od dekad funkcjonują w literaturze światowej. Tacy autorzy jak Coyle, Bardi, Langley Jr.<sup>138</sup>, Christopher<sup>139</sup>, Dolgui<sup>140</sup>, Lambert<sup>141</sup>, Pfohl<sup>142</sup> tworzący zręby naukowe światowej logistyki i łańcuchów dostaw, jak i autorzy kreujący rozwój logistyki w Europie Środkowej tacy jak: Abt<sup>143</sup>, Blaik<sup>144</sup>, Bukowski<sup>145</sup>, Ciesielski<sup>146</sup>, Feliks<sup>147</sup>, Fertch<sup>148</sup>, Ficoń<sup>149</sup>, Gołębska<sup>150</sup>, Kisperska-Moroń<sup>151</sup>,

---

<sup>138</sup> Coyle J.J., Bardi E.J., John-Langlej J., *Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective – 7th Edition*, South-Western/Thomson Learning, 2003.

<sup>139</sup> Christopher M., *Logistics & Supply Chain Management – 5th Edition*, Pearson Education Limited, 2016.

<sup>140</sup> Dolgui A., Proth J.M., *Supply Chain Engineering: useful methods and techniques*, Springer Science & Business Media, 2010.

<sup>141</sup> Lambert D.M., *Supply chain management: processes, partnerships, performance*, Supply Chain Management Institute, 2008.

<sup>142</sup> Pfohl H.Ch., *Logistikmanagement – 2nd edition*, Springer, 2004.

<sup>143</sup> Abt *Systemy logistyczne w gospodarowaniu. Teoria praktyka logistyki*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań, 1997.

<sup>144</sup> Blaik P., *Logistyka*, PWE, Warszawa, 2001.

<sup>145</sup> Bukowski L., *Total Logistics Management – istota koncepcji Kompleksowego Zarządzania*, Logistycznego, Instytut Logistyki i Magazynowania, Logistyka, 4/2014, 2014.

<sup>146</sup> Ciesielski M. (red.), *Zarządzanie łańcuchami dostaw*, PWE, Warszawa, 2011.

<sup>147</sup> Bukowski L., Feliks J., *Multi-dimensional concept of supply chain resilience*, Electronic Proceedings Carpathian Logistics Congress 2012, Jeseník, Czech Republic, TANGER Ltd, 2013, ss. 33-40.

<sup>148</sup> Fertch M. (red.), *Słownik terminologii logistycznej*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań, 2006.

<sup>149</sup> Ficoń K., *Procesy logistyczne w przedsiębiorstwie*, Impuls Plus Consulting, Gdynia, 2001.

<sup>150</sup> Gołębska E. (red.), *Kompendium wiedzy o logistyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań, 2001.

<sup>151</sup> Kisperska-Moroń D. (red.), *Pomiar funkcjonowania łańcuchów dostaw*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice, 2006.

Krzyżaniak<sup>152</sup>, Lenort<sup>153</sup>, Rutkowski<sup>154</sup>, Sarjusz-Wolski<sup>155</sup>, Sawik<sup>156</sup>, Sęk<sup>157</sup>, Skowronek<sup>158</sup>, Szymonik<sup>159</sup>, Twaróg<sup>160</sup>, Witkowski<sup>161</sup>, Zielecki<sup>162</sup> (wskazano tylko pojedyncze tytuły w całym bogatym dorobku wspomnianych autorów) i wielu innych niewymienionych tutaj, stworzyli solidne podstawy teoretyczne rozwoju logistyki. Dlatego pewne części ogólne, dotyczące logistyki i łańcuchów dostaw, zostaną zapożyczone z kompendium wiedzy Inżynierii Produkcji<sup>163</sup>.

Przyjmując projektowanie poprawne metodologicznie (*designing proper*) za właściwe podejście do problematyki procesu projektowania, należy założyć wykorzystanie wiedzy z wielu dyscyplin<sup>164</sup>. W monografii połączono opisywaną wiedzę i zaprezentowano wybrane elementy wpisujące się w proces projektowania wspomagającego logistykę. A zatem, w pierwszej kolejności należałoby zwrócić uwagę na krótką charakterystykę samej logistyki.

Logistyka w swojej istocie stanowi transformację czasowo-przestrzenną dóbr i usług zintegrowaną procesami zarządzania służącą przepływowi wyrobów i informacji o nich<sup>165</sup>. Najlepiej, definicję logistyki określa organizacja handlowa – *Council of Logistics Management*, która opisuje logistykę jako proces planowania, organizowania kontrolowania skutecznego i efektywnego przepływu i przechowywania dóbr, usług i związanych z nimi informacji z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klienta (*„the process of planning, implementing, and controlling the efficient, effective flow and storage of goods, services, and related information from point of origin to point of consumption*

---

<sup>152</sup> Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S., (red.), *Logistyka*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań, 2009.

<sup>153</sup> Lenort R., *Production logistics concepts and systems: potential for use in metallurgical and waste processing companies*, AGH University of Science and Technology Press, Krakow, 2010.

<sup>154</sup> Rutkowski K. (red.), *Logistyka dystrybucji*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa, 2005.

<sup>155</sup> Sarjusz-Wolski Z., *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa, 2000.

<sup>156</sup> Sawik T., *An equitable optimization of cost and service level in the presence of supply chain disruption risks*, International Conference on Industrial Logistics 2014, Bol, Croatia, Conference proceedings / ed. Goran Dukić; University of Zagreb. Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, International Centre for Innovation and Industrial Logistics. Zagreb, Croatia, ss. 39-45.

<sup>157</sup> Pisz I., Sęk T., Zieleniecki W., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2013.

<sup>158</sup> Skowronek Cz., Sarjusz-Wolski Z., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa, 2007.

<sup>159</sup> Szymonik A., *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw*, cz. 1, Difin, Warszawa, 2010 lub Szymonik A., Chudzik D., *Logistyka nowoczesnej gospodarki magazynowej*, Difin, Warszawa 2018.

<sup>160</sup> Twaróg J., *Koszty logistyki przedsiębiorstwa*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań, 2003.

<sup>161</sup> Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw, koncepcje, procedury, doświadczenia*, PWE, Warszawa, 2010.

<sup>162</sup> Zielecki W., *Podstawy logistyki. Logistyka w przedsiębiorstwie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2010.

<sup>163</sup> Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy ...*, dz. cyt.

<sup>164</sup> Bendkowski J., *Projektowanie procesów i operacji logistycznych – wybrane problemy*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie, 101/2017, s. 24.

<sup>165</sup> Tamże, s. 473.

for the purpose of conforming to customer requirements”)<sup>166</sup>. Oczywiście warto zauważyć, że definicja ta nie wspomina o bardzo ważnym elemencie logistyki, który wiąże się z odbiorem zużytych wyrobów z rynku, ale na potrzeby wstępnego rozeznania, ta definicja wydaje się być wystarczająca.

Pfohl<sup>167</sup> wyodrębnił fazy przepływu wyrobów i informacji o nich z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji, wyznaczając fazy: zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji, utylizacji i zwrotów. Ten sam autor określił też główne procesy zachodzące w logistyce, wyodrębniając: transport, magazynowanie, pakowanie, obsługę zamówień oraz zarządzanie zapasami.

W kompendium wiedzy inżyniera produkcji, zaprezentowany podział jest opisywany jako klasyfikacja systemów logistycznych w ujęciu funkcjonalnym i wyróżnia logistyczne systemy:

- transportu,
- kształtowania zapasów,
- magazynowe,
- obsługi zamówień,
- opakowań.

W tej samej książce, fazowy podział logistyki określany jest mianem klasyfikacji systemów logistycznych w ujęciu fazowym, wyróżniając:

- logistykę zaopatrzenia,
- logistykę produkcji,
- logistykę dystrybucji<sup>168</sup>.

Brak uwzględnienia obszaru logistyki zwrotów i utylizacji, w dobie dążenia przedsiębiorstw do gospodarowania opartego na recykulacji, jest dość istotnym elementem uniemożliwiającym całościowe objęcie logistyki. Przedstawione ujęcie fazowe i funkcjonalne jest o tyle istotne, że będzie ono stanowiło ważny element określający granice działań w ramach projektowania wspomagającego logistykę DfL.

W nieco innym ujęciu prezentować można pojęcie łańcucha dostaw. Autorzy podręcznika *Inżynieria produkcji* wykazali konieczność rozróżnienia pojęcia łańcucha logistycznego oraz łańcucha dostaw<sup>169</sup>. Gołemska, w „Kompendium wiedzy o logistyce” definiuje łańcuch logistyczny jako ciąg magazynowo-transportowy, stanowiący technologiczne połączenie drogami przewozu towarów, punktów magazynowych i przeładunkowych, które podlegają koordynacji organizacyjno-finansowej uwzględniającej wszystkie polityki i działania wszystkich

---

<sup>166</sup> <https://www.britannica.com/topic/logistics-business#ref528537> z dnia 02 lutego 2018 roku.

<sup>167</sup> Pfohl H., *Systemy logistyczne. Podstawy organizacji i zarządzania*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań, 1998, ss. 17-20.

<sup>168</sup> Szymonik A., Zielecki W., *Logistyka. Zarządzanie Łańcuchami Dostaw*, [w:] Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy ....*, dz. cyt., ss. 506-513.

<sup>169</sup> Szymonik A., Zielecki W., *Logistyka. Zarządzanie Łańcuchami Dostaw*, [w:] Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy ....*, dz. cyt., ss. 515-516.



uczestników łańcucha<sup>170</sup>. Z kolei Witkowski opisał łańcuch dostaw jako współdziałanie firm i klientów w różnych obszarach funkcjonalnych, którymi przekazywane są strumienie produktów, informacji o nich oraz finansów z nimi związanymi<sup>171</sup>.

Wynika stąd, że zdefiniowanie zarządzania łańcuchem dostaw nie jest już tak proste. Oczywiście może być ono rozpatrywane poprzez podstawowe funkcje zarządzania, które są egzekwowane w łańcuchach dostaw, ale autorzy definicji zaprezentowanych w kompendium wiedzy koncentrują się na różnych aspektach tego problemu np. systemowym ujęciu całego łańcucha, współpracy pomiędzy uczestnikami łańcucha, wymianie informacji, integracji kluczowych procesów biznesowych, czy też procesie decyzyjnym<sup>172</sup>. Każda definicja podkreśla inny, ważny kontekst łańcucha dostaw, lecz obiektywnie należy powiedzieć, że istotą całego zarządzania łańcuchem dostaw jest stworzenie takiego zaprojektowanego i zorganizowanego układu przedsiębiorstw, który będzie w stanie skutecznie i efektywnie dostarczać produkty na rynek klientom końcowym. Następnie, zużyte produkty odbierać z rynku, i dostarczać do odpowiednich miejsc zwrotów lub utylizacji.

Witkowski<sup>173</sup> zaproponował trzy podstawowe cele łańcuchów dostaw i zaliczył do nich:

- 1) logistyczną oszczędność – optymalizację kosztów logistycznych według minimalizacji kosztów przepływów i przechowywania produktów i informacji o nich, przy maksymalizacji jakości obsługi klienta,
- 2) logistyczną wydajność – związaną z minimalizacją czasów dostaw przy zachowaniu odpowiedniej niezawodności, elastyczności i częstotliwości,
- 3) optymalizację zapasów.

Oczywiście te cele mogą być uzupełnione także przez kompleksową współpracę partnerów łańcucha dostaw w każdym wymiarze i zakresie w celu jego doskonalenia, integrację i koordynację strumieni materialnych, informacyjnych i finansowych, optymalizację wartości dodanej<sup>174</sup>.

Zaprezentowane zagadnienia stają się podstawą dyskusji nad koncepcją projektowania wspomagającego logistykę oraz projektowania wspomagającego łańcuch dostaw. Ponieważ koncepcja DfL jak i DfSC wydaje się pojęciowo zbliżona, dokonano przeglądu literatury odnoszącego się do obydwu pojęć. Zwrócono uwagę, że wśród przeszukiwanych treści, dotyczących obydwu koncepcji, pojawiają się jedynie wizje wybranych koncepcji, wynikające z analizy konkretnych

---

<sup>170</sup> Gołemska E. (red.), *Kompendium wiedzy o logistyce...*, dz. cyt., s. 19.

<sup>171</sup> Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje. Procedury. Doświadczenie*, dz. cyt., s. 19.

<sup>172</sup> Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*, dz. cyt., s. 520.

<sup>173</sup> Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje. Procedury. Doświadczenie*, dz. cyt., s. 30.

<sup>174</sup> Szymonik A., Zielecki W., *Logistyka. Zarządzanie Łańcuchami Dostaw*, [w:] Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy .....*, dz. cyt., ss. 519.

problemów przemysłowych bądź też odnoszą się wybiórczo do opisywanego zagadnienia. Trudno zatem jednoznacznie powiedzieć, ile koncepcji DfL pojawiło się w literaturze. Jeśli przyjąć kryterium opisu całościowego, to za twórców DfL należy uznać Mathera i Dowlatshahi'ego.

Pierwsze teoretyczne wzmianki związane z koncepcją DfL pojawiły się w publikacji grupy menadżerów Foo, Clancy, Lindemunder, Kinney<sup>175</sup>, która to w 1990 roku zaprezentowała koncepcję projektowania wspomagającego logistykę materiałową (Design for Material Logistics – DfML). Autorzy zaprezentowali w swojej pracy model idealnego produktu z punktu widzenia logistyki materiałowej, definiując podstawowe elementy, które powinny być uwzględnione w procesach projektowania produktów, zaliczając do nich:

- minimalizację liczby możliwych części lub podzespołów,
- wykorzystywanie standardowych lub małej grupy preferowanych (dedykowanych) części lub podzespołów („*preferred*” parts),
- ograniczanie zestawu konfiguracji elementów końcowych (pozycja końcowa to produkt, który jest sprzedawany jako uzupełniony element lub część naprawcza, lub jako dowolny element podany w zamówieniu klienta lub prognozie sprzedaży) oraz
- wykorzystanie modułowej budowy produktu oraz struktury materiałowej (*Bill of Materials* – BOM).

Autorzy zwrócili uwagę, że pierwsze trzy rekomendacje projektowania sprzyjającego logistyce materiałowej dla prezentowanego w artykule przykładu, są właściwie stosowane i nie trzeba ich przeprojektować. Biorąc pod uwagę czwartą kwestię, mimo że korzystanie z ograniczonych konfiguracji produktów przynosi korzyści finansowe, strategie biznesowe realizowane przez przedsiębiorstwa nakazują dostosowanie produktów do wymagań klienta. Zatem, w rzeczywistości gospodarczej, oferowanie tylko ograniczonego zestawu konfiguracji, dla prezentowanego przykładu, nie było możliwe. Ostatni element, czyli modułowość produktów i struktura materiałowa (*Bill of Materials* – BOM), staje się najbardziej krytycznym problemem. Autorzy wspominają także, że ograniczanie możliwości uzupełniania wyrobu końcowego przez klienta (ograniczanie personalizacji) jest elementem wspomagającym problematykę DfML.

Samo projektowanie wspomagające logistykę (DfL) pojawiło się w roku 1992. Wtedy to **Mather jako pierwszy**, bazując na wcześniejszych swoich publikacjach<sup>176</sup>, zdefiniował pojęcie DfL jako szybką reakcję na potrzebę klienta w momencie, w którym się ona pojawi – ... *to delight the customer with product when needed*<sup>177</sup>. Słusznie uzasadniał on, że wiele kwestii logistycznych, wynikających

---

<sup>175</sup> Foo G., Clancy J.P., Lindemunder Ch.R., Kinney L.E., *Design for material logistics*, AT&T Technical Journal, May-June 1990, ss. 61-76.

<sup>176</sup> Mather H., *Design, Bills of Materials, and Forecasting-the Inseparable Threesome*, Production and Inventory Management Journal, 1986, Vol. 2 (1), ss. 90-107.

<sup>177</sup> Mather H., *Design for Logistics (DfL) – the next challenge for designers*, Production and Inventory Management Journal, 1992, Vol. 33 (1), ss. 7-9.

z projektu produktu, nie może być skompensowanych pracami działów marketingu czy też technikami wytwarzania. We wspomnianym artykule zaprezentował on przykład działań związanych z wprowadzaniem produktu branży elektronicznej na rynek, wskazując całą skalę błędów w procesie projektowania i ich późniejszych następstwach. Jako kluczowe elementy prezentowanej koncepcji Mather zaprezentował wskaźnik P/D, w którym literze „P” odpowiada całkowity czas cyklu począwszy od pozyskania surowców, aż do przetworzenia ich w gotowe wyroby, zaś literze „D” odpowiada czas obsługi klienta, przez który rozumie się czas od momentu otrzymania zamówienia od klienta po dostarczenie produktu do klienta. Według Mathera, większość przedsiębiorstw posiada wskaźnik większy od jedności, co kompensowane jest realizacją strategii produkcji na zapas (*make-to-stock*), mocno osadzonej w procesach prognozowania. Wynika to z posadowienia punktu oddzielenia lub rozdziału (*DP*). Punkt oddzielenia można rozumieć jako specyficzny punkt w przepływie materiałów, w którym produkt wiąże się ze specyficznym (można by dodać, spersonalizowanym) zamówieniem klienta<sup>178</sup>. W przypadku realizacji strategii produkcji na zapas, punkt rozdziału znajduje się bezpośrednio w magazynie. W przypadku strategii montażu na zamówienie znajduje się na hali produkcyjnej (głównych modułach), zaś w przypadku projektowania na zamówienie punkt rozdziału znajduje się w sferze surowców lub w zapasie produkcji w toku. Każde prezentowane rozwiązanie wiąże się z projektem samego produktu. Na tej podstawie Mather twierdził, że w wielu sytuacjach, jedynym rozwiązaniem pozwalającym zoptymalizować procesy logistyczne jest przeprojektowanie produktu według logistycznych wymagań. Autor kończy prezentację swojej idei na stwierdzeniu, że aby koncepcja DfL mogła być realizowana należy zmierzać do:

- wykorzystywania możliwie jak największej liczby standardowych komponentów lub modułów w procesie wytwarzania produktów,
- opóźniania wszelkiego rodzaju personalizacji produktów – powinna nastąpić w jak najpóźniejszym momencie procesu realizacji zamówień.

Całość koncepcji została podsumowana przez autora, że DfL (nazywana w artykule, jako *design for world-class competition*) staje się poważnym wyzwaniem dla projektantów (projektowanie wspomagające logistykę oraz produkt logistycznie sprawny wiążący się z DfL powinny stać się immanentną częścią koncepcji *Total Logistics Management – TLM*<sup>179</sup>). Istotność oraz waga procesu projektowania, jak i samego projektu, powinna być definiowana jako podstawa idealnie dopasowana do każdego rodzaju działalności biznesowej.

---

<sup>178</sup> Olhager J., *The Role of Decoupling Points in Value Chain Management*, [w:] Jodlbauer H. et al. (eds.), *Modelling Value, Contributions to Management Science*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012, s. 37.

<sup>179</sup> Bielecki M., Galińska B., *The concept and principles of Total Logistics Management in a manufacturing company*, *Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management*, Faculty of Economics in Osijek, Osijek, Croatia, 2017, ss. 93-107.

Kilka lat później, bo w roku 1995, Dowlatshahi<sup>180</sup> także odniósł się do problematyki DfL. Tym razem, autor podjął próbę uporządkowania pojęciowego DfL i osadził omawiane zagadnienie w kontekście inżynierii współbieżnej (CE). Wyróżnił on dwa kluczowe elementy, pozwalające skutecznie wdrożyć inżynierię współbieżną, które to wydają się być właściwym uzasadnieniem realizacji koncepcji DfL:

- wszystkie aktywności związane z rozwojem produktu powinny skoncentrować się na integracji wielu aspektów projektowych we wczesnych fazach prac, przynosząc tym samym najbardziej wymierne efekty,
- opisany wpływ i ograniczenia wynikające z różnorodnych wymagań funkcjonalnych, które powinny być dokładne i wystarczające (dane lub informacje), dostarczane projektantom we właściwym czasie.

Zdaniem Dolatshahi'ego, efektywne projektowanie przecina wiele funkcjonalnych obszarów funkcjonowania organizacji, skupiając projektowanie produktu na wkomponowaniu w produkt wszystkich cech i właściwości, które będzie on musiał spełniać na rynku. DfL powinno, zatem, uwzględniać uwarunkowania związane z marketingiem, wytwarzaniem, zaopatrzeniem (zakupami), kontrolą jakości, finansami, a także pakowaniem, dystrybucją, transportem, lokalizacją fabryki, zarządzaniem materiałami, prognozowaniem i obsługą zamówień, magazynowaniem, środowiskiem, sprzedażą czy też harmonogramowaniem. Widać wyraźnie, że w tym miejscu autor skutecznie projektowanie potraktował przez pryzmat koncepcji DfX. Oczywiście prace projektowe powinny zbiegać się i tworzyć produkt, będący wypadkową różnorodnych uwarunkowań, ale bywa to niekiedy bardzo trudne.

Na bazie przemyśleń dotyczących skutecznego projektowania inżynierskiego, autor zaprezentował model DfL, składający się z konkretnych modułów, który jego zdaniem stanowi wypadkową inżynierskiego projektowania produktu (np. wymagania funkcjonalne i profil produktu, konfiguracja fizyczna, analiza strukturalna, wybór części, określenia stopnia standaryzacji, techniczne i ekonomiczne studia wykonalności, itp.) oraz charakterystycznych uwarunkowań logistyki (kwestie związane z wymaganiami eksploatacyjnymi, projekt systemu logistycznego, analiza wsparcia logistycznego, zintegrowane wsparcie logistyczne, zarządzanie łańcuchem dostaw, itp.) – rysunek 3.

Do głównych modułów DfL autor zaliczył:

- inżynierię logistyczną – IL (rozumianą, jako obszar logistyki zajmujący się wsparciem produktu i systemu przez cały cykl życia i skoncentrowaną na procesie projektowania, w którym wymagania logistyczne – rozmiar, waga, niezawodność, bezpieczeństwo, koszt, czy podatność na wytwarzanie, itp. – powinny być uwzględnione w końcowej konfiguracji produktu),
- logistykę produkcji – LP,

---

<sup>180</sup> Dowlatshahi S., *The role of logistics in concurrent engineering*, International Journal of Production Economics, Vol. 44, 1996, ss. 189-199.

- projektowanie wspomagające pakowanie (*Design for Packaging – DfP*),
- projektowanie produktów podatnych transportowo (*Design for Transportability – DfT*),
- projektowanie wspomagające obsługę i ruch materiału (*Design for Material Handling and Movement – DfMH*),
- projektowanie uwzględniające środowisko (*Design for Environment – DfE*).

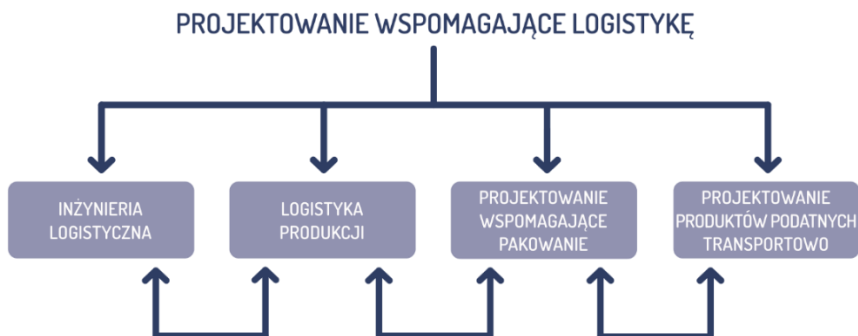


Rys. 3. Idea projektowania wspomagającego logistykę

Źródło: opracowanie własne na podstawie Dowlatshahi S.,  
*The role of logistics in concurrent engineering ...*, dz. cyt., ss. 192.

Zaprezentowane moduły, zostały połączone przez Dowlatshahi'ego, w zintegrowany system logistyczny, który zobrazował relacje zachodzące między poszczególnymi modułami – rysunek 4. Warto przy tym zwrócić uwagę, że autor nie uwzględnił w tym miejscu projektowania wspomagającego środowisko oraz projektowania wspomagającego obsługę i ruch towarów (o czym szerzej pisał w swojej poprzedniej pracy<sup>181</sup>). Projektowanie wspomagające środowiska zostało uznane za zbyt szeroki i odrębny obszar procesów projektowania.

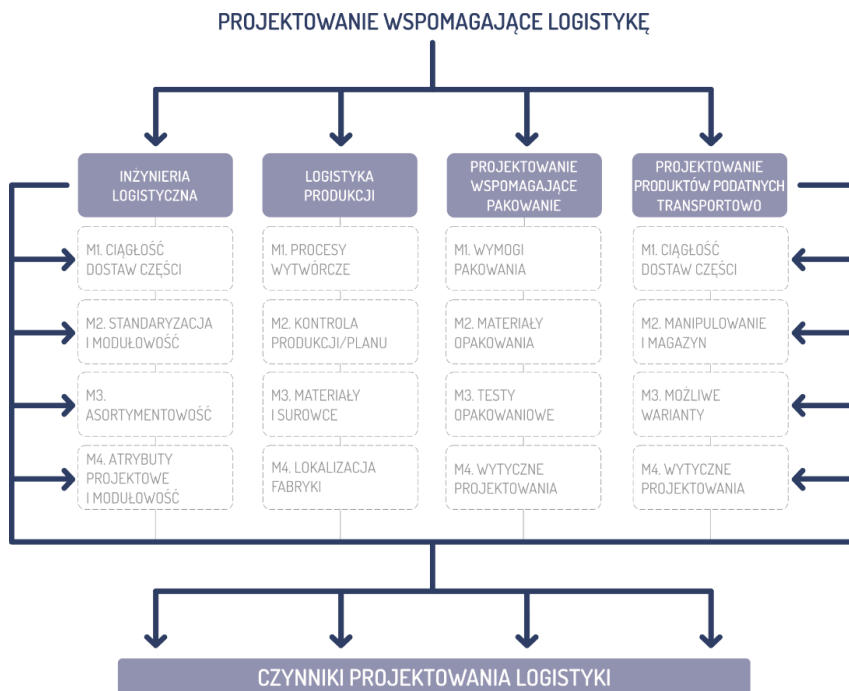
<sup>181</sup> Dowlatshahi S., *A modelling approach to design of integrated facilities*, International Journal of Production Research, Vol. 32, Issue 6, 1994.



Rys. 4. Zintegrowany system logistyczny

Źródło: opracowanie własne na podstawie Dowlatshahi S.,  
*The role of logistics in concurrent engineering ...*, dz. cyt., s. 192.

W dalszej części swojego opracowania Dowlatshahi dokonał hierarchicznej dekompozycji modelu projektowania wspomagającego logistykę, wymieniając elementy poszczególnych modułów DfL. Na bazie tak zaprezentowanego podejścia, wyróżnił następujące logistyczne czynniki projektowania, które w ramach każdego z modułów występują (rys. 5).



Rys. 5. Hierarchiczna dekompozycja projektowania wspomagającego logistykę

Źródło: opracowanie własne na podstawie Dowlatshahi S.,  
*The role of logistics in concurrent engineering ...*, dz. cyt., s. 193.

W obszarze inżynierii logistycznej Dowlatshahi<sup>182</sup> wyróżnił:

- projektowanie zapewniające wsparcie logistyczne (*Design for supportability* – uwzględnienia w procesie projektowania produktów lub części wymagań dotyczących późniejszego ich dostarczenia przez system logistyczny – ciągłość dostaw części),
- projektowanie uwzględniające możliwości produkcyjne (*Design for manufacturability* – części produktu, powinny być projektowane wykorzystując jak największą liczbę standardowych elementów, minimalizując liczbę części oraz wykorzystując wymienne części – standaryzacja i modułowość),
- asortyment wyrobów (analiza i ocena aktualnych linii produktowych – asortymentowość),
- atrybuty projektu (określenie możliwych do realizacji – realnych – jakościowych i ilościowych warunków brzegowych).

Z kolei w obszarze logistyki produkcji zostały wskazane przez Dowlatshahi'ego następujące moduły:

- procesy wytwórcze (uwzględnienie i odniesienie specyfiki procesów wytwórczych – redukcji czasów przebrojeń, przewidywalności, stabilności cykli produkcyjnych itp. – do rozwiązań implementowanych w produkt uwzględniających aspekty logistyczne),
- kontrola planowania i produkcji (uwzględnienie długości serii produkcyjnych i ich wpływu na logistykę, a także wpływ planów produkcyjnych oraz innych elementów związanych z wytwarzaniem, powinien stać się platformą poszukiwania wspólnych rozwiązań pomiędzy działami produkcji i logistyki),
- wykorzystanie właściwych materiałów (powinno zmierzać do minimalizacji całkowitego kosztu zarządzania materiałami oraz kreowania produktów kompaktowych – zwartych i lekkich),
- lokalizacja fabryki (mająca wpływ na koszty transportu w sferze zaopatrzenia i dystrybucji, szybkości reakcji na zmiany rynku czy też niezawodności dostaw).

W ramach projektowania wspomagającego pakowanie autor zaprezentował następujące moduły:

- funkcjonalne wymagania pakowania (związane z pogodzeniem wielu sfer aktywności przedsiębiorstwa takich jak, marketing, wytwarzanie czy logistyka; opakowanie staje się doskonałą możliwością połączenia wielu funkcjonalnych wymagań firmy),
- materiały użyte na opakowania (zarówno w kontekście ich struktury wewnętrznej jak i ilości wykorzystywanych rozwiązań opakowaniowych),
- testowanie pakowania (na oddziaływanie wstrząsów, kruchość, wibracja),

---

<sup>182</sup> Dowlatshahi S., *The role of logistics in concurrent engineering...*, dz. cyt., ss. 181-199.

- funkcje projektowania opakowań (redukujące wpływ czynników wewnętrznych, całkowite koszty procesu pakowania oraz uwzględniające zarówno wewnętrzne jak i zewnętrzne uwarunkowania).

W ostatnim obszarze, projektowanie wspomagające transport zaprezentowane zostały moduły:

- wymagania związane z podatnością transportową (zidentyfikowane cechy projektowe wspomagające procesy transportowe jak np. cechy i właściwości fizyczne, ograniczenia dynamiczne, środowiskowe oraz związane z różnego rodzaju ryzykami),
- wymagania związane z wysyłką, magazynowaniem i manipulacją (ściśle powiązanie logistyki i projektowania w odniesieniu do dostępności, doboru, selekcji infrastruktury logistycznej),
- warunkowania procesów transportowych (biznesowe aspekty doboru rozwiązań transportowych),
- kryteria projektowania wspomagającego transport (uwzględniające i minimalizujące średni czas dostawy oraz zmienność czasu dostawy).

Zaprezentowane przez Dowlatshashi'ego elementy i struktura DfL wydają się być nieco chaotyczne. Wynika to z połączenia zbyt wielu zagadnień związanych z logistyką. Począwszy od procesów logistycznych bazujących na podziale fazowym, kończąc na uwzględnieniu systemów logistycznych. Ponadto, stopień przenikania się różnorodnych koncepcji DfX (np. projektowania wspomagającego środowisko), a także brak logicznego mianownika to najważniejsze obszary wymagające uzupełnienia prezentowanego modelu.

Koike, Blanco i Penz<sup>183</sup>, zaprezentowali nieco odmienne podejście do problematyki DfL. Przedstawili oni koncepcję współdziałania projektantów i logistyków w procesie projektowania. Zdaniem autorów, wytyczne dla projektantów idei DfL można sprowadzić do redukcji kosztów poprzez inżynierię współbieżną. Skoncentrowali więc oni swoją uwagę na minimalizacji liczby referencyjnych części, dostosowywanie opakowań oraz ułatwianie obsługi procesów logistycznych<sup>184</sup>. Autorzy zaprezentowali także wytyczne modelu profilu logistycznego, wspomagającego współpracę między projektantami a logistykami, bazującego na trzech podstawowych elementach: zmiennych, programu obsługi profilu oraz wykresu profilu. Niestety zaprezentowane przez autorów opracowanie koncentrowało się na procesowym charakterze projektowania, wskazując miejsca, w których należy włączać wytyczne logistyki w projektowanie produktu.

---

<sup>183</sup> Koike T., Blanco E., Penz B., *Logistic profile: a new concept for interfacing designers and logisticians in concurrent engineering environment*, Proceedings International Conference on Engine-ring Design, 2005 – <https://www.designsociety.org/publication/22907/LOGISTIC+PROFILE%3A+A+NEW+CONCEPT+FOR+INTERFACING+DESIGNERS+AND+LOGISTICIAN+IN+CONCURRENT+ENGINEERING+ENVIRONMENT>.

<sup>184</sup> Koike T., Blanco E., Penz B., *Logistic profile: a new .....*, dz. cyt. s. 2.



Projektowanie wspomagające logistykę, jako zbiór koncepcji, zasad, reguł, wytycznych itp. obejmujący podejście do produktu i projektu, pomagające skutecznie efektywnie realizować przepływ towarów i informacji został rozwinięty także przez Hau L. Lee<sup>185</sup> z Graduate School of Stanford Business, który sformułował trzy podstawowe elementy koncepcji i zaliczył do nich:

- 1) ekonomiczne pakowanie i transportowanie (zwrócono tutaj uwagę na konieczność takiego projektu produktu i opakowania, które będzie sprzyjało procesom transportu przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa produktu, przywołano w tym miejscu także kontekst oceny całkowitych kosztów wytwarzania i dystrybucji, które niejednokrotnie wskazują na fakt, iż mocniejsza obudowa produktu, choć zwiększa koszt części lub produktu w ostatecznym rozrachunku może okazać się korzystniejsza, gdyż obniża koszty logistyczne, podkreślono także konieczność zastosowania rozwiązań wspomagających funkcje logistyczne – łatwe to pakowanie, przepakowania, śledzenia itp. oraz zastosowania rozwiązań wspomagających kreowanie lub wykorzystywanie łańcuchów dostaw),
- 2) współbieżność i równoległość procesów (tutaj autor odwołuje się do takiego modyfikowania procesów, aby mogły one zachodzić w sposób równoległy i współbieżny – aby mogły być wykonywane w tym samym czasie, co wpłynie na skracanie cykli produkcyjnych, zmniejszanie zapasów produkcji w toku, czy też obniżenie kosztów magazynowania przez lepsze prognozowanie i ograniczanie zapasu bezpieczeństwa),
- 3) standaryzację (wykorzystanie ekonomii skali oraz zastosowanie rzeczy, które mogą być użyte w wielu przypadkach i wiele razy, standaryzację odniesiono tutaj do czterech kontekstów: podzespołów i części – używanie tych samych części lub podzespołów w wielu różnych produktach; procesu – standaryzacji procesów produkcyjnych, w taki sposób, aby można było opóźnić końcową personalizację produktu; produktu – skorzystania z substytucyjności, substytucji w dół, brak konkretnego produktu pozwala zaoferować podobny, ale z innego segmentu; dostarczanie – wykorzystanie standardowych rozwiązań infrastrukturalnych w całym procesie logistycznym dla szerokiej gamy produktów).

Odnosząc się do zaprezentowanej koncepcji, daje się zauważyć, podobnie jak w przypadku Dowlatshahi'ego, brak strukturalnego układu prezentowanych pojęć. Mówi się tu bowiem zarówno o samym produkcie, jak i o infrastrukturze lub procesach produkcyjnych, co nawiązuje pojęciowo do wspomnianych wcześniej rozwiązań projektowania wspomagającego wytwarzanie czy też montaż. Śledząc publikacje Hau L. Lee, widać wyraźnie, że zakres zainteresowań badawczych koncentruje się raczej na obszarze zarządzania łańcuchem dostaw, innowa-

---

<sup>185</sup> Li Chen, Hau L. Lee, *Sourcing Under Supplier Responsibility Risk: The Effects of Certification, Audit, and Contingency Payment*, Management Science, September 2017, Vol. 63, Issue 9, ss. 2795-2812; Hau L. Lee, Schmidt G., *Using Value Chains to Enhance Innovation*, Production & Operations Management, April 2017, Vol. 26, Issue 4, ss. 617-632; Hau L. Lee, *The Triple – A Supply Chain*, Harvard Business Review, October, 2004.

cjami w łańcuchach wartości czy też dostawami, aniżeli działalnością projektową. Może z tego wynikać także układ zaprezentowanych przez niego wytycznych, zidentyfikowanych w ramach projektowania wspomagającego logistykę.

Z zaprezentowanego przeglądu literatury wylania się wyraźnie bardzo różnorodne podejście do kwestii DfL. O ile osadzenie DfL w koncepcji Df<sup>2</sup>X<sup>2</sup> jest dość oczywiste, jako elementu uzupełniającego, o tyle samo DfL wymaga uprządkowania i uszczegółowienia. Wiąże się to z wielowymiarowością i interdyscyplinarnością całego zagadnienia, a w związku z tym, z koniecznością odnalezienia wspólnych mianowników pozwalających wyodrębnić pokrewne obszary. Ponieważ omawiane koncepcje pomijają zdecydowanie mniej istotny w tamtym czasie czynnik środowiskowy, dlatego wyraźnie widać konieczność uzupełnienia prezentowanych koncepcji o elementy logistyki, które w końcu drugiej dekady XXI wieku, coraz częściej stanowią ważne wyzwania dla przedsiębiorstw produkcyjnych.

W literaturze przedmiotu pojawia się także idea projektowania wspomagającego łańcuch dostaw. Jako pierwszą próbę pojęciowego określenia DfSC, można zaprezentować podejście Domina, Wisnera i Marksa<sup>186</sup> (menadżerów firmy IBM).

Zdefiniowali oni projektowania wspomagające łańcuch dostaw (*Design for Supply Chain*) jako proces optymalizowania dostosowań między możliwościami (zdolnościami) łańcucha dostaw a projektem wyrobów. Proces ten tworzy taką konfigurację produktu, która uwzględnia ograniczenia łańcucha dostaw oraz wykorzystuje jego możliwości w rozwoju produktu przez cały jego cykl życia. Zdaniem autorów koncepcja DfSC używa szeregu procesów, metod i technik zarządzania łańcuchem dostaw, aby podnosić satysfakcję klientów, minimalizując koszty całkowite oraz maksymalizując elastyczność na wypadek nieplanowanych wydarzeń. Wspomniani autorzy zdefiniowali dziewięć kluczowych strategicznych postulatów, które powinny być uwzględniane w procesie projektowania wspomagającego łańcuch dostaw. Zaliczyli do nich:

- 1) optymalizację poziomu integracji produktu,
- 2) wykorzystywanie standardów przemysłowych (branżowych),
- 3) minimalizację konieczności korzystania z drogiego transportu,
- 4) wykorzystanie projektowania wspomagającego cykl życia produktu (DfLC),
- 5) uwzględnienie możliwości wyboru łańcucha dostaw lub rekonfiguracji istniejącego łańcucha dostaw,
- 6) wykorzystanie projektowania wspomagającego popyt i planowanie dostaw,
- 7) minimalizację kosztów magazynowania,
- 8) optymalizację zarządzania zamówieniami,
- 9) minimalizację kosztów gwarancyjnych i serwisowych.

**Optymalizacja poziomu integracji produktu**, powinna koncentrować działania projektantów produktu na ustaleniu odpowiedniego stopnia struktury wyrobu, jeśli chodzi o liczbę podzespołów i części. Może to czasami nastęrczać trudności, ponieważ podczas gdy integrowanie podzespołów lub części redukuje

---

<sup>186</sup> Domin H.E., Wisner J., Marks., *Design for Supply Chain*, [www.sdexec.com/article/10289661/design-for-supply-chain](http://www.sdexec.com/article/10289661/design-for-supply-chain)[www.sdexec.com/article/10289661/design-for-supply-chain](http://www.sdexec.com/article/10289661/design-for-supply-chain) z dnia 3 lutego 2018 roku.

liczbę elementów podlegających procesom zarządzania zapasami, a także zmniejsza czas montażu, o tyle zwiększa to ryzyko dostaw przynajmniej w kilku wariantach. Pierwsze ryzyko wiąże się z właściwym prognozowaniem popytu, ponieważ każdy z zintegrowanych komponentów posiada inne zmienne popytu, co musi być z kolei uwzględniane w prognozowaniu całościowym części. Po drugie zagregowany czas realizacji może rosnać właśnie dla zintegrowanych komponentów, kiedy łączeniem komponentów zajmował się wytwórca, to otrzymywał on równolegle dwa podzespoły od dwóch różnych dostawców w tym samym czasie. Układ integracyjny może doprowadzić do tego, że sumaryczny czas procesu wytwórczego może się wydłużyć. Ważnymi rozwiązaniami, które wspomagają realizację optymalizacji poziomu integracji produktu jest tutaj ustalenie poziomu wspólnych rozwiązań stosowanych dla różnych wyrobów, projektowanie wykorzystujące modułowość konstrukcji, uniwersalność wybranych funkcji wyrobu oraz odraczenie procesu personalizacji wyrobu dla klienta na możliwie najpóźniejszy etap procesu wytwarzania. Jak twierdzą autorzy, czasami bywa tak, że zwiększenie wartości pojedynczego podzespołu optymalizowanego według koncepcji DfSC, może obniżyć całkowite koszty wytwarzania.

**Wykorzystywanie standardów branżowych** bazuje na włączaniu do swoich produktów części i podzespołów standardowych. Zwraca się przy tym uwagę na używanie standardowych oznaczeń części przez dostawców (chyba, że może to doprowadzić do utraty przewagi konkurencyjnej). Optymalizuje to oczywiście sferę dostaw i planowania popytu, a efekt skali minimalizuje koszty poszczególnych podzespołów lub części. Stosowanie niestandardowych rozwiązań w stosunku do podzespołów i części powinno być racjonalnie uzasadnione. Jeśli już zajdzie konieczność wykorzystywania tego typu unikatowych części, to należy także rozważyć, w którym momencie wytwarzania wyrobu będą się pojawiać. Najlepiej, aby ten proces był jak najpóźniej.

**Minimalizacja konieczności wykorzystywania przyspieszonych dostaw** wiąże się z koniecznością dywersyfikacji dostawców podzespołów i części w taki sposób, aby jakiegokolwiek zakłócenia nie wymuszały użycia usług transportowych *premium*. Produkt powinien być zaprojektowany pod kątem kompatybilności i podobieństwa z poprzednimi komponentami lub alternatywnego wykorzystania części z innymi aktualnymi produktami. Zabezpiecza to producenta przed ryzykiem nieplanowanych przerw w dostawach. Należy także ocenić, jaka jest elastyczność dostawców wynikająca z wytwarzania rodzimych produktów.

**Uwzględnienie cyklu życia produktu** w procesie projektowania powinno zabezpieczyć przedsiębiorstwo przed potencjalnymi zmianami poszczególnych części lub podzespołów wynikającymi z działalności badawczo-rozwojowej. Już na etapie projektowania, powinno się ustalić, które podzespoły lub części nie będą modyfikowane, a które nie powinny być modyfikowane w całym cyklu życia produktu. Idea tego punktu sprowadza się do minimalizacji zakłóceń łańcucha dostaw, przy wprowadzaniu zmian i korekt w wyrobie gotowym. Niebagatelnego znaczenia nabiera tutaj także śledzenie rozwoju technologii, której zmiana może wpłynąć bezpośrednio na nasz produkt, a pośrednio na łańcuch dostaw.

**Uwzględnienie możliwości wyboru łańcucha dostaw lub rekonfiguracji już istniejącego** ma na celu zapobieżenie tworzenia nowego łańcucha dostaw. Takie cechy rynku jak wielkość, złożoność, stopień personalizacji itp. Są kluczowymi elementami wyboru łańcucha. Ponadto firma powinna dokonywać wyboru łańcucha nie kierując się konkretnym produktem, ale strategicznymi kierunkami rozwoju przedsiębiorstwa. Na tym etapie powinno się udzielić odpowiedzi na pytanie czy istotna dla wyrobu gotowego jest szybkość reakcji na potrzeby klienta czy też priorytet ma złożoność produktu. Ponadto należy zidentyfikować unikalne cechy produktu oraz podobne do produktów oferowanych już na rynku, które będą miały wpływ na dobór właściwego łańcucha dostaw. Zasięg geograficzny, stopień ilości dostępnych opcji produktu są tymi czynnikami, które na tym etapie powinny być rozważone.

**Wykorzystanie projektowania wspomagającego popyt i planowanie dostaw** bazuje na cechach projektowania wspomagającego łańcuch dostaw. Takie elementy jak wspólne cechy produktów, wykorzystanie modułowości, uniwersalizm funkcji czy też odracanie personalizacji do końcowych etapów wytwarzania pozwala skuteczniej prognozować popyt. Teoretycznie, produkowane produkty powinny wyglądać identycznie, a ostatnia faza procesu umożliwiać ich ostateczną personalizację (kastomizację).

Następny z punktów to **minimalizacja kosztów zapasów**. Projektowanie w celu zmaksymalizowania ilości części i podzespołów w łańcuchu dostaw obniża wartość zapasów i zmniejsza koszty podczas przechowywania zapasów. Ryzyko utraty stabilności minimalizuje się za pomocą krótkiego czasu realizacji i łatwo rekonfigurowalnych komponentów, a także personalizacji na ostatnim etapie wytwarzania. Powinno się także uwzględnić taką konfigurowalność komponentów w produkcji, która umożliwiałaby ich wymianę, w przypadku zakończenia produkcji danych części lub podzespołów.

**Optymalizacja obsługi zamówień** koncentruje się na usprawnieniu i ułatwieniu procesu obsługi zamówień z punktu widzenia spełnienia wymagań klientów. Projekt produktu powinien uwzględniać zapewnienie maksymalnego poziomu elastyczności wytwarzania, przy niewielkich lub żadnych dodatkowych kosztach wewnętrznych ponoszonych przez przedsiębiorstwo. Koncepcja struktury wykazu materiałów w wyrobie gotowym musi wykorzystywać możliwości systemów zarządzania zamówieniami i umożliwiać szybkie i dokładne przekazywanie wymagań dotyczących produkcji.

Ostatnie z omawianych punktów dotyczy uwzględnienia kwestii jakości jako kluczowego elementu mającego wpływ na łańcuch dostaw – **minimalizacja kosztów gwarancyjnych i serwisowych**. Koszty gwarancji są minimalizowane dzięki niezawodnemu produktowi o wysokiej jakości, z łatwą do zdiagnozowania usterką i częściami wymienianymi przez klienta. Zminimalizowanie portfela

części, w które muszą być zaopatrzone serwisy, zmniejsza koszty i poprawia poziom usług. Jest to szczególnie ważne w przypadku części, które mają najwyższe typowe wskaźniki uszkodzeń<sup>187</sup>.

Zaprezentowane strategie (kluczowe obszary projektowania wspomagającego łańcuchy dostaw) wskazują kierunki i stanowią swoiste wytyczne dla zespołów projektowych zajmujących się projektowaniem i rozwojem produktu. Należy jednak zwrócić uwagę, że brakuje w zaprezentowanym materiale strukturalnego porządku co do wytycznych wspierających projektowanie łańcucha dostaw oraz logistyki. Część prezentowanych aspektów wpływa na sam produkt w sposób bezpośredni (jak np. optymalizacja integracji produktu czy też wykorzystanie standardów branżowych, zaś druga część wiąże się już z szeroko pojętą działalnością przedsiębiorstwa, a projekt produktu w sposób pośredni wpływa na dany obszar (np. optymalizacja obsługi zamówień).

Zaprezentowane postulaty można podzielić ze względu na ich szczegółowość na trzy poziomy – trójdzielność logistyczna – tabela 3. Pierwszy poziom, związany z samym produktem jako pojedynczym egzemplarzem, którego główny obszar zainteresowań wiąże się ze sferą zaopatrzenia oraz wytwarzania. Poziom drugi, związany z procesami logistycznymi wynikającymi z funkcjonalnego podziału logistyki, uwzględnia procesy transportu, magazynowania, obsługi zamówień i zarządzania zapasami. Poziom trzeci, związany z fazowym ujęciem logistyki, który w szerszym kontekście wiąże się z łańcuchem dostaw, oznacza uwzględnienie elementów, które będą wspierać przepływ produktu od sfery zaopatrzenia, przez sferę produkcji i dystrybucji, aż po sferę zwrotów i utylizacji.

Tabela 3. Trójdzielność logistyczna strategicznych postulatów projektowania wspomagającego logistykę

<b>Poziom Produktu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optymalizacja poziomu integracji produktu;</li> <li>• Wykorzystanie standardów branżowych;</li> <li>• Wykorzystanie projektowania wspomagającego cykl życia produktu.</li> </ul>
<b>Poziom Procesów Logistycznych</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimalizacja korzystania z drogiego transportu;</li> <li>• Minimalizację kosztów magazynowania;</li> <li>• Optymalizacja zarządzania zamówieniami.</li> </ul>
<b>Poziom Łańcucha Dostaw</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uwzględnienie możliwości wyboru łańcucha dostaw lub rekonfiguracji istniejącego łańcucha dostaw;</li> <li>• Wykorzystanie projektowania wspomagającego popyt i planowanie dostaw;</li> <li>• Minimalizacja kosztów gwarancyjnych i serwisowych.</li> </ul>

*Źródło: opracowanie własne na podstawie Domin H.E., Wisner J., Marks., Design for Supply Chain ..., dz. cyt.*

<sup>187</sup> Domin H.E., Wisner J., Marks., *Design for Supply Chain*, dz. cyt.

Przykład projektowania wspomagającego, w wybranych obszarach, logistykę i łańcuch dostaw można odnaleźć także w projekcie drukarki Hewlett-Packard HP DeskJet 1200C<sup>188</sup>. Autorzy, wskazując cele projektowe stawiane przed rozwijaną technologicznie drukarką, wskazali konieczność zminimalizowania rozmiaru, możliwości produkcji w dużych wolumenach<sup>189</sup> czy też wpływu projektu produktu na dystrybucję i środowisko naturalne<sup>190</sup>.

Już w 1994 roku zespół rozwoju produktu HP, postawił przed sobą następujące cele:

- obniżenie kosztów pakowania i logistyki wyrobu gotowego przez zbadanie wpływu zwiększenia wytrzymałości produktu oraz zmniejszenia jego wagi na koszty pakowania i logistyki,
- zwiększenie wytrzymałości produktu wymusza w wielu przypadkach zwiększenie wytrzymałości części i podzespołów (podobnie zresztą jak zmniejszenie wyrobu gotowego), a to z kolei powinno skutkować pojawieniem się korzystnych efektów u dostawców,
- zminimalizowanie negatywnego wpływu opakowań na środowisko – klienci oczekiwali trwałego produktu, nie zaś trwałego opakowania,
- wyeliminowanie w największym stopniu niepotrzebnych materiałów opakowaniowych.

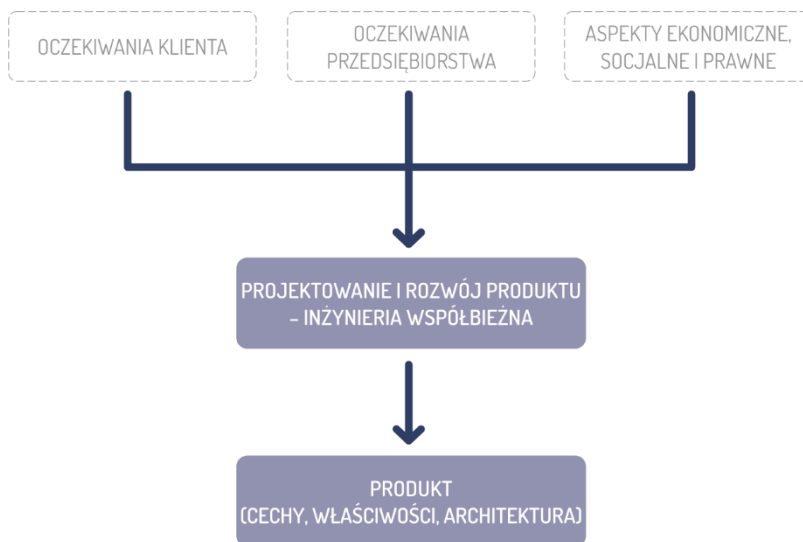
Na podstawie opisanych spostrzeżeń można utworzyć znacznie prostszy model czynników wpływających na projektowanie i rozwój produktu w kontekście logistyki. Pierwszym, *stricte* rynkowym i marketingowym elementem modelu powinny stać się oczekiwania klienta. Optymalizacja kosztów wyrobu finalnego lub wyrobu gotowego powoduje, że przedsiębiorstwa produkcyjne próbują wkomponować w produkt wiele, nie tylko oczekiwanych przez klienta rozwiązań, ale także szereg elementów podnoszących efektywność wyrobów w całym procesie produkcyjnym. Jest to związane w zasadzie z szeroko pojętymi oczekiwaniami przedsiębiorstwa (jako drugi element modelu), które wskutek dekompozycji można podzielić na mniejsze grupy czynników. Oprócz prezentowanych oczekiwań klienta i przedsiębiorstwa, należałoby także uwzględnić, aspekty ekonomiczne, socjologiczne i prawne (aspekty ESP), wynikające z ekonomiczno-socjologicznej typologii rynków, na które będzie trafiał produkt, a także funkcjonujących tam uwarunkowań prawnych – rysunek 6. Zarówno oczekiwania klienta, oczekiwania przedsiębiorstwa oraz aspekty ekonomiczno-socjologiczno-prawne stanowią kluczowe elementy procesu projektowania (rozwoju) produktu, które w końcowym rozrachunku tworzą gotowy wyrób o konkretnych cechach, właściwościach i architekturze.

---

<sup>188</sup> Bockman K.M., Tabar A., Erturk E., Giles R., Schwiebert W., *HP DeskJet 1200C Printer Architecture*, Hewlett-Packard Journal, Vol. 45, No. 1, February, 1994, ss. 56-65 (podobne publikacje można znaleźć np. [w:] Sakai Y., Miyazawa A., Fujitsu's Innovation in Manufacturing and Engineering, Fujitsu Scientific and Technical Journal, Vol. 43, No. 1, ss. 3-13, 2007).

<sup>189</sup> Tamże, ss. 56-58.

<sup>190</sup> Tamże, s. 59.



Rys. 6. Czynniki wpływające na projektowanie produktu

Źródło: opracowanie własne.

Oczekiwania (wymagania klienta) wiążą się z jego zadowoleniem z nabytego produktu. Zadowolenie klienta, trafnie zostało ujęte w systemach zarządzania jakością i opisane w normie ISO 10001<sup>191</sup> jako „... percepcja klienta, dotycząca stopnia w jakim jego wymagania zostały spełnione”.

Według najnowszej normy ISO 9001:2015, w punkcie 5.1.2 (orientacja na klienta)<sup>192</sup>, zwraca się uwagę, że przedsiębiorstwo powinno dążyć (zapewnić), aby „...wymagania klienta oraz mające zastosowanie wymagania prawne i regulacyjne były zrozumiałe oraz konsekwentnie spełniane”. W dalszym ciągu wymagania klienta nie zostały konkretnie zdefiniowane, natomiast poruszone tutaj aspekty prawne i regulacyjne uzasadniają konieczność uwzględnienia ich jako czynników mających wpływ na ostateczny kształt produktu.

Wang i Tseng<sup>193</sup>, dokonali podziału intencji zakupowych klientów na dwie podstawowe grupy: wymagania techniczne i subiektywne preferencje klienta, które ostatecznie tworzą cechy produktu. To z kolei przekłada się zdaniem autorów na trzy obszary działań projektowych, tzn. atrybuty klienta, wymagania funkcjonalne oraz parametry produktu. Z punktu widzenia projektowania wspomagającego logistykę to właśnie parametry produktu stanowią kluczowy element.

<sup>191</sup> PN-ISO 10001, *Zarządzanie jakością, Zadowolenie klienta, Wyttyczne dla organizacji dotyczące kodeksów postępowania*, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa, 2009, s. 15.

<sup>192</sup> PN-ISO 9001, *System zarządzania jakością. Wymagania*, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa, 2016, ss. 12.

<sup>193</sup> Wang Y., Tseng M.M., *Integrating comprehensive customer requirements into product design*, CIRP Annals – Manufacturing Technology 60, 2011, ss. 175-178.

Z kolei Kujala<sup>194</sup> wyraźnie odróżnił potrzeby oraz wymagania klienta (użytkownika produktu). Pierwsze z nich, potrzeby użytkownika, odniósł do problemów, które utrudniają użytkownikom osiągnięcie zamierzonych celów lub możliwości zwiększenia prawdopodobieństwa osiągnięcia ich celów. Ważny czynnik wpływający na potrzeby użytkownika to kontekst użycia. Wymagania użytkownika (to dowolna funkcja), ograniczenie lub inna właściwość wymagana do tego, aby zadowolić użytkownika. Wymagania są uzyskiwane od użytkowników i opisane przez nich i reprezentują ich punkt widzenia. Zatem, oczekiwania klienta, zgodnie zresztą z metodyką rozwinięcia funkcji jakości (QFD)<sup>195</sup> stanowią przełożenie informacji z rynku odnośnie danego produktu na konkretne rozwiązania projektowe. Składają się na nie zarówno potrzeby klienta (oczekiwana), jak i jego wymagania.

Oczywiście wartościowanie przedstawionych wyżej oczekiwań i wymagań klienta jest dość trudne. Jeszcze na koniec lat 90. XX wieku, pro-konsumenckie podejście do prezentowanego zagadnienia nie budziłoby dyskusji. Należy jednak zwrócić uwagę, że specyfika zachowań rynkowych konsumentów<sup>196</sup> coraz częściej doprowadza do sytuacji, w której coraz trudniej jest odnaleźć konkretne rozwiązania ze sfery inżynierii produkcji, aby zaspokoić w pełni oczekiwania klientów. Wpływ na to ma szereg czynników, a jednym z głównych jest rosnąca personalizacja wyrobów finalnych. Autor stawia zatem tezę, że wyroby, które obecnie oferowane są na rynku stanowią swoistą wypadkową wpływów klienta, otoczenia społeczno-ekonomiczno-prawnego oraz oczekiwań przedsiębiorstwa. Pierwsze dwa wymienione elementy nie będą omawiane, należy przyjąć, że funkcje reprezentujące te elementy w wyrobie, zostały, o ile jest to w ogóle technicznie możliwe, w wyrób wkomponowane. Trzeci element powinien zostać zdekomponowany w kontekście wpływu zastosowanych w wyrobie rozwiązań, uwzględniających konkretne funkcjonalne potrzeby przedsiębiorstwa, w tym potrzeby logistyczne.

Autor zwraca także uwagę na to, że zaprezentowany podział oczekiwań klienta, przedsiębiorstwa oraz aspektów ESP wskazuje też, że elastyczność projektanta dla każdego z tych aspektów jest inna. Przyjmując za kryterium prokliencką doktrynę („celem organizacji jest pełna satysfakcja klienta”<sup>197</sup>) oraz konieczność spełnienia wymagań prawnych, aby produkt mógł funkcjonować na rynku, najmniej elastyczności w działaniach projektanta wykazują aspekty

---

<sup>194</sup> Kujala S., *User studies: a practical approach to user involvement for gathering user needs and requirements*. Acta Polytechnica Scandinavica, Helsinki University of Technology, 2002, ss. 17-18.

<sup>195</sup> Rozwinięcie funkcji jakości (QFD) jest szeroko stosowanym podejściem do projektowania wyrobów oraz ich wytwarzania, uwzględniającym oczekiwania klienta, opracowanym w Japonii pod koniec lat sześćdziesiątych – Lai-Kow Ch., Ming-Lu W., *Quality function deployment: A literature review*, European Journal of Operational Research 143, 2002, ss. 463-497 lub Kano N., Seraku N., Takahashi F., Tsjui S., *Attractive quality and must-be quality*. Hinshitsu, The Journal of the Japanese Society for Quality Control, Vol. 14 (2), ss. 39-48, 1984.

<sup>196</sup> Solomon M.R., *Zachowania i zwyczaje konsumentów*. Wyd. VI, Wydawnictwo Helion, 2006.

<sup>197</sup> Jedno z podstawowych postulatów filozofii TQM – Hamrol A., Zymonik Z., *Zarządzanie jakością*, [w:] Knosala R., (red.), *Inżynieria Produkcji. Kompendium wiedzy*, dz. cyt., ss. 565-566.



prawne, które w wielu sytuacjach, stawiają projektanta przed koniecznością realizacji postulatów prawnych za wszelką cenę (filtry DPF w silnikach Diesla). Kwestie ekonomiczne, socjologiczne a także oczekiwania klienta mają możliwość osiągnąć kompromis. Oznacza to, że projektant może poszukiwać rozwiązań, które będą stanowić swoiste optimum. Oczekiwania przedsiębiorstwa muszą być w zasadzie najbardziej elastyczne, wiedząc, że spełnienie wyżej wymienionych aspektów i oczekiwań jest nadrzędne. Z obserwacji rynku, wynika, że coraz częściej brak elastyczności przedsiębiorstw produkcyjnych, wynikający z dynamicznych zmian w zachowaniach konsumentów oraz rozwoju technologii, kompensowany jest projektowaniem i wytwarzaniem wyrobów, które wymuszają elastyczność klienta, rynku, ekonomii itp., aby otrzymać produkt w konkurencyjnej cenie. Można to zrealizować przy bardzo silnym zaangażowaniu działań marketingowych, wykorzystujących szereg różnorodnych metod. Bierze się to z prostego relatywizmu dotyczącego złotej logistycznej zasady 7W. Skoro zatem powstają produkty, które w wielu wymiarach są optymalizowane względem kilku zmiennych to są one ze swojej natury niedoskonałe.

Rozpatrywanie oczekiwań przedsiębiorstwa w kontekście ich wpływu na różnorodne uwarunkowania kształtujące projekt powinno także uwzględniać funkcjonalny podział przedsiębiorstwa. Santarek, Skołod i Kosieradzka<sup>198</sup> wyróżnili w ramach struktury funkcjonalnej systemu produkcyjnego marketing, kontrolę zarządczą, organizację, zasoby ludzkie, finanse, administrację, badania i rozwój, zaopatrzenie, produkcję, dystrybucję i sprzedaż. Podziały te nawiązują w dużej mierze do opracowań np. Griffina<sup>199</sup>, Stonera i innych<sup>200</sup>, gdzie wskazano funkcje organizacji. Wydaje się, że najważniejsze obszary funkcjonalne przedsiębiorstwa, które bezpośrednio wpływają na projektowanie produktu, dotyczyć powinny sfer:

- marketingowej i sprzedażowej (odpowiadającej oczekiwaniom klienta),
- prawno-socjologiczno-ekonomicznej (odpowiadającej czynnikom E/S/P),
- wytwórczej – produkcyjnej (odpowiadającej oczekiwaniom klienta),
- jakościowej (odpowiadającej oczekiwaniom klienta),
- logistycznej (odpowiadającej oczekiwaniom klienta).

Oznacza to, że oczekiwania przedsiębiorstwa powinny być realizowane w trzech podstawowych płaszczyznach: **wytwórczej** (związanej z procesem wytwórczym), **jakościowej** (związanej z szeroko pojętą problematyką jakości) i **logistycznej** (związanej z przepływami towarów i informacji o nich w całym łańcuchu logistycznym). Te trzy podstawowe elementy odgrywają kluczową rolę w powstawaniu struktury produktu (cechy, właściwości i architektura produktu<sup>201</sup>). Przy takim założeniu analiza parametrów wyrobu porównywalna może

---

<sup>198</sup> Santarek K., Skołod B., Kosieradzka A., *Organizacja i zarządzanie produkcją oraz usługami*, [w:] Knosala R. (red.), *Inżynieria Produkcji. Kompendium wiedzy*, dz. cyt., ss. 30-31.

<sup>199</sup> Griffin R.W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, PWN, Warszawa, 2017, s. 377.

<sup>200</sup> Stoner J., Freeman R., Gilbert Jr D., *Kierowanie*, Wydanie II, PWE, Warszawa, 1998, ss. 322-323.

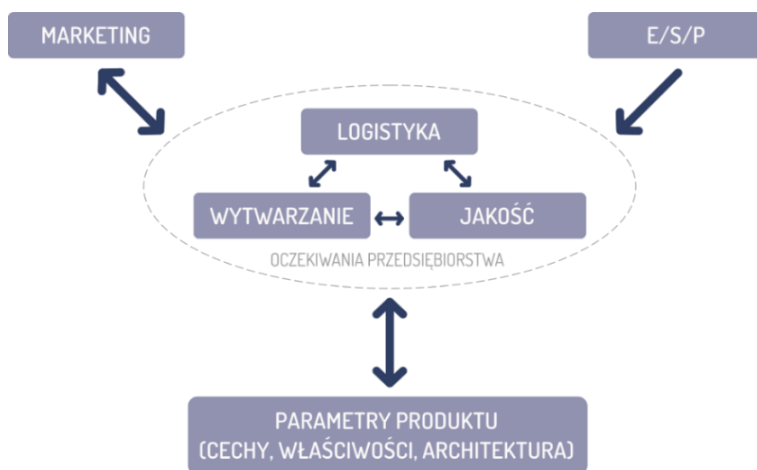
<sup>201</sup> Szerzej na temat architektury produktu można znaleźć, [w:] Rutkowski I., *Rozwój nowego produktu. Metody i uwarunkowania*, PWE, Warszawa 2011, ss. 21-25

być do wspomnianego wcześniej składu atomów substancji (produktu) oraz ich rozmieszczenia w przestrzeni – przyjmując założenia E/S/P jako nadrzędne w stosunku do reszty.

Należy także zwrócić uwagę, że na styku funkcjonalnych obszarów przedsiębiorstwa bezpośrednio wpływających na produkt dochodzi do swoistej interakcji. Polega ona na tym, że z jednej strony konkretne rekomendacje mają swoje odzwierciedlenie w rozwiązaniach inżynierskich produktu, z drugiej zaś strony, obszary te są podatne na sam produkt, odbierając w realizacji procesów produkcyjnych sprzężenia zwrotne – rysunek 7 (obrazują to dwukierunkowe strzałki łączące obszary funkcjonalne z samym produktem).

Kluczowe, z punktu widzenia inżynierii produkcji, staje się wypracowanie optymalnych rozwiązań inżynierskich, na styku trzech obszarów: wytwarzania, jakości i logistyki. Każdy wspomniany obszar główny, kształtuje interakcje kreujące zoptymalizowane rozwiązania z punktu widzenia inżynierii produkcji. Wpływ na te obszary ma także sfera marketingu oraz sfera E/S/P i to w wymiarze jedno lub dwukierunkowym.

Strefa marketingu i sprzedaży będzie zainteresowana swoistym „lobbingiem” na rzecz realizacji oczekiwań klienta w kontekście zakresu, czasu, kosztów i jakości<sup>202</sup>. Wymiar jednokierunkowy może być często zauważany w uwarunkowaniach prawnych, kiedy to konkretne wymogi prawne tworzą określone rozwiązania. I między innymi całość tych rozwiązań tworzy cechy, właściwości oraz architekturę produktu.



Rys. 7. Model wpływów na produkt – relacje pomiędzy wpływem sfer funkcjonalnych produktu parametry produktu

Źródło: opracowanie własne.

<sup>202</sup> Można odnieść to do trójkąta ograniczeń – głównych parametrów projektu – Gierulski W., Wirkus M., *Zarządzanie projektami produkcyjnymi i usługowymi*, [w:] Knosala R. (red.), *Inżynieria Produkcji. Kompendium wiedzy*, dz. cyt., ss. 381-382.

Należy zwrócić uwagę, że uporządkowanie pojęciowe produktu w kontekście inżynierii produkcji oraz zaprezentowanie podstawowych modeli i zależności między uwarunkowaniami tworzącymi ostateczny produkt pozwoliło pokazać proces myślowy autora zmierzający do pojęcia produktu logistycznie sprawnego. Przedstawione przemyślenia wyraźnie wykazują konieczność odnalezienia wspólnych uwarunkowań obszaru inżynierii produkcji, sprzyjających późniejszej logistyce produktu. Podobnie powinno być to odniesione do uwarunkowań marketingowych. Co do uwarunkowań z grupy E/S/P wydaje się, że odnalezienie wspólnych elementów może być trudne. Wynika to z różnorodności nie tylko uwarunkowań prawnych, ale także rynków w kontekście ekonomicznym oraz różnorodności kulturowej w kontekście socjologicznym. Zatem, aby można było wyjaśnić pojęcie produktu logistycznie sprawnego, wspomniana analiza wydaje się być niezbędna.

Dokonując podsumowania na podstawie zaprezentowanego przeglądu literatury, można zwrócić uwagę na kilka rozwiązań, które w bezpośredni sposób mogą być zastosowane w wyrobie gotowym i które mogą przyczynić się do konkretnego efektu w obszarze logistyki i łańcuchów dostaw. Do podstawowych parametrów produktu pozytywnie wpływających na logistykę zaliczyć można:

- minimalizację liczby części i podzespołów w wyrobach finalnych,
- używanie standardowych części i podzespołów wraz z ich standardowymi oznaczeniami przemysłowymi,
- zmniejszanie rozmiarów produktów,
- zmniejszanie wagi produktów,
- minimalizację wykorzystania opakowań i ich późniejszego wpływu na środowisko naturalne.

Oczywiście, zaprezentowany przykład rozwiązań jest tym bardziej skuteczny, im bardziej podatny projektowo będzie sam wyrób gotowy. Niemniej jednak zebrane w tym miejscu rozwiązania ewidentnie przyczynić się powinny do racjonalizacji kosztów związanych z procesami logistycznymi.

Koncepcja DfL z pewnością powinna zmierzać do zaprojektowania produktów logistycznie sprawnych. Pojęcie produktu logistycznie sprawnego (*logistically-effective product*) powiązanego z pojęciem logistycznie sprawnego projektowania (*logistically-effective design*) zasygnalizował koncepcyjnie Mather w 1992<sup>203</sup>. Autor zauważał konieczność zwrócenia uwagi na posadowienie zagadnienia logistyki w procesach projektowych, jednak dokładnie nie zdefiniował samego pojęcia.

Dokonany przegląd literatury wyraźnie pozwala wyodrębnić elementy DfL związane bezpośrednio z tematyką projektowania współbieżnego (CE), a więc relacjami pojawiającymi się w procesie projektowania, między projektantami oraz pracownikami działów logistyki, zagadnieniami wpływu implementowanych rozwiązań na inne obszary funkcjonalne przedsiębiorstwa, jak i relacji między fazami

---

<sup>203</sup> Mather H., *Design for Logistics (DfL) – the next challenge for designers*, Production and Inventory Management Journal, 1992, Vol. 33 (1), ss. 7-9.

i procesami logistycznymi, które powinny mieć także swój wpływ na postać końcową produktu. Na bazie tego typu podejścia powstaje produkt logistycznie sprawny posiadający konkretne rozwiązania przemysłowe, które stanowią mogą swoiste wytyczne dla projektantów projektujących produkty z uwzględnieniem aspektów logistycznych.

Dokonując podsumowania koncepcji DfL, można wyodrębnić następujące rozwiązania zaimplementowane w produkcie, które przyczyniają się do podniesienia efektywności i skuteczności logistyki i łańcuchów dostaw. Wymaga to jednak zidentyfikowania wspólnego mianownika podziału wszystkich przytoczonych powyżej treści dotyczących problematyki DfL – trójdzielną logistyczna projektowania produktów wspomagającego logistykę.

Pierwszą grupę rozwiązań powinny stanowić elementy związane z samym produktem (**poziom produktu**), a więc:

- standaryzacja surowców, materiałów, podzespołów i innych elementów wchodzących w skład wyrobu finalnego,
- multifunkcjonalność surowców, materiałów, podzespołów i części wchodzących w skład wyrobu finalnego, a także samego wyrobu finalnego,
- minimalizacja liczby części wchodzących w skład wyrobu gotowego,
- optymalizacja cech produktu (wymiarów, kształtu, wagi, itp.) pod kątem logistyki,
- optymalizacja właściwości produktu (wytrzymałości, kruchości, odporność na spiętrzanie itp.),
- upraszczanie architektury, struktury produktu;
- ograniczenie zestawu konfiguracji elementów końcowych (minimalizacja grup asortymentowych),
- przesunięcie punktu rozdziału (*decoupling point*) do najpóźniejszego z możliwych momentów procesu realizacji obsługi zamówień – opóźnianie personalizacji produktu,
- wykorzystanie zasad modułowości,
- integracja wielu aspektów projektowych jednocześnie w możliwie jak najwcześniejszych fazach procesu projektowania,
- ograniczanie zestawu konfiguracji elementów końcowych (ograniczanie personalizacji).

Dwoma kluczowymi zagadnieniami są tutaj standaryzacja i multifunkcjonalność. Standaryzacja elementów i asortymentów związana jest z wykorzystaniem dostępnych, znormalizowanych powszechnie rozwiązań. Może ona przybierać różnorodne formy i rozwiązania, zależne od kryterium podziału. Biorąc pod uwagę identyfikowalność standaryzowanych części można przyjąć podział na standaryzację bezpośrednią, pośrednią i nieidentyfikowalną. Standaryzacja bezpośrednia wykorzystuje dostępne rozwiązania na rynku w układzie jeden do jednego. Oznacza to, że standaryzowane elementy nie posiadają żadnych modyfikacji, są jednoznacznie identyfikowalne i dostępne na rynku. Standaryzacja pośrednia występuje wówczas, gdy konkretny wyrób finalny, sprzedawany jest pod inną nazwą,

ale z racji jego cech, właściwości oraz elementów informacyjnych można go bezpośrednio zidentyfikować. Standaryzacja nieidentyfikowalna ma za zadanie wykorzystywać elementy standardowe, jednak praktycznie bez możliwości ich zidentyfikowania lub z możliwością identyfikacji tylko przy użyciu specjalistycznej wiedzy lub sprzętu. Przejawem standaryzacji jest także wykorzystanie koncepcji. Modułowości, rozumianej jako wykorzystanie celowo zaprojektowanych jednostek elementarnych wyrobu, pozwalających konfigurować, rozdzielać i rekonfigurować produkt do elementarnych części jakimi są moduły. Moduły stanowią zatem nieco bardziej złożony element standardowy, pozwalający w całym systemie uzyskać efekt skali.

Multifunkcyjność elementów można sprowadzić do wykorzystania danego rozwiązania konstrukcyjnego w realizacji różnych funkcji. Dobrym przykładem może być zastosowanie śruby raz jako elementu ustalającego, innym razem tę samą śrubę wykorzystuje się jako element standardowego łączenia. Pozwala to osiągnąć jeszcze większe korzyści wynikające ze standaryzacji.

Druża grupa dotyczy **procesów logistycznych** (funkcjonalny podział logistyki). Wśród dostępnych rozwiązań wyróżnić można:

- projektowanie wspomagające transport:
  - minimalizacja szczególnych wymagań,
  - optymalizacja jednostek transportowych,
  - wykorzystanie standardowej infrastruktury,
- projektowanie wspomagające magazynowanie:
  - minimalizacja szczególnych wymagań magazynowania,
  - wykorzystanie standardowej infrastruktury,
- projektowanie wspomagające pakowanie,
  - minimalizacja wykorzystania opakowań,
  - minimalizacja wpływu opakowań na środowisko naturalne,

odpowiadać będzie za **fizyczny przepływ wyrobu**:

- projektowanie wspomagające obsługę zamówień,
  - uwzględnienie jakościowych elementów w procesie obsługi zamówień – pomyłki w procesie obsługi zamówień itp.,
  - kreowanie przyjaznej klientowi obsługi zamówień,
- projektowanie wspomagające zarządzanie zapasami,
  - uwzględnienie w procesie projektowania zagadnień związanych z prognozowaniem popytu i planowaniem dostaw w każdej z faz odrębnie,
  - uwzględnienie w procesie projektowania produktu zagadnień związanych z minimalizacją poziomu zapasów w każdej z faz odrębnie,

odpowiadać będzie za **organizację tego przepływu**.

Trzecia grupa, związana z **łańcuchem dostaw**, będzie najbardziej rozbudowana. Dotyczyć będzie uwzględnienia możliwości wyboru łańcucha dostaw, możliwych rekonfiguracji istniejącego łańcucha, wykorzystania projektowania wspomagającego popyt i planowania dostaw, aby uzyskać efekt skali, minima-

lizacji kosztów gwarancyjnych i serwisowych, usług posprzedawczych, dynamiki zmian lokalizacji uczestników łańcucha dostaw, fuzji, przejęć i innych strategicznych elementów wiążących się z łańcuchem dostaw i jego zarządzaniem. Oczywiście oprócz wymienionych tutaj elementów należałoby także zadbać o uwzględnienie w projekcie produktu zasad współbieżności i równoległości procesów czy też uwzględnienie uwarunkowań związanych z lokalizacją uczestników łańcucha dostaw.

Odmiennym problemem staje się także personalizacja produktu (kustomizacja) pozwalająca regulować przesunięcie punktu rozdziału (*decoupling point*) możliwie jak najbliżej klienta. Połączenie zalet masowej produkcji oraz możliwości oferowania spersonalizowanego wyrobu jest kluczowym elementem koncepcji logistycznej sprawności produktu. Masowa kustomizacja<sup>204</sup> łączy sprzeczne pojęcia, dlatego jej zastosowanie wymaga kompromisu między oczekiwaniami producenta i klienta. Klient zostaje zaangażowany w proces tworzenia produktu, jednak jego oddziaływanie może docierać do różnych faz procesu produkcyjnego. W literaturze wyróżnia się cztery stopnie kustomizacji o coraz niższym poziomie personalizacji wyrobu:

- kustomizację czystą,
- kustomizację „na miarę”,
- kustomizację standaryzowaną,
- czystą standaryzację.

W kustomizacji czystej (*pure customization*) klient uczestniczy w projektowaniu wyrobu, dlatego możliwe jest stworzenie produktu spełniającego jego indywidualne preferencje. Kustomizacja „na miarę” (*tailored customization*) zakłada zaś zaangażowanie klienta w fazie wytwarzania. Pozwala to na modyfikacje kształtu i wymiarów standardowych elementów zgodnie z wymaganiami klienta. Zaangażowanie klienta dopiero w fazie montażu lub dystrybucji, występujące w kustomizacji standaryzowanej (*standardized customization*), skutkuje dostosowaniem produktu, ale tylko w stopniu, na który pozwala lista standardowych opcji. W czystej standaryzacji (*pure standardization*) nie uwzględnia się potrzeb indywidualnego klienta. Przy tak zdefiniowanym zaangażowaniu klienta w proces tworzenia produktu należy zwrócić uwagę, że w wielu przypadkach życzenia konsumentów nie muszą być zbieżne z potrzebami skutecznymi i efektywnymi przepływów przedsiębiorstwa. Co więcej, można wskazać wiele sytuacji, w których owe potrzeby mogłyby stać w sprzeczności z logistycznymi celami organizacji. Dlatego coraz częstszą praktyką gospodarczą jest próba stworzenia takiego modelu biznesowego, w którym logistyczna sprawność produktu staje się kluczowym elementem konkurencyjności. Koncepcja projektowania wspomagającego doskonałość (a przede wszystkim projektowania wspomagającego logistykę i łańcuch dostaw) w swoich założeniach realizuje „wkomponowanie” w produkt możliwie największej liczby cech i właściwości, które przyczyniać się będą do podniesienia skuteczności i efektywności przepływów towarów i informacji o nich.

---

<sup>204</sup> Bielecki M., Hanczak M., *Mass customization as one of the key elements of logistic efficiency of a product*, Acta technica corviniensis – Bulletin of Engineering, Fascicule 3 / /2016 [July-September], <http://acta.fih.upt.ro/ACTA-2016-3.html> z dnia 6 października 2017, ss. 27-30.

Niemniej, istotna wydaje się także grupa zagadnień związana ze sferą **infrastruktury logistycznej**, do której zaliczono:

- wykorzystanie standardowych rozwiązań infrastrukturalnych do obsługi produktów w różnorodnych procesach (np. euro-palety, standardowy rozstaw wideł itp.),
- uwzględnienie trendów rozwojowych w infrastrukturze logistycznej (np. wirtualnej rzeczywistości – *Virtual Reality*),
- wykorzystywanie standardowych systemów automatycznej identyfikacji towarowej oraz rozwiązań na niej bazujących (RFID – *Radio Frequency Identification* – identyfikacja radiowa, NFC – *Near Field Comuniacion* – komunikacja bliskiego zasięgu).

Standaryzacja logistyczna zwraca uwagę na uwzględnienie w procesach projektowania aspektów związanych z procesami logistycznymi (transportem, magazynowaniem, pakowaniem, obsługą zamówień i zarządzaniem zapasami) w łańcuchu dostaw. Zwrócenie uwagi na fakt zapakowania konkretnych produktów w opakowania zbiorcze, a następnie w jednostki ładunkowe, pozwalające ciągle śledzić przepływy w całym łańcuchu logistycznym, jest kolejnym wyzwaniem produktu logistycznie sprawnego. Trudność odnalezienia rozwiązań skutecznie wspierających wszystkie elementy procesu wskazuje na konieczność optymalizacji wybranych parametrów produktu pod kątem najistotniejszych względem firmy działań logistycznych.

Zaprezentowane uwarunkowania projektowania wspomagającego logistykę i łańcuch dostaw staną się kluczowym fundamentem opisu zagadnienia związanego z produktem logistycznie sprawnym oraz jego relacją do projektowania wspomagającego logistykę.

### **1.3. Produkt logistycznie sprawny a projektowanie wspomagające logistykę**

Pojęcie produktu logistycznie sprawnego wywodzi się z badań i obserwacji autora, prowadzonych od 2011 roku, nad uwarunkowaniami produktów, które sprzyjają procesom logistycznym. Pierwszy raz autor, użył pojęcia produktu logistycznie sprawnego<sup>205</sup> w 2011 roku. Wtedy to zwrócono uwagę, że w wielu przypadkach sam produkt obniża skuteczność działań racjonalizujących lub optymalizujących sferę logistyki. Wynikało to z faktu, że produkty posiadają różnorodne parametry (wstępnie zdefiniowane jako cechy, właściwości), które uniemożliwiają lub utrudniają wdrażanie wypracowanych rozwiązań w obszarze przepływu towarów i informacji o nich. Sam produkt logistycznie sprawny został zdefiniowany jako

---

<sup>205</sup> Bielecki M., *Conditions of a Logistically product in the context of a Small Manufacturing Enetrprises (SME)*, Rozdział monografii, ed. Grzybowska K., Golińska P., *Logistics. Selected logistics problems and solutions*, Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań 2011, ss. 281-295, także w Bielecki M., *Produkt logistycznie sprawny w małych przedsiębiorstwach produkcyjnych*, Czasopismo Gospodarka Materiałowa i Logistyka, 11/2011 roku, PWE, Warszawa, 2011, ss. 2-4.

materiałny obiekt wymiany rynkowej, który posiada konkretną architekturę oraz zespół cech i właściwości umożliwiających wewnątrz organizacji skuteczne i efektywne przemieszczanie się przez sfery zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji, zwrotów i utylizacji, wykorzystując do tego procesy logistyczne (transport, magazynowanie, pakowanie, obsługa zamówień, zarządzanie zapasami). A w wymiarze zewnętrznym organizacji pozwala zarządzaniu logistycznemu skutecznie i efektywnie integrować obsługę zamówień, zarządzanie zapasami, magazynowanie, pakowanie i transport z podmiotami zewnętrznymi w ramach koncepcji łańcucha dostaw<sup>206</sup>. Zaprezentowana definicja choć w podejściu ogólnym wydaje się słuszna, to szczegółowe jej opracowanie staje się już dość trudne (jedna z pierwszych zaprezentowanych przez autora definicji określa produkt logistycznie sprawny jako materiałny obiekt wymiany rynkowej, który posiada zespół cech i właściwości umożliwiających wewnątrz organizacji skutecznie i efektywnie przemieszczać się przez sfery zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji, zaś w wymiarze zewnętrznym organizacji, pozwalających zarządzaniu logistycznemu skutecznie i efektywnie integrować transport, magazynowanie, pakowanie, zarządzanie zapasami i obsługę zamówień z podmiotami zewnętrznymi w ramach koncepcji łańcucha dostaw<sup>207</sup>).

Wynika to z faktu, że dane rozwiązania projektowe bardzo rzadko są dedykowane tylko i wyłącznie konkretnemu obszarowi funkcjonalnemu (np. logistyce), ponieważ w większości przypadków stanowią one wypadkową wielu konkretnych rozwiązań. Ponadto, zaprezentowana definicja nie odnosiła się do kwestii projektowania wspomagającego logistykę i nie czerpie dostępnej wiedzy z tego zakresu. Należy także zauważyć, że produkt logistycznie sprawny powinien odnosić się także do szerszej wizji czy też koncepcji realizacji procesów logistycznych.

Analiza dorobku naukowego z tego zakresu, pozwoliła zidentyfikować pojęcie produktu logistycznie sprawnego tylko w jednym opracowaniu i to wyłącznie w formie koncepcyjnej. Wspominany już Mather<sup>208</sup> w zaprezentowanym w artykule zwrócił uwagę, że problem z wprowadzaniem nowego produktu na rynek wiązał się faktem, że nikt nie przybliżył inżynierom produktu wiedzy z zakresu logistyki oraz konieczności uwzględnienia logistycznej efektywności produktu (w prezentowanym przykładzie odnosił się on do zastosowania w zaprojektowanym wyrobie, dużej liczby niestandardowych – unikatowych części). Zatem, odniósł on, bezpośrednio, logistyczną sprawność produktu do pewnych ogólnych założeń projektowania wspierającego logistykę.

---

<sup>206</sup> Bielecki M., *The influence of a logistically efficient product on the logistics of a manufacturing enterprise*, "Annals of Faculty Engineering Hunedoara –Journal of Engineering", 2013, Vol. 6, ss. 175-180.

<sup>207</sup> Bielecki M., *Transport processes of the small manufacturing enterprises (SME) in the context of logistically efficient product*, Research in Logistics & Production 3/2013, Politechnika Poznańska, Poznań, 2013.

<sup>208</sup> Mather H., *Design for Logistics (DfL) – The Next Challenge for Designers*, Production and Inventory Management Journal, 1992, Vol. 33 (1), s. 9.



Kierując się podejściem Mather'a oraz dokonując podsumowania badań literaturowych, produkt logistycznie sprawny powinno odnieść się do relacji między następującymi aspektami:

- wytycznymi projektowania wspierającego logistykę,
- fazowego i funkcjonalnego podejścia do logistyki,
- cyklu życia produktu w układzie zamkniętym (gospodarki opartej o recykulację),
- korzyści wynikających z produktu logistycznie sprawnego dla odbiorcy finalnego oraz przedsiębiorstwa.

Wytyczne projektowania wspomagającego logistykę tworzą budowę produktu finalnego. Powstaje produkt finalny o określonych cechach, właściwościach, jak i architekturze, która po uwzględnieniu publikacji Mather'a, powinna wzbogacić cały ten układ.

Fazowe ujęcie logistyki, połączone z cyklem życia produktu opartym o gospodarkę funkcjonującą w obiegu zamkniętym, pozwala stwierdzić, że koncepcja produktu logistycznie sprawnego powinna przyjąć założenia gospodarki opartej o recykulację, podnosząc do „wyższej rangi” sferę logistyki zwrotów i utylizacji, w szczególności jednak powtórne zagospodarowywanie odzyskanych z rynku produktów zużytych. Wymaga to stworzenia modelu logistyki uwzględniającej logistyczną sprawność produktu na każdym z jej etapów.

Jeśli chodzi o funkcjonalne ujęcie logistyki (procesy logistyczne) z punktu widzenia koncepcji *Lean*<sup>209</sup> można postawić założenie, że procesy logistyczne w zasadzie nie dodają wartości produktom finalnym. Transport, magazynowanie, pakowanie, obsługa zamówień i zarządzanie zapasami **stanowią kompensatory nieidealnych produktów w nieidealnych systemach przepływu**. Przyjmując takie założenie, idealny produkt finalny powinien mieć takie cechy, właściwości i architekturę, które eliminowałyby lub w minimalny sposób angażowałyby procesy logistyczne, wynikające z funkcjonalnego podziału logistyki, w każdej z faz logistycznych (zaopatrzenie, produkcja, dystrybucja, zwroty i utylizacja) na poziomie zintegrowanego łańcucha dostaw.

Jest to oczywiście logiczne, ponieważ np. proces pakowania, sam w sobie nie dodaje żadnej wartości. Oczywiście optymalizacyjne podejście do tego zagadnienia (minimalizacja kosztów logistycznych) wykazuje w większości przypadków, iż korzystniejsze z punktu widzenia przedsiębiorstw przemysłowych jest pakowanie wyrobów finalnych w jednostki ładunkowe (zapewniające trwałość kształtu, wymiarów, zawartości oraz ułatwiające liczenie czy też zmechanizowane przemieszczanie i składowanie), a to z kolei wiąże się z istnieniem procesów pakowania.

Zaprezentowane argumenty, pozwalają wstępnie zmodyfikować dotychczasową definicję produktu logistycznie sprawnego o nowe uwarunkowania. **Produkt logistycznie sprawny** powinien być definiowany jako fizyczny produkt (produkt gotowy lub produkt finalny), posiadający konkretną architekturę, cechy

---

<sup>209</sup> Womack J., Jones D., *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, dz. cyt., ss. 27-28

i właściwości, uwzględniające podnoszenie skuteczności i efektywności procesów logistycznych w wybranych fazach na pierwszym poziomie funkcjonalnym (procesy transportu, magazynowania, pakowania, obsługi zamówień i zarządzania zapasami – np. podnoszenie skuteczności transportu w fazie dystrybucji), a także w ujęciu szerszym – poziom strategiczny, podnoszący skuteczność i efektywność całego łańcucha dostaw z nastawieniem na odbiór i ponowne zagospodarowanie żutych wyrobów finalnych w celu zaspokojenia różnorodnych logistycznych potrzeb konsumentów. Parafrazując zaprezentowaną definicję, można określić produkt logistycznie sprawny za pomocą koncepcji 4Ł (*4E*)<sup>210</sup>:

- łatwe zaopatrzenie (*Easy Purchase*),
- łatwa logistyka produkcji (*Easy Production Logistics*),
- łatwa dystrybucja (*Easy Distribution*),
- łatwy odbiór zużytych wyrobów z rynku i ponowne ich zagospodarowanie (*Easy Return of Waste Products from the Market and Reuse – Products or their Parts*).

Najlepszym przykładem (oczywiście nie jedynym) produktu logistycznie sprawnego, mogłaby być standardowa nakrętka np. M12, wykonana z wysokiej jakości metalu (odpowiedniej twardości, wytrzymałości, dokładności wykonania itp.). Łatwe zaopatrzenie (zakupy) wiązałyby się z nabyciem jednego rodzaju spełniającego wymagania drutu (bądź to w kręgu, bądź w sztangach) w ilości odpowiadającej ekonomicznej wielkości zamówienia. Łatwa logistyka produkcji, wyznaczona zostałaby przez wąską specjalizację maszyn, urządzeń logistycznych obsługujących proces wytwarzania dostosowanych idealnie tylko i wyłącznie do wykonania nakrętki M12. Łatwa dystrybucja to standardowe jednostki handlowe (np. określona liczba opakowań po 100 szt. nakrętki M12 na standardowej palecie – Euro – jako podstawowa jednostka sprzedaży). Cechy i właściwości nakrętki M12, pozwalałyby odzyskać je ze zużytych wyrobów finalnych, ponownie zagospodarowując je w miejscu, gdzie zostały zdemontowane lub oddając je ponownie do producenta, do działu dystrybucji, gdzie mogłyby z powrotem trafić na rynek.

Ten dość utopijny projekt biznesowy (choć idealny logistycznie) ma całą gamę ryzyk, obostrzeń, niemożliwych do zaistnienia warunków, niemniej ukazuje ideę całego modelu w układzie dedukcyjnym (od ogółu do szczegółu). Oczywiście optymalizuje on tylko całościowo łańcuch dostaw na pierwszym etapie, eliminując lub standaryzując poziom funkcjonalny procesów logistycznych – nie ma bowiem tutaj mowy o realizacji poszczególnych procesów logistycznych w konkretnych fazach. Pozostawia jednak możliwość późniejszej optymalizacji wybranych, podatnych procesów z poziomu funkcjonalnego, w celu zwiększenia skuteczności logistyki.

---

<sup>210</sup> Celowość użycia litery Ł ma przynajmniej dwa powody: pierwszy – koncepcja 4P zbyt mocno wiązałyby się z marketingiem mix i drugi: słowo łatwy najlepiej oddaje ideę opisywanego zjawiska.

Poszukując w literaturze możliwych rozwiązań konstrukcyjnych wyrobów opisujących takie procesy logistyczne jak przechowywania, transportu i pakowanie (np. Korzeniowski<sup>211</sup>, Bogdanowicz<sup>212</sup>) i jednocześnie odnosząc je do projektowania wspomagającego logistykę, możliwe jest wskazanie parametrów produktu, które mają wpływ na funkcjonalną logistykę wyrobów finalnych (gotowych) i zaliczyć do nich można między innymi:

- cechy:
  - kształt,
  - wymiary (szerokość, długość, wysokość),
  - masa,
  - stan skupienia,
  - zapach,
- właściwości:
  - możliwość spiętrzania,
  - higroskopijność,
  - ubytkowość,
  - samozgrzewalność,
  - twardość,
  - korodowalność<sup>213</sup> itp.,
- architektura produktu:
  - standaryzacja,
  - multifunkcjonalność,
  - modułowość,
  - ograniczania personalizacji (kastomizacji) produktu itp.

Zaprezentowany podział jest mocno szczegółowy i powoduje, że w zasadzie dla tak szerokiej liczby produktów oferowanych na rynku, nie byłoby możliwości określenia wszystkich cech i właściwości, które mogłyby bądź to pozytywnie, bądź też negatywnie wpływać na przepływ towarów i informacji w ramach konkretnych procesów.

Co więcej, zachodzi ryzyko pojawiania się cech lub właściwości, które w jednej sytuacji będą miały pozytywny wpływ, zaś w innej negatywny. Wyraźnie widać, że podział cech i właściwości produktu z punktu widzenia budowy produktu finalnego, należałoby w pierwszej kolejności ograniczyć do pojedynczej jednostki wyrobu finalnego, która trafia na rynek, zaś na drugim poziomie do standardowych jednostek ładunkowych podlegających procesom logistycznym, których zadaniem jest dostarczenie pojedynczego produktu finalnego na rynek. Uzasadnieniem takiego założenia jest oczywiście klient jako ostateczny weryfikator atrakcyjności produktu oraz wynikających z tego faktu następstw dla przedsiębiorstwa – ewentualne zyski lub straty. W ten sposób konstrukcja produktu finalnego może być ograniczona do tzw. parametrów produktu:

---

<sup>211</sup> Korzeniowski A., (red.), *Magazynowanie towarów niebezpiecznych*, ... dz. cyt., ss. 20-39.

<sup>212</sup> Bogdanowicz S., *Podatność. Teorie i zastosowanie w transporcie*, ... dz. cyt., s. 38.

<sup>213</sup> Łatka U., *Technologia i towaroznawstwo*, ..., dz. cyt., ss. 109-112.

- cech produktu (kształtu podstawowego oraz materiału użytego do wytworzenia wyrobu; wymiaru; masy, które mogą podlegać optymalizacji logistycznej),
- właściwości fizycznych produktu mających wpływ na procesy logistyczne, które podobnie jak cechy mogą podlegać optymalizacji logistycznej (odporność na czynności transportowo/magazynowe, podatność na czynności manipulacyjne, konieczność wykorzystania i projektowania opakowań),
- architektury produktu (związanej ze standaryzacją/modułowością, multifunkcyjnością podzespołów i części, a także konfigurowalnością produktu – kastomizacją).

Kolejne założenie powinno dotyczyć wyłączenia zarówno z przedstawionych modeli i późniejszych badań szerokiej sfery produktów charakterystycznych ze względu na takie cechy, jak np.: gęstość, stanu skupienia, wonności itp. czy też właściwości chemicznymi lub biologicznymi. Zawęzi to w ten sposób prezentowane poglądy do produktów, w których wspomniane cechy i właściwości mieć będą obojętny wpływ na procesy logistyczne. Omawiane zagadnienie w sposób naturalny eliminuje także produkty finalne, będące wektorami wyjścia procesów ciągłych<sup>214</sup>, w których takie elementy jak modułarność, standaryzacja itp. po prostu nie występują.

Na tym etapie, należałoby także podjąć próbę usystematyzowania czterech podstawowych relacji:

- 1) wytycznych projektowania wspomagającego logistykę DfL w odniesieniu parametrów produktów (cech, właściwości oraz jego architektury),
- 2) parametrów produktu w stosunku do faz logistycznych,
- 3) wytycznych projektowania w stosunku do faz logistycznych,
- 4) parametrów produktu do funkcji (procesów) logistycznych.

Pierwsze z prezentowanych zagadnień, sprowadza się do przyporządkowania opisanych w poprzednich rozdziałach wytycznych projektowych DfL do elementów konstrukcji wyrobu produktu – tabela 4. Z tabeli 4 wynika jednoznacznie, że wytyczne DfL kształtują w głównej mierze architekturę produktu. Optymalizacja cech i właściwości, w sposób oczywisty związana z nimi, w zasadzie pozostaje w sferze koncepcji projektanta. Standaryzacja/modułowość, a co za tym idzie minimalizacja liczby części, multifunkcjonalność, czy też ograniczenie konfigurowalności stanowią domenę architektury produktu.

---

<sup>214</sup> „... procesy ciągłe, z reguły aparaturowe, na trwałe powiązane z urządzeniami produkcyjnymi, produkcja zazwyczaj zautomatyzowana „sztywnymi” układami...” – Durlík I., *Inżynieria Zarządzania* ..., dz. cyt., ss. 61-62.

Tabela 4. Relacje pomiędzy parametrami produktu oraz ich elementami

	Cechy	Właściwości	Architektura produktu
Kształt podstawowy			
Wymiary podstawowe			
Waga podstawowa			
Odporności na transport/magazynowanie			
Uwzględnienie czynności manipulacyjnych			
Konieczność wykorzystania/projektowania opakowań dostosowanych do produktu			
Standaryzacja/Modułowość			
Multifunkcjonalność			
Ograniczenie konfiguracji produktu/Przesunięcie punktu rozdziału			

– silne relacje  
 – słabe relacje

Źródło: opracowanie własne.

Na tej podstawie należałoby podjąć próbę odniesienia zaprezentowanych parametrów produktu do konkretnych procesów logistycznych. Na tej podstawie można określić założenie, że architektura produktu, będzie miała pośrednie znaczenie dla procesów transportu, magazynowania i pakowania, ale już kluczowe dla sfer zarządzania zapasami i obsługi zamówień, w których kontekst informacyjno-decyzyjny jest zdecydowanie bardziej istotny aniżeli kontekst przepływu towarowego – tabela 5.

Tabela 5. Model wpływu parametrów produktu finalnego na procesy wynikające z funkcjonalnego podziału logistyki

	Magazynowanie	Transport	Pakowanie	Obsługa zamówień	Zarządzanie zapasami
Cechy produktu					
Właściwości produktu					
Architektura produktu					

– silne wsparcie danej wytycznej konkretnej fazy logistycznej;  
 – średnie wsparcie danej wytycznej konkretnej fazy logistycznej;  
 – słabe wsparcie danej wytycznej konkretnej fazy logistycznej

Źródło: opracowanie własne.
















Dzieje się tak dlatego, że podstawowym założeniem procesu pakowania jak i samego opakowania jest spełnienie podstawowych funkcji opakowania (ochronną, magazynową, transportową, manipulacyjną, informacyjną, utylizacyjną<sup>215</sup>).

Standardowe wyroby produkowane masowo zdecydowanie ułatwiają zarówno obsługę zamówień, jak i zarządzanie zapasami. Z kolei cechy i właściwości, tworzące fizyczny kształt produktu, wpływać będą na procesy transportu i magazynowania, a także pośrednio na procesy pakowania i same opakowania.

Odnosząc się raz jeszcze do utopijnej wizji produktu logistycznie sprawnego – nakrętka M12, istnieje możliwość zaprezentowania relacji pomiędzy parametrami produktu a fazowym ujęciem logistyki – tabela 6. Należy przy tym zauważyć, że cechy i właściwości produktu będą miały odmienny zakres oddziaływania na fazy logistyczne aniżeli architektura produktu.

Ponieważ cechy i właściwości produktu, stanowią o jego fizycznej postaci to będą one odgrywać kluczowe znaczenie w logistycznej fazie dystrybucji oraz fazie logistyki zwrotów i utylizacji, a także częściowo w fazie logistyki produkcji. Na ogół, w końcowej fazie logistyki produkcji następuje łączenie pojedynczych wyrobów finalnych w jednostki ładunkowe (lub pakowanie pojedynczych wyrobów finalnych), które trafiają do fazy dystrybucji.

Tabela 6. Model relacji pomiędzy parametrami produktu a fazowym podziałem logistyki

	Faza zaopatrzenia	Faza produkcji	Faza dystrybucji	Faza zwrotów i utylizacji
<b>Cechy produktu</b>				
<b>Właściwości produktu</b>				
<b>Architektura produktu</b>				
 – silne wsparcie parametru produktu konkretnej fazy logistycznej;  – średnie wsparcie parametru produktu konkretnej fazy logistycznej;  – słabe wsparcie parametru produktu konkretnej fazy logistycznej.				

Źródło: opracowanie własne.

Faza dystrybucji koncentruje się głównie na procesach transportu i magazynowania związanych z przepływem towarów, a także procesów obsługi zamówień i zarządzania zapasami w bliższym stopniu związanych z przepływem informacji o towarach. Cechy i właściwości produktu mają także znaczenie w procesach logistyki zwrotów i utylizacji. Odbiór wyrobów zużytych (lub ich ewentualna utylizacja) jest zależny od procesów transportowych, dlatego też cechy i właściwości będą odgrywać kluczowe znaczenie. Architektura produktu ma w tym miejscu

<sup>215</sup> Mokrzyński H., *Logistyka. Podstawy procesów logistycznych*, Wydawnictwo WIG, Białystok 1998, s. 157.

znaczenie tylko w obszarze logistyki zwrotów. Bezwzględnie wpływa na możliwości odbioru zużytych części (zamknięcie obiegu produktu – gospodarka oparta o recykulację<sup>216</sup>), a także na perspektywę ich późniejszego wykorzystania np. odzysk standardowych elementów (śrub), których zużycie pozwala na ponowne ich wykorzystanie w wyrobach gotowych albo finalnych. Można pokazać potencjalny model relacji pomiędzy wytycznymi DfL a konkretnymi fazami logistyki – tabela 7.

Kolejny model relacji prezentuje wpływ wytycznych DfL w odniesieniu do fazowego ujęcia logistyki. Wśród poddanych analizie wytycznych, standaryzacja, modułowość i minimalizacja liczby części w wyrobie finalnym oraz ograniczenie konfiguracji produktu wykazują największy potencjalny wpływ na każdą z faz logistycznych. Jest to zarazem element najtrudniejszy do badania wymagający uporządkowania danych i informacji opisywanej problematyki, a więc wiedzy, a także komputerowego wspomaganie w procesie analitycznym<sup>217</sup>.

Tabela 7. Model relacji pomiędzy wytycznymi DFL a fazowym podziałem logistyki

	Faza zaopatrzenia	Faza produkcji	Faza dystrybucji	Faza zwrotów i utylizacji
Optymalizacja cech				
Optymalizacja właściwości				
Optymalizacja architektury produktu				

– silne wsparcie danej wytycznej dla konkretnej fazy logistycznej;  
 – średnie wsparcie danej wytycznej dla konkretnej fazy logistycznej;  
 – słabe wsparcie danej wytycznej dla konkretnej fazy logistycznej.

Źródło: opracowanie własne.

Standaryzacja w sferze zaopatrzenia, w której zakup surowców, materiałów, półwyrobów itp. na rynku wiąże się z takimi profitami, jak większa dostępność do produktów zaopatrzeniowych na rynku, mniejsze ryzyko związane z koniecznością zmiany dostawcy, korzystniejsza cena związana z dostępnością, ułatwiona procedura składania zamówień itp., ewidentnie powinna być optymalizowana w kierunku maksymalizacji wykorzystania standardowych, dostępnych na rynku, rozwiązań.

Podobnie w sferze logistyki produkcji, standaryzacja pozwala maksymalizować efekt produkcji masowej, upraszczając szereg procesów przepływów towarów – wewnątrz zakładu. W przypadku dystrybucji standaryzacja nie będzie już tak istotna, ale jej ważność wzrasta w sferze logistyki zwrotów i utylizacji, gdzie kierując się

<sup>216</sup> Wizja Gospodarki w obiegu zamkniętym prezentowana jest np. Komunikat komisji do parlamentu europejskiego, rady, europejskiego komitetu ekonomiczno-społecznego i komitetu regionów, *Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów” dla Europy*, dz. cyt.

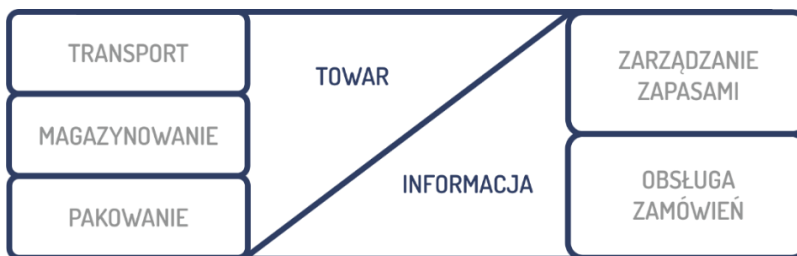
<sup>217</sup> Szerzej zagadnienie systemów informatycznych wspomagających zarządzanie wiedzą opisał Duda – Duda J., *Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie wiedzą*, [w:] Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. T. 2, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2015, ss. 60-74.

założeniami gospodarki w obiegu zamkniętym standardowość wykorzystywanych części zwiększa możliwości bądź to ponownego wykorzystywania standardowych części ze zużytych wyrobów finalnych, bądź też zwiększania skuteczności procesów utylizacyjnych w kontekście wykorzystania ekonomii skali.

Zbliżone uzasadnienia można zastosować w przypadku modułowości jako pochodnej standaryzacji, choć w tym miejscu, znacznie mniej istotne będzie znaczenie modułowości dla sfery logistyki zwrotów i utylizacji, przy wzroście znaczenia w procesie dystrybucji. Minimalizacja liczby elementów składowych produktu, znacznie ułatwia procesy logistyki zaopatrzenia (mniejsza liczba części podlegających sferze zamówień) produkcji, a także logistyki zwrotów i utylizacji. W nieco mniejszym stopniu oddziałuje na sferę dystrybucji – nie ma znaczenia czy np. krzesło będzie się składać z 5 czy 10 elementów, skoro sam produkt, jak i jego opakowanie będzie identyczne.

Ostatnim elementem jest ograniczenie konfigurowalności produktu. W zasadzie poza logistyką zwrotów, ograniczenie konfigurowalności produktu będzie sprzyjać produkcji masowej, która będzie wywierać pozytywne skutki na sferę logistyki zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji.

W tym miejscu warto zwrócić uwagę, że analizowany model może dotyczyć w pełni tylko sfery logistyki dystrybucji oraz logistyki zwrotów i utylizacji. W pewnej części dotyczy on także sfery logistyki produkcji, ale w zasadzie tylko w obszarze ostatecznych procesów kontrolno-pomiarowych wyrobu gotowego w wymiarze ewentualnego transportu i magazynowania, a także w pełnym wymiarze pakowania wyrobów gotowych. Uzasadnione jest to faktem braku możliwości równoległej oceny w układzie funkcjonalnym, materiałów, surowców, półfabrykatów itp. oraz wyroby finalnego według kryterium logistycznej sprawności. Z przedstawionej analizy wynika że na proces pakowania wpływ mieć powinny wszystkie trzy elementy budowy wyrobu finalnego. Przy czym cechy i właściwości wyrobu finalnego, będą miały wpływ silny, zaś architektura wpływ średni – rysunek 8.



Rys. 8. Zakres wpływu produktu na procesy logistyczne w ujęciu towar/informacja

*Źródło: opracowanie własne.*

Samo opakowanie wpływa bezpośrednio na konkurencyjność, podnosząc wartość produktu. Główne cechy opakowań mające wpływ na wartość produktu to: atrakcyjność wizualna, funkcjonalność, wygoda użytkowania, ergonomicz-





















ność, bezpieczeństwo, komunikatywność, koszt, ekologiczność i prestiż<sup>218</sup>. Wyraźnie wyłania się w tym miejscu konkurencyjna rola opakowania, która w kontekście logistycznej sprawności produktu będzie odgrywać drugorzędne znaczenie nie z powodu jej ignorancji, ale z powodu konieczności zawężenia modelu do niezbędnego minimum.

Reszta procesów podlega wyraźnej polaryzacji zgodnie z logiką przewagi przepływu towaru w wybranych procesach (transport, magazynowanie pakowania) i przepływu informacji (zarządzanie zapasami, obsługa zamówień).

Zdaniem Bendkowskiego<sup>219</sup> optymalne rozwiązania logistyczne wymagają przestrzegania trzech podstawowych zasad logistycznych, tzn.: cały system i jego elementy składowe muszą być dostosowane do wielkości i częstotliwości przemieszczania materiałów, stopień integracji systemu powinien być jak najwyższy, a system powinien mieć minimalną liczbę wąskich gardeł oraz wykazywać się elastycznością, dlatego wydaje się rzeczą bezdyskusyjną, że powinien istnieć wpływ samego produktu na zaprezentowane postulaty. Przyjmując takie założenie należałoby w kolejnym kroku wskazać relacje pomiędzy zdefiniowanymi wcześniej wytycznymi DfL, dotyczącymi optymalizacji cech, właściwości i architektury, na poszczególne procesy logistyczne.

Kolejny model prezentuje wpływ wytycznych DfL na procesy logistyczne wynikające z funkcjonalnego podziału logistyki – tabela 8.

Tabela 8. Model wpływu wytycznych DfL na funkcjonalny podział logistyki

	Magazynowanie	Transport	Pakowanie	Obsługa zamówień	Zarządzanie zapasami
Optymalizacja cech					
Optymalizacja właściwości					
Optymalizacja Architektury produktu					
 – silne wsparcie danej wytycznej konkretnej fazy logistycznej;  – średnie wsparcie danej wytycznej konkretnej fazy logistycznej;  – słabe wsparcie danej wytycznej konkretnej fazy logistycznej.					

Źródło: opracowanie własne.

<sup>218</sup> Kucińska-Landwójtowicz A., Jurczyk-Bunkowska M., *Znaczenie innowacji w opakowaniach jednostkowych w podnoszeniu konkurencyjności wyrobów*, [w:] Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji T. 1.*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2015, ss. 88-89.

<sup>219</sup> Bendkowski J., *Logistyka produkcji procesowo zorientowanych heterogenicznych systemów produkcyjnych. W kierunku nowego paradygmatu*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie nr 70/2014, Gliwice, 2014, s. 48.

Zaprezentowany model jest ukierunkowany na przyporządkowanie konkretnym elementom budowy produktu konkretnym wytycznym DfL. Wynika z niego, że optymalizacja cech i właściwości będzie wspierać procesy związane z przepływem towaru, a więc transport, pakowanie i magazynowanie. Z kolei elementy budowy produktu, związane z architekturą, będą odpowiadać za sferę bliższą przepływowi informacji o produkcie. W dalszym ciągu standaryzacja i powiązana z nią modułowość posiada pośredni wpływ na prezentowane zagadnienia.

Wyraźnie wynika z niego, że optymalizacja cech i właściwości wspierać będzie procesy związane z przepływem towaru, a więc transport pakowanie i magazynowanie. Z kolei elementy budowy produktu, związane z architekturą odpowiadać będą za sferę bliższą przepływowi informacji o produkcie. Przesunięcie punktu rozdziału w kierunku rynku powinno stanowić ważne wyzwanie, które poprawiłoby w dużym stopniu skuteczność i efektywność obydwu procesów: zarządzania zapasami i obsługi zamówień. Jednakże, zakres wpływu cech, właściwości jest w tym przypadku poważnie ograniczony. Wynika to w zasadzie z celów stawianych przed obsługą zamówień oraz zarządzaniem zapasami. W zasadzie cechy produktu i właściwości produktu, w żaden sposób nie wpływają na procesy obsługi zamówień ani zarządzania zapasami. Jedynie architektura produktu (w sferze personalizacji, szerokości produktowej i asortymentowej może mieć wpływ na omawiane zjawisko.

Zaprezentowane modele sugerują, że produkt logistycznie sprawny odnosi się w zasadzie tylko i wyłącznie do punktu widzenia przedsiębiorstwa. Należy jednak zauważyć, że produkt logistycznie sprawny powinien być rozpatrywany pod kątem klienta ostatecznego – ostatecznego użytkownika wyrobu. Dla tego klienta względy logistyczne mogą być jednym z elementów determinujących zakup, choć należy przypuszczać, że będą one miały zdecydowanie mniejszy wpływ na decyzje zakupowe.

Przyjmując dychotomiczny podział motywacji zachowań nabywczych, zaprezentowany przez Pogorzelskiego<sup>220</sup>, na motywację utylitarną (wiązącą się z cechami funkcjonalnymi nabywanych produktów) oraz hedonistyczną (w której główną rolę odgrywają cechy niematerialne) można zauważyć, że problematyka produktu logistycznie sprawnego może zostać osadzona zarówno w jednej jak i w drugiej grupie. Nie oznacza to jednak, że przyjmie ona wtedy nadrzędną rolę w stosunku do innych uwarunkowań. Trudno bowiem sobie wyobrazić, że w motywacji utylitarnej ważniejsze od funkcji które występują w produkcie będą elementy ułatwiające logistykę. Oczywiście w przypadku produktów wielkogabarytowych kwestie logistyczne odgrywać będą kluczowe znaczenie, ale funkcjonalność produktu wydaje się w tym miejscu niepodważalnie ważniejsza. Podobnie wygląda sytuacja w przypadku zachowań hedonistycznych, w których element logistycznej sprawności nie będzie kluczowy.

---

<sup>220</sup> Pogorzelski J., *Pozycjonowanie produktu*, PWE, Warszawa, 2008, s. 62.

Analizując szerzej całą marketingową koncepcję produktu, należy zauważyć, że jeżeli klient kierować się będzie racjonalnym (użytkarnym) podejściem do procesu dokonywania zakupów, to powinien on dokonywać wyboru produktów, które zapewnią mu jak największą użyteczność<sup>221</sup>. Kontekst produktu logistycznie sprawnego ograniczać się będzie do takiego wkomponowania w produkt elementów logistycznych, aby dla użytkownika końcowego ułatwiały one procesy logistyczne znajdujące się po stronie klienta ostatecznego. Konsumentkie procesy logistyczne oprzeć można na funkcjonalnym podziale logistyki (aby zachować wspólny mianownik analizowanego zjawiska), choć z przyczyn oczywistych celowości lub zasadność konkretnych procesów logistycznych musi ulec zmianie – tabela 9.

Tabela 9. Różnorodność celów i zasadności procesów logistycznych w kontekstach konsumenta ostatecznego i przedsiębiorstwa produkcyjnego

<b>Funkcjonalny podział logistyki</b>	<b>Kontekst przedsiębiorstwa produkcyjnego</b>	<b>Konsumentki kontekst procesów logistycznych</b>
Pakowanie	Optymalne kosztowo i logistycznie opakowanie i proces pakowania	Opakowanie umożliwiające transport, magazynowanie i łatwą utylizację, brak procesu pakowania
Transport	Standardowe jednostki ładunkowe	Niestandardowe pojedynczej sztuki lub wielopaki, ułatwiony transport do gospodarstwa domowego
Magazynowanie	Standardowe jednostki ładunkowych przystosowane do różnego rodzaju infrastruktury magazynowej	Niestandardowe pojedyncze sztuki lub wielopaki, ułatwiające magazynowanie w gospodarstwie domowym
Obsługa zamówień	Zależna od modelu biznesowego, głównie nastawiona na klientów hurtowych, zawężenie asortymentów i standaryzacja	Związana głównie z procesem zakupu, im prościej tym lepiej, personalizacja, zasada 7W
Zarządzanie zapasami	Stabilność popytu, jakości i dostaw gwarantująca powtarzalne cykle zapotrzebowania – strategia stałej wielkości zamówienia oraz stałego terminu zamawiania – model Wilsona <sup>222</sup>	W zasadzie nie dotyczy

*Źródło: opracowanie własne.*

Po pierwsze, proces pakowania diametralnie różni się swoją kontekstowością w odniesieniu do przedsiębiorstwa i konsumenta z punktu widzenia logistycznej sprawności. Patrząc przez pryzmat przedsiębiorstwa produkcyjnego, proces pakowania jak i projekt samego opakowania, ma za zadanie zapewnić bezproblemowy przepływ produktu w sferze dystrybucji (omawiany jest tu tylko kontekst logistyczny).

<sup>221</sup> Smalec A., *Nabywca w procesie podejmowania decyzji zakupu*, [w:] Rosa G., Perenc J. (red.), *Zachowania nabywców*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, 2011, s. 158.

<sup>222</sup> Sarjusz-Wolski Z., *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa, 2000, s. 25.

Mokrzyszczak<sup>223</sup>, zwróciła uwagę na 6 podstawowych funkcji, które powinno pełnić opakowanie z punktu widzenia logistyki i zaliczyła do nich funkcje:

- ochronną (opakowanie ma za zadanie chronić towar, który w nim się znajduje w procesach transportu i magazynowania),
- magazynową (pozwalającą optymalizować proces magazynowania),
- transportową (pozwalającą optymalizować procesy transportu),
- manipulacyjną (pozwalającą optymalizować procesy ładunkowe),
- informacyjną (ułatwiająca identyfikację kluczowych informacji o towarze w całym łańcuchu logistycznym),
- utylizacyjną (środowiskowe znaczenie opakowania).

Zaprezentowany podział odnosi się tylko do punktu widzenia przedsiębiorstwa, które w ramach procesów dystrybucji oraz procesów logistyki zwrotów ma zapewnić produktom skuteczność i efektywność przepływu w całym kanale logistycznym. Takie podejście nie uwzględnia jednak zarówno obszarów logistyki zaopatrzenia i produkcji, jak i klienta ostatecznego.

Coraz częściej daje się zauważyć, że opakowanie zaczyna stanowić poważny problem dla klienta ostatecznego. Rzadko zdarza się bowiem, aby opakowanie wyrobu w równym stopniu ułatwiało procesy logistyczne przedsiębiorstwom jak i konsumentom, a jeszcze wyraźniej daje się to zauważyć w kontekście odpadów opakowaniowych pozostawających u klientów ostatecznych (ważny element logistyki zwrotów i utylizacji).

Analizowanie procesów transportu i magazynowania z punktu widzenia przedsiębiorstw daje podstawy do sformułowania tezy, że w zasadzie wszelkie działania wspomnianych firm zmierzają do standaryzacji jednostek ładunkowych, do najczęściej występujących w logistyce. Palety Euro, standardowe kontenery, naczepy, regały magazynowe i inne tego typu rozwiązania powodują, że kwestie transportu i magazynowania stanowią coraz większe wyzwanie dla projektantów. Jeśli odniesiemy te same procesy do klienta ostatecznego, to można zauważyć, że stosowanie rozwiązań ułatwiających transport lub magazynowanie zmierza raczej do zwielokrotnienia sprzedaży (np. wielopaki), aniżeli ułatwienia procesów transportu i magazynowania nabytych produktów przez klienta. Oznacza to, że kwestia logistyki z punktu widzenia klienta ostatecznego nie tworzy symetrii z rozwiązaniami z przemysłu.

Sfera obsługi zamówień, w przypadku przedsiębiorstw produkcyjnych, zmierza w kierunku standaryzacji i powtarzalności zleceń. W zasadzie idealne rozwiązanie, polegałoby na oferowaniu na rynku jednego produktu, bez możliwości jakiegokolwiek personalizacji, sprzedawanego w standardowych jednostkach ładunkowych w identycznych ilościach (co miałoby także niewątpliwie wpływ na kwestię zarządzania zapasami). Takie podejście gwarantowałoby nie tylko stabilność procesów obsługi zamówień, ale także mogłoby poprawić aspekty powiązane z jakością. Z punktu widzenia konsumenta ostatecznego, obsługa zamówień rozumiana jest jako proces zakupu produktu. Szybka realizacja procesu zakupu

---

<sup>223</sup> Mokrzyszczak H., *Logistyka. Podstawy procesów logistycznych...*, s. 157.

(obsługa klienta) staje się priorytetem opisywanych działań. Skoro omawiana kwestia dotyczy procesu zakupu, to bardzo trudno sobie wyobrazić, brak możliwości wyboru np. koloru produktu, który jest tak oczywisty z punktu widzenia klienta końcowego.

Ostatni proces to utrzymywanie zapasu na właściwym poziomie obsługi klienta (poziom obsługi klienta jest równoznaczny z prawdopodobieństwem pokrycia popytu w konkretnym okresie realizacji zamówień<sup>224</sup>) wiąże się z elastycznością i zwinnością procesów produkcyjnych bądź też z utrzymywaniem zapasów. Na elastyczność i zwinność procesów produkcyjnych z pewnością wpływ ma projekt samego produktu. Zatem metody projektowania wspomagającego wytwarzanie (DfM) oraz montaż (DfA) znajdują w tym miejscu swoje uzasadnienie. Jeśli elastyczność i zwinność nie jest strategicznym potencjałem przedsiębiorstwa pojawia się problem zarządzania zapasami, na który znaczny wpływ ponownie ma architektura produktu. Należy zauważyć, że architektura produktu jest elementem spajającym sferę zarządzania zapasami. Z punktu widzenia klienta zarządzanie zapasami jest w zasadzie nieistotne. Trudno sobie wyobrazić, że wybory konsumenckie w dużym stopniu uwzględniają sferę zarządzania zapasami nabywanych produktów w gospodarstwie domowym. Dlatego, należy uznać, że z punktu widzenia zarządzania zapasami konsumenta, ten aspekt produktu logistycznie sprawnego nie będzie odgrywała istotnej roli.

Zaprezentowane przemyślenia, pozwalają przejść do rozszerzenia pojęciowego określenia produktu logistycznie sprawnego o pojęcie logistycznej sprawności produktu. Sama koncepcja produktu logistycznie sprawnego bazuje na założeniu, że parametry produktu (cechy, właściwości, architektura) mają istotny wpływ na zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie<sup>225</sup>. Według przytoczonej na początku rozdziału, zmodyfikowanej definicji produktu logistycznie sprawnego widać, że zaprezentowana definicja pomijała przynajmniej trzy kluczowe aspekty:

- **pierwszy** wiąże się z problematyką informacji o przedmiocie przepływu (towarze), która stanowi inherentną część procesów logistycznych,
- **drugi** pomija samego klienta, jako odbiorcę i beneficjenta logistycznej sprawności produktu,
- **trzeci** dotyczy kontekstu w jakim będzie się mówić o produkcie logistycznie sprawnym.

Problem informacji o produktach, będących przedmiotami przepływu wiąże się w dużej mierze z systemami informacyjnymi, które w logistyce wspomagane są komputerowo. Bardzo trudno byłoby zbudować wizję wytycznych projektowania produktu, które miałyby za zadanie uwzględniać nowoczesne technologie identyfikacji towarowej np. RFID (Identyfikacja drogą radiową – *Radio-Frequency*

---

<sup>224</sup> Sarjusz-Wolski Z., *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*, dz. cyt., ss. 44-45.

<sup>225</sup> Bielecki M., Szymonik A., *The impact of logistics Security conditions on the logistical efficiency of the product*, Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering – Online supplement of the Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Fascicule 1, Jan-Mar 2015.

*Identification*) czy też NFC (Komunikacja bliskiego zasięgu – *Near Field Communication*). Rewolucja informatyczna i miniaturyzacja doprowadza do możliwości tworzenia tak małych nadajników, że w zasadzie nie ma konieczności specjalnego uwzględniania ich parametrów w konstrukcjach wyrobu.

Jeśli chodzi o drugi aspekt, Bielecki<sup>226</sup> w kolejnych modyfikacjach pojęciowych wskazywał także aspekt klienta, opisując produkt logistycznie sprawny jako towar posiadający zespół cech ułatwiających lub wspomagających zarządzanie logistyczne, przez co umożliwiające osiągnięcie konkretnych korzyści zarówno producentowi, jak i klientowi. Zwracano przy tym uwagę, że często osiągnięcie wspólnych korzyści przez klienta i przedsiębiorstwo będzie utrudnione lub nawet będzie rodzić swoisty konflikt interesów.

Trzeci kontekst, to uporządkowanie pojęciowe produktu logistycznie sprawnego, wymaga także określenia płaszczyzny, na której będzie się rozpatrywać omawiany problem. Chodzi tu ponownie o odnalezienie wspólnej sfery między przedsiębiorstwem a klientem. Jest to o tyle istotne, że interpretacja produktu logistycznie sprawnego może być odmienna z punktu widzenia przedsiębiorstwa, którego celem jest maksymalizacja określonych parametrów ekonomicznych, technologicznych itp. Inne zaś będzie podejście do aspektów logistycznych w produkcie z punktu widzenia klienta ostatecznego, nabywającego produkt finalny na rynku.

Podobnie jak opakowanie, które z punktu widzenia przedsiębiorstwa produkcyjnego odgrywa raczej role magazynowe, manipulacyjne, transportowe, ochronne czy też identyfikacyjne tak z punktu widzenia klienta przynosi ono wzmocnienie koncepcji produktu, zapewnienie jego bezpieczeństwa, zwiększenie wygody, minimalizację kosztów logistycznych lub wsparcie komunikacji marketingowej<sup>227</sup>.

Dokonując syntezy zaprezentowanych przemyśleń, produkt logistycznie sprawny należy zatem rozpatrywać w kilku płaszczyznach:

- 1) wykorzystania wytycznych DfL w samym produkcie,
- 2) parametrów produktu – fizycznej budowy produktu finalnego (cechy, właściwości, architektura produktu),
- 3) wpływu fizycznej budowy produktu finalnego oraz wytycznych DfL na fazowy i funkcjonalny kontekst logistyki,
- 4) korzyści wynikających z logistycznej sprawności produktu dla klienta ostatecznego i przedsiębiorstwa.

Rozpatrując zaprezentowane powyżej argumenty, można ustalić ostateczną definicję produktu logistycznie sprawnego. Produkt logistycznie sprawny definiowany będzie jako wyrób finalny (lub wyrób gotowy) posiadający konkretną architek-

---

<sup>226</sup> Bielecki M., 1/2013, *The influence of a logistically efficient product on the logistics of a manufacturing enterprise*, *Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International journal of engineering*, Tome XI, ss. 175-180.

<sup>227</sup> Kucińska-Landwójtowicz A., Jurczyk-Bunkowska M., *Znaczenie innowacji w opakowaniach jednostkowych w podnoszeniu konkurencyjności wyrobów*, [w:] Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji T. 1*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2015, s. 91.

ture, cechy i właściwości, które częściowo lub w całości uwzględniają aspekty logistyki i łańcucha dostaw, podnosząc skuteczność i efektywność procesów logistycznych w wybranych fazach na pierwszym poziomie funkcjonalnym (procesy transportu, magazynowania, pakowania, obsługi zamówień i zarządzania zapasami – np. podnoszenie skuteczności transportu w fazie dystrybucji), a także w ujęciu szerszym – poziom strategiczny, podnosząc skuteczność i efektywność całego łańcucha dostaw z nastawieniem na odbiór i ponowne zagospodarowanie żutych wyrobów finalnych w celu zaspokojenia różnorodnych potrzeb konsumentów. Sprowadza się ona zatem do realizacji założeń 5Ł (5E):

- łatwe zaopatrzenie (*Easy Purchase*),
- łatwa logistyka produkcji (*Easy Production Logistics*),
- łatwa dystrybucja (*Easy Distribution*),
- łatwy odbiór zużytych wyrobów z rynku i ponowne ich zagospodarowanie (*Easy Return of Waste Products from the Market and Reuse – Products or their Parts*),
- łatwość logistyki po stronie klienta (*Easy Consumer Logistics*).

PLS powinien wykazać się konkurencyjnością, którą można definiować przez elastyczność, jakość i niezawodność<sup>228</sup>. Z prezentowanej definicji za kwestię produktywności odpowiada z pewnością skuteczność i efektywność przepływu, ale elastyczność wiązać się już musi z punktem rozdziału (*decoupling point*). Jakość natomiast pozostaje odrębnym zagadnieniem, które w tej części prac badawczych nie będzie podlegało szerszym analizom. Ponadto, przytoczona definicja wymusza jeszcze pojęciowe określenie przynajmniej dwóch zagadnień, które uzupełniałyby prezentowaną koncepcję.

Pierwsza z nich, wiąże się z założeniem, że nie każdy produkt ma identyczne możliwości co do zmiany cech, właściwości bądź też architektury w równym stopniu. Oznacza to, że z powodów naturalnych (przeznaczenia, budowy, funkcjonalności, unormowanie prawne) powstaną ograniczenia w możliwości projektowania zmian wspomagających logistykę. Należy zatem podjąć próbę modelowego opisanie zjawiska podatności produktów.

Drugim elementem koniecznym do pojęciowego wyjaśnienia, bezpośrednio związanym z produktem logistycznie sprawnym jest koncepcja logistycznej sprawności produktu. Skoro produkt logistycznie sprawny będzie rozpatrywany w płaszczyźnie „logistyczności” fizycznego produktu finalnego, to logistyczna sprawność produktu powinna stać się koncepcją łączącą sposób podejścia do projektowania cech, właściwości i architektury produktu finalnego pod kątem ich wpływu na skuteczność i efektywność logistyczną, fizycznego produktu w łańcuchu dostaw, a także uwzględniającą aspekt klienta końcowego.

---

<sup>228</sup> Lis S., Santarek K., Strzelczak S., *Organizacja elastycznych systemów produkcyjnych*, PWN, Warszawa, 1994, ss. 16-17.

## 2. Logistyczna sprawność produktu

Sam wyrób stanowi ważny element całej koncepcji projektowania wspomagającego logistykę. Istnieje bowiem cała gama zróżnicowanych wyrobów, które chcąc nie chcąc podlegają procesom logistycznym i póki nie pojawi się rozwiązanie, które będzie fizycznie przemieszczać produkty z punktu A do punktu B w ciągu kilku sekund lub minuty, to problematyka logistyki, inżynierii logistycznej i łańcucha dostaw będzie ciągle aktualna <sup>229</sup>.

Z obserwacji praktyki przemysłowej wynika, że niejednokrotnie systemy logistyczne muszą być w mniejszym lub większym zakresie przystosowywane do konkretnych produktów. Jest to efektem wielu uwarunkowań. Jednym z nich jest fakt braku istotnego wpływu punktów łańcuchów dostaw na możliwości dokonywania zmian w produktach, innym, że logistyka traktowana jest raczej jako źródło kosztów aniżeli, jako działanie przynoszące konkretne wartości, a jeszcze innym, fakt wybrania takiego czy innego modelu biznesowego współpracujących w ramach łańcucha dostaw przedsiębiorstw. Daje się jednak zauważyć, że coraz częściej tendencje przedsiębiorstw co do zauważania i dokonywania niezbędnych zmian w produktach, które sprzyjają nie tylko klientowi, ale także i konkretnym, funkcjonalnym obszarom organizacji, staje się odwrotna. Ta odwrotność polega na tym, że poprzez zmiany i modyfikacje koncepcji, architektury, cech i właściwości produktów, przedsiębiorstwa próbują wdrażać procesy wytwórcze, montażu lub spełniać wymogi prawne (jak choćby zagadnienie stosowania rozwiązań zapewniających bezpieczeństwo użytkownika) itp. Oczywiście jest to efektem coraz większej konsumpcji, personalizacji produktów, ich zaawansowania technologicznego i nieubłaganej ekonomii, która musi w bilansie ostatecznym przynieść wynik dodatni przede wszystkim dla organizacji, ale byłoby dobrze, aby także i dla klienta ostatecznego.

To, z jakim produktem przedsiębiorstwo ma do czynienia jest więc istotną kwestią, która podlegać powinna głębokiej analizie i ocenie. Aby można było rozpatrywać kwestie logistycznej sprawności produktu, a także jego podatności z punktu widzenia logistyki, należałoby usystematyzować dotychczasową wiedzę dotyczącą wpływu produktu na procesy logistyczne, określić uwarunkowania produktu logistycznie sprawnego, a także zdefiniować podatność produktową w kontekście logistyki.

---

<sup>229</sup> Oczywiście może pojawi się w przyszłości koncepcja SMDD – *Single Minute Delivery or Die* dostarczająca surowiec, materiał, półwyrób, część lub cały wyrób w całym łańcuchu dostaw w jednocyfrowym, sekundowym lub minutowym wymiarze czasu – w swoim założeniu bazująca na pochodzącej z lat 80. ubiegłego wieku koncepcji SMED – *Single Minute Exchange or Die*, ale póki co, fizyczne przemieszczanie, magazynowanie, pakowanie, zarządzanie zapasami i obsługa zamówień wykorzystujące dostępną infrastrukturę w dalszym ciągu będzie ważnym elementem konkurencyjności przedsiębiorstw – Koncepcja SMED jest w wielu miejscach poruszana w *Kompendium wiedzy, Inżynierii Produkcji* – Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy ...*, dz. cyt., ss. 118, 124, 125, 129.



## 2.1. Podatność projektowa wyrobu w kontekście produktu logistycznie sprawnego

Ostateczny wyrób przemysłowy (jeden z elementów wektora wyjścia uogólnionego modelu systemu produkcyjnego<sup>230</sup>) musi spełniać szereg wymagań. Na jego podstawie tworzyć można rozmaite warianty projektowania struktury wytwarzania, czy też montażu, wykorzystując do tego celu np. formalny opis projektowania<sup>231</sup>. Wyrób gotowy jako część logistyki i łańcucha dostaw, podlega fizycznym przepływom od strefy pozyskania surowca, aż po strefę powrotu produktu z rynku w celu jego powtórnego zagospodarowania lub jego utylizacji. Aby można było podjąć próbę analizy wpływu samego produktu na logistykę, a w szerszym kontekście na łańcuch dostaw, należałoby zaprezentować pewne uogólnione podejście do prezentowanego zagadnienia.

W tym miejscu należałoby także przypomnieć, że rozpatrywane w ramach prezentowanego opracowania wyroby odnoszą się tylko do pewnej specyficznej grupy dóbr. Wynika to z założenia, że rozpatrywanie omawianego zjawiska jest na tyle szerokie i wielowątkowe, że należałoby rozpocząć próbę jego analizowania od możliwie najprostszych wyrobów złożonych. Na tej podstawie dokonano zdefiniowania warunków brzegowych w następujących obszarach:

- **logistycznym,**
- **produkcyjnym,**
- **towarowym.**

Obszary te, pozwalają zawęzić i dobrać grupę analizowanych wyrobów oraz uczynić przedstawione przemyślenia adekwatne do przedmiotu badań.

Przyjmując pojęcie logistyki stosowanej, (definiowanej jako dziedzina obejmująca wiedzę i umiejętności konieczne do kształtowania racjonalnych strumieni materiałów i informacji we właściwym otoczeniu techniczno-organizacyjnym<sup>232</sup>) jako główne motto prac projektantów wyrobów, sformułować można **założenia logistyczne** koncentrujące się na pragmatycznym kontekście logistyki. Badaniami, analizami oraz prezentowanymi modelami, objęte powinny zostać realne wyroby finalne, podlegające racjonalnym, efektywnym i skutecznym przepływom. Zdefiniowano założenia doboru wspomnianych wyrobów finalnych, które:

- stanowią pojedynczo jednostkę transportowo-magazynową lub pozwalają utworzyć z wielu pojedynczych wyrobów, jednostkę transportowo-magazynową, możliwą do transportowania i magazynowania na palecie Euro lub innych, pokrewnych, niestandardowych rodzajach palet;

---

<sup>230</sup> Durlik I., *Inżynieria zarządzania ...*, dz. cyt., s. 45.

<sup>231</sup> Duda J., *Formalny opis projektowania struktury systemu wytwarzania*, [w:] Knosala R. (red.) *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji. T. 1*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2017, ss. 723-733

<sup>232</sup> Bendkowski J., Kramarz M., *Logistyka stosowana. Metody, techniki, analizy, cz. 1*, Politechnika Śląska, Gliwice, 2011, ss. 15-16.

- mają opakowania pojedynczych wyrobów lub wielu pojedynczych wyrobów (dopuszcza się nieposiadanie opakowań o ile cechy, właściwości i struktura produktu na to pozwala<sup>233</sup>);
- pozwalają tworzyć z pojedynczych wyrobów lub z wielu pojedynczych wyrobów zapasy, możliwe do magazynowania na palecie Euro lub innych, pokrewnych, niestandardowych rodzajach palet,
- wymagają prostego lub złożonego procesu obsługi zamówień (dotyczy to produktów występujących zarówno pojedynczo, jak i w grupach asortymentowych).

**Założenia produkcyjne** bazują na podziale przedstawionym przez Durlika<sup>234</sup>, ogólnie zwanym klasyfikacją i charakterystyką przemysłowych procesów wytwórczych. Ponieważ specyfika procesów wytwórczych, odgrywa istotną rolę także w procesach logistycznych, to zdecydowano się zawęzić zakres monografii do wyrobów, które mają następującą charakterystykę produkcyjną:

- są efektem procesów dyskretnych (wg kryterium ciągłości i przebiegu w czasie – elastyczne grupy, logicznie uwarunkowanych operacji w przestrzeni i czasie, charakteryzujące się zmienną strukturą produktową i asortymentową przystosowaną do charakterystyki jakościowo-ilościowej wytwarzanych wyrobów – wyłączone z tej grupy procesy ciągłe),
- należą do przynajmniej jednej grupy procesów: przetwórczych, obróbkowych, montażowych (podział według zastosowanych technologii – wyłączone z tej grupy procesy wydobywcze, naturalne oraz biotechnologiczne),
- stanowią zarówno procesy proste jak i złożone (według podziału procesów produkcyjnych w kontekście cech organizacyjnych),
- mogą być procesami ręcznymi, maszynowymi, automatyzowanymi lub wspomagany komputerowo (według podziału procesów produkcyjnych bazującego na zastosowanych środkach pracy – wyłączone z tej grupy procesy aparaturowe).

**Założenia towarowe** w zasadzie eliminujące specyficzne gałęzie przemysłu, np. paliwowo-energetyczne, metalurgiczne, chemiczne, spożywcze, lekkie itp., oraz zawężające badane produkty jako typowe dobra konsumpcyjne (przeznaczone dla finalnego konsumenta, którym może być każde gospodarstwo domowe).

Zaprezentowane założenia są bardzo istotne z punktu widzenia prezentowanego opracowania. Pozwalają one wykluczyć szereg wyrobów gotowych lub finalnych, których specyfika uniemożliwiłaby stworzenie modelu. Powala to wyłączyć z badanej grupy towary sypkie, ciecze, spożywcze itp. dla których część z prezentowanych w pracy założeń nie miałaby sensu.

---

<sup>233</sup> Chodzi o sytuację, w której brak opakowania jest efektem logistycznej ignorancji wytwórcy, nie zaś przemyślanym i przeanalizowanym działaniem przedsiębiorstwa produkcyjnego.

<sup>234</sup> Durlik I., *Inżynieria zarządzania ...*, dz. cyt., ss. 67-71.

Każdy, dobrany według wyżej przedstawionych założeń produkt posiada swoje cechy, właściwości i architekturę. Internetowy Słownik Języka Polskiego określa cechę jako „element odróżniający lub charakteryzujący istoty żywe lub przedmioty, ich czynności i stany oraz zjawiska”<sup>235</sup>, zaś właściwość definiuje jako „to co jest charakterystyczne dla danej osoby lub rzeczy”<sup>236</sup>. Bogdanowicz<sup>237</sup> dokonał podziału cech („niesamodzielnymi składnikami istoty i/lub rzeczy, dających się w niej wyróżnić tylko w drodze analizy myślowej”) na naturalne i nabyte, istotne i nieistotne, mierzalne i niemierzalne itp., zaś definicję właściwości poszerzył o podział na właściwości fizyczne, chemiczne i psychiczne. Cechy naturalne będą stanowić element odróżniający, który nie podlegał jakimkolwiek zmianom lub modyfikacjom. Z kolei cechy nabyte, to te, które dołączają do wyrobu w procesie jego wytwarzania, przetwarzania itp., a więc zostały już zmodyfikowane. Należy jednak zauważyć, że wynikać to będzie z dwóch podstawowych elementów: oczekiwanego efektu związanego z nabywaniem danej cechy oraz oczekiwaniami klienta, co do nabywanej cechy. W tym wypadku elastyczność będzie stanowić wypadkową między oczekiwaniami nabywcy a możliwościami wytwórczymi producenta.

Chemiczne podejście do rozróżnienia cech i właściwości sprowadza się do wyróżnienia właściwości fizycznych substancji oraz właściwości chemicznych. Pauling L. i Pauling P., w podręczniku do chemii<sup>238</sup> definiują właściwości jako cechy charakterystyczne. Właściwości fizyczne, zdaniem autorów, są to takie właściwości, które obserwuje się bez dokonywania przemiany jednej substancji w drugą, zaś właściwości chemiczne substancji to takie cechy, które uwidaczniają się podczas reakcji chemicznych. Z zaprezentowanej definicji widać, że właściwości stanowią zatem specyficzne cechy, które można zaobserwować podczas wpływu konkretnych czynników na daną rzecz.

Z kolei problem właściwości (własności) w nieco bardziej złożony sposób został zaprezentowany w obszarach materiałoznawstwa oraz towaroznawstwa. Dobrzański<sup>239</sup> zauważa, że mnogość obecnie dostępnych materiałów wymusza na projektantach wielokryterialną optymalizację opierającą się właśnie na własnościach (właściwościach)<sup>240</sup> materiałów. Wśród podstawowych kryteriów doboru materiału wyróżnił: ogólne, mechaniczne, cieplne, związane ze zużyciem czy też korozją. W innej pozycji<sup>241</sup>, ten sam autor, poszerzył wspomnianą wcześniej grupę właściwości materiałów o właściwości elektryczne, jądrowe, chemiczne i techno-

---

<sup>235</sup> <https://sjp.pwn.pl/szukaj/cecha.html> z dnia 21.02.2018.

<sup>236</sup> <https://sjp.pwn.pl/szukaj/cecha.html> z dnia 21.02.2018.

<sup>237</sup> Bogdanowicz S., *Podatność. Teorie i zastosowanie w transporcie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2012, ss. 14-15.

<sup>238</sup> Pauling L., Pauling P., *Chemia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1998, ss. 22-23.

<sup>239</sup> Dobrzański L.A., *Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne (WNT), Warszawa, 2006, ss. 100-102.

<sup>240</sup> Tamże, ss. 1595.

<sup>241</sup> Dobrzański L.A., *Metalowe materiały inżynierskie*, Warszawa, 2004, ss. 26-27.

logiczne wskazując także zastosowanie konkretnych własności w danych branżach przemysłu. Zaprezentowane przez Dobrzańskiego podejście bazuje na fakcie odniesienia własności materiałów do konkretnych eksperymentów, testów lub reakcji – np. własności mechaniczne materiału wiążane są przez autora z reakcją materiału na obciążenie lub odkształcanie<sup>242</sup>.

Zależność między strukturą, własnością (właściwością) materiałów a procesem zaprezentował np. Blicharski<sup>243</sup>. Zdefiniował on strukturę materiału na poziomie atomów i ich rozmieszczenia w przestrzeni. Z kolei, właściwości materiałów określone zostały jako zachowanie się struktury w warunkach poddawania jej określonym obciążeniom. Dopiero pełna wiedza na temat struktury i własności materiałów pozwala modyfikować konkretny materiał poprzez procesy wytwarzania. Szucki<sup>244</sup> stwierdza wyraźnie, że złożona struktura materiałów wpływa wyraźnie na ich właściwości (w szczególności mechaniczne, cieplne, elektryczne, magnetyczne)<sup>245</sup>. Ashby oraz Jones w klasach własności materiałów wskazali własności: ekonomiczne (cena i dostępność), mechaniczne, niemechaniczne (cieplne, optyczne, magnetyczne i elektryczne), powierzchniowe (utlenianie, korozja, tarcie itp.), produkcyjne (łatwe do wytwarzania, łączenia wytwarzania) i estetyczne (wygląd, faktura, odczucie)<sup>246</sup>. Szczególnie ciekawie zostało zaprezentowane przez autorów zestawienie najdroższych materiałów z ich cenami z roku 1980 – tabelę rozpoczynają najdroższe diamenty, platyna i złoto, a kończą ropa naftowa, węgiel i cement. Autorzy zwracają też uwagę na kwestie dostępności materiałów, które z punktu widzenia logistyki mogą być szczególnie istotne<sup>247</sup>. Właściwe zdefiniowanie **cech** i **właściwości** jest konieczne do budowy modelu logistycznej sprawności produktu.

Same produkty posiadają konkretną typologię i strukturę. Inżynieria Produkcji – Kompendium wiedzy<sup>248</sup> dzieli wyroby na proste i złożone. Do wyrobów prostych zalicza znormalizowane części, zunifikowane części oraz części oryginalne, produkowane według specjalnie przygotowanej przez producenta dokumentacji konstrukcyjno-technologicznej. Wyrób złożony posiada w swojej specyfikacji przynajmniej dwa wyroby proste, które są ze sobą połączone za sprawą połączeń rozłącznych (np. śrubowych) lub stałych (zgrzewanie). Dokonując podziału wyrobów złożonych ze względu na ich stopień gotowości, wyróżnia się: półwyroby (niewykończone wyroby wymagające dalszej obróbki w przedsiębiorstwie), wyroby gotowe (z punktu widzenia przedsiębiorstwa produkcyjnego określane mianem wyrobów finalnych, natomiast z punktu widzenia łańcucha dostaw mogące

---

<sup>242</sup> Dobrzański L.A., *Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe*, dz. cyt., ss. 101.

<sup>243</sup> Blicharski M., *Wstęp do inżynierii materiałowej*, WNT, Warszawa, 2006, ss. 18-19.

<sup>244</sup> Szucki T., *Inżynieria materiałowa*, OWPW, Warszawa, 1999, s. 7.

<sup>245</sup> Tamże. ss. 9-33.

<sup>246</sup> Ashby M., Jones D., *Engineering materials 1. An Introduction to their Properties and Applications*, International Series on Materials Science and Technology, Vol. 34, s. 2.

<sup>247</sup> Tamże. ss. 14-15, 18-20.

<sup>248</sup> Santarek K., Skołod B., Kosieradzka A., *Organizacja i zarządzanie produkcją oraz usługami*, [w:] Knosala R. (red.), *Inżynieria Produkcji. Kompendium wiedzy*, dz. cyt., ss. 30-31.

być półwyrobami dla kolejnego ogniwa łańcucha dostaw) oraz wyroby finalne (wynik procesu produkcyjnego przedsiębiorstwa). Złożoność wyrobu będzie nazywana w dalszej części pracy **architekturą produktu** – *product architecture*.

Powołując się na Urlicha<sup>249</sup>, architektura produktu ma kluczowe znaczenie dla rozpatrywanego zjawiska. Nieformalnie wg wspomnianego autora, architektura produktu definiowana jest jako schemat przez który funkcje produktu znajdują swoje odzworowanie w fizycznych jego komponentach<sup>250</sup>. Wskazuje on na trzy podstawowe właściwości architektury produktu, tzn. układ elementów funkcjonalnych, odzwierciedlenie elementów funkcjonalnych w konkretnych komponentach produktu oraz zdefiniowanie specyfikacji połączeń wśród współdziałających komponentów. Ten sam autor wyróżnia dwa rodzaje typologii architektury produktu, wyróżniając architekturę modułową oraz architekturę integralną<sup>251</sup>. Pierwsza z nich opiera się na przekształcaniu konkretnego elementu funkcjonalnego, w układzie jeden do jednego, na konkretne rozwiązanie projektowe w wyrobie, tworzenie z nich modułów i łączenie we względną całość. Drugi typ, integralny obejmuje nie tylko zmapowanie elementu funkcjonalnego do konkretnego rozwiązania, ale także uwzględnia i inne rozwiązania oraz relacje pomiędzy nimi (chęć uchwycenia wszystkich elementów jako zintegrowanego systemu).

Można zatem przyjąć, że architektura produktu jako między innymi stopień jego złożoności, a więc liczba oraz sposób wykorzystania i zastosowania w produkcji surowców, półproduktów, wyrobów gotowych stanowią powiny czynniki, które z punktu widzenia produktu mogą wpływać na logistykę. Należy jednak zauważyć, że sam produkt wstępnie powstaje na bazie marketingowych działań oceniających rynek. Oznacza to, że oczekiwania klientów płynące z badań rynkowych wpływają na funkcje wspomniane przez Urlicha, a te z kolei stanowią bazę do stworzenia modułowej bądź integralnej architektury produktu.

W tym miejscu następuje działanie projektanta, który w ramach koncepcji projektowania wspomagającego doskonałość – DFX prezentuje konkretne rozwiązania projektowe uwzględniające potrzeby nie tylko klienta, ale także i organizacji. Architektura produktu będzie miała także swoje odzwierciedlenie w parametrach logistycznych produktu.

Z punktu widzenia logistyki i łańcucha dostaw zaprezentowane podziały wymagają pewnego uzupełnienia. Po pierwsze, zaprezentowane definicje pomijają surowce lub włączają je do wspólnej grupy z materiałami i półproduktami, które w kontekście zarządzania produkcją nie mogą występować na tym samym poziomie, jak w przypadku kontekstu łańcucha dostaw. Surowce, a więc materiały naturalnego pochodzenia zwierzęcego, roślinnego lub mineralnego, służącego do wytwarzania jakichś produktów lub energii<sup>252</sup>, są istotnym elementem przepływu

---

<sup>249</sup> Urlich K., *The role of product architecture in the manufacturing firm*, Research Policy, Vol. 24, 1995, ss. 419-441.

<sup>250</sup> Stanowi to doskonały przykład przełożenia wymagań klienta na konkretne funkcje co z kolei determinuje złożoność (strukturę) wyrobu.

<sup>251</sup> Urlich K., *The role of product architecture in the manufacturing firm*, ..., dz. cyt., s. 422.

<sup>252</sup> <https://sjp.pwn.pl/slowniki/surowce.html> z dnia 13 lutego 2018 roku.

w całym łańcuchu dostaw. Po drugie, nazwanie wyrobem finalnym wyniku procesu produkcyjnego przedsiębiorstwa, który z punktu widzenia łańcucha dostaw staje się półproduktem, wprowadza już nieco zamieszania. Wyrób finalny, jest także wyrobem gotowym, a więc w aspekcie łańcucha dostaw, także wymagałoby to rozróżnienia.

Takie podejście uzasadnione jest faktem wpływu złożoności produktu na każdą fazę logistyczną (zaopatrzenie, produkcja, dystrybucja, zwrot z rynku i utylizacja). Można to wytłumaczyć tym, że mniej złożony produkt może pomijać dane fazy logistyczne (np. wyrobem finalnym może być surowiec lub półprodukt), a także wymaga mniejszego zaangażowania poszczególnych procesów logistycznych (transportu, magazynowania, pakowania, obsługi zamówień, zarządzania zapasami). Należy także zauważyć, że w ramach coraz częściej omawianej koncepcji logistyki odzysku oraz wspomnianych już komunikatów Unii Europejskiej „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym”<sup>253</sup> należałoby wprowadzić jeszcze jedno pojęcie – zużytego wyrobu finalnego. Jest to o tyle istotne, że kryterium odzyskiwania z rynku towarów zużytych wydaje się być bardzo istotnym elementem uzupełniającym łańcuchy dostaw przyszłości. Na bazie zaprezentowanych przemysłań wprowadzono następujący podział dóbr podlegających przepływowi w procesie przemieszczania się wyrobu od pozyskania surowca do wyrobu finalnego trafiającego do klienta końcowego:

- **surowce** (podobnie jak w definicji SJP, podlegające dalszym operacjom technologicznym),
- **półprodukty-materiały** (przetworzone surowce, podlegające dalszym operacjom technologicznym),
- **wyroby gotowe** (wyniki procesów produkcyjnych przedsiębiorstw nie podlegające dalszym operacjom technologicznym poza operacją montażu i mogące stać się samodzielny produktem oferowanym na rynku),
- **wyroby finalne** (wyniki procesów produkcyjnych przedsiębiorstw będące ostateczną formą produktu – niepodlegające już konieczności poddawania go żadnym procesom i operacjom technologicznym w przedsiębiorstwach – trafiająca do klienta końcowego),
- **zużyte bądź zepsute wyroby finalne** (produkty podlegające procesom logistyki zwrotów i utylizacji)<sup>254</sup>.

Jeśli chodzi o surowce, półprodukty i materiały to największe znaczenie będą one miały dla sfery zaopatrzenia, a także w sposób pośredni dla sfery produkcji (tabela 10). To właśnie działy zakupów (zaopatrzenia) precyzyjnie muszą zapewnić, według logistycznej zasady „7W”, fazie produkcji właściwe dobra, aby zachować jej ciągłość i płynność. Półprodukty i materiały mogą podlegać także fazie











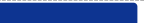
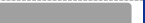








---




<sup>253</sup> Komunikat komisji do parlamentu europejskiego, rady, europejskiego komitetu ekonomiczno-społecznego i komitetu regionów, *Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów” dla Europy ...*, dz. cyt.

<sup>254</sup> Podział nawiązuje także do opracowania Brzezińskiego w którym wyrób dzielony jest na półwyrób, wyrób gotowy oraz wyrób finalny – Brzeziński M. (red.), *Organizacja i sterowanie produkcją*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa, 2002, ss. 24-25.

dystrybucji, jeśli stają się częściami zamiennymi trafiającymi na rynek. Z racji swojej specyfiki, wyroby gotowe największe oddziaływanie mają na sferę dystrybucji, choć dla innych przedsiębiorstw stać się mogą produktem wsadowym do procesu wytwórczego.

Tabela 10. Relacje pomiędzy rodzajem dóbr podlegających przepływowi a fazowym ujęciem logistyki

Dobro podlegające przepływowi	Fazy logistyczne			
	Zaopatrzenie	Produkcja	Dystrybucja	Zwroty i utylizacja
Surowce				
Półprodukty - materiały				
Wyroby gotowe				
Wyroby finalne				
Zużyte (zepsute) wyroby finalne/gotowe				

 – silne oddziaływania dobra na fazę logistyki  
 – średnie oddziaływania dobra na fazę logistyki  
 – słabe oddziaływania dobra na fazę logistyki

Źródło: opracowanie własne.

Z tego powodu wpływ mają one także na sferę zaopatrzenia oraz produkcji dla innych przedsiębiorstw produkcyjnych. Z kolei wyroby finalne, będą wywierając silną relację na sferę dystrybucji, zaś zużyte, zepsute wyroby finalne/gotowe, w myśl zasad gospodarki opartej o recykulację, stanowią ważny fragment logistyki zwrotów i utylizacji<sup>255</sup>. Także, poprzez recykling stać się mogą towarem zasilającym zaopatrzenie i produkcję – w przypadku zwrotów – redystrybuowanym – w ramach logistyki dystrybucji.

Odnosząc to do podziału wyrobów na proste i złożone (architekturę produktu), należy zauważyć, że z punktu widzenia logistyki i łańcucha dostaw, wyroby proste i złożone przechodząc będą proces przepływu i transformacji od surowców, półproduktów oraz wyrobów gotowych po produkty finalne w mniej lub bardziej rozbudowanej formie. Ich cykl życia zakończy się na zużytych (ewentualnie zepsutych) wyrobach finalnych i podlegać będzie logistyce zwrotnej i utylizacji.

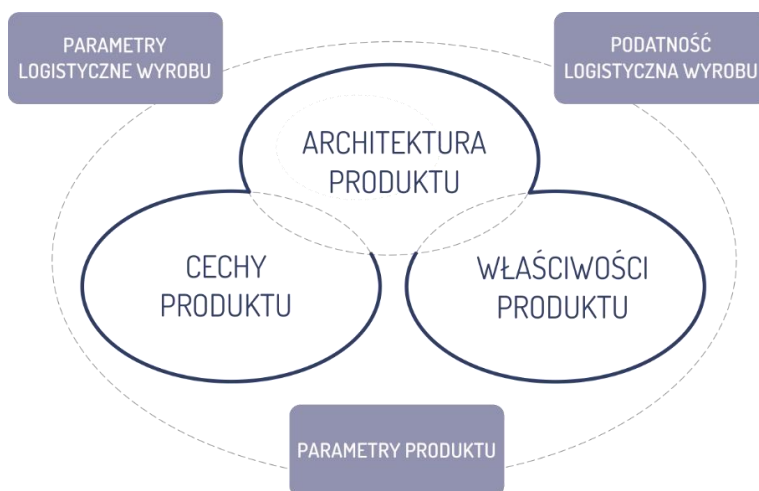
Wyroby proste mogą przyjąć formę wyrobu finalnego jako materiały lub półprodukty – w wersji najbardziej skróconej w aspekcie łańcucha dostaw (fazowego podziału logistyki), a produkty złożone w skrajnej formie będą wykorzystywać wszystkie fazy i procesy logistyczne. Można zatem założyć, że mniejsza złożoność produktu będzie powodować większą jego skuteczność i efektywność w procesach

<sup>255</sup> Warto zwrócić uwagę, że nie wszyscy autorzy umieszczają logistykę utylizacji i zwrotów jako część logistyki przedsiębiorstwa np. model obszarów logistyki w przedsiębiorstwie zaproponowany przez Bendkowskiego – Bendkowski J., *Projektowanie procesów i operacji logistycznych – wybrane problemy*, Zeszyty naukowe. Organizacja i zarządzanie, zeszyt 101, Politechnika Śląska, Gliwice, 2017, s. 35.

logistycznych oraz w ramach łańcuchów dostaw. Spowodowane jest to faktem dostosowywania systemu logistycznego do pewnych standardowych rozwiązań. Podobnie jak w przypadku produkcji masowej, czyni to logistyczne rozwiązania infrastrukturalne i organizacyjne wysoce wyspecjalizowanymi, ograniczając liczbę niezbędnych procesów (jednocześnie pozbawiając je elastyczności).

Nie tylko złożoności produktu, ale także fazowe i funkcjonalne podejście do problematyki logistyki i łańcucha dostaw, pozwoliło poza cechami i właściwościami produktu, wyodrębnić pojęciowo architekturę (strukturę).

Obserwacja dostępnych na rynku produktów coraz częściej pozwala zauważyć, że pomiędzy potrzebami klienta a potrzebami organizacji zaczyna zacierać się przewaga marketingowej opcji. Zaprezentowane argumenty wyraźnie pozwalają zauważyć, że w zasadzie architektura produktu będzie miała wpływ zarówno na parametry logistyczne wyrobu, jak i na jego podatność logistyczną – rysunek 9.



Rys. 9. Relacje pomiędzy cechami, właściwościami i architekturą wyrobu

*Źródło: opracowanie własne.*

Rola parametrów produktu w logistyce wydaje się więc kluczowa. Zarówno parametry logistyczne wyrobu, jak i podatność logistyczna stanowią ważny element koncepcji logistycznej sprawności produktu.

Dokonując próby usystematyzowania pojęcia podatności w logistyce, należy przyjąć, że każdy produkt finalny podlegający procesom logistycznym jest na nie w większym lub mniejszym stopniu podatny. Podatność tę należy rozumieć z dwóch punktów widzenia.

Pierwszy punkt widzenia mówi o produkcie już istniejącym i ogranicza się w zasadzie do analizy i oceny stopnia takiej podatności.

Drugi punkt widzenia, wkraczający szerzej w aspekty inżynierii („twórczości technicznej, której wynikiem jest obiekt technologia lub zmiana stanu środowi-



ska”<sup>256</sup> lub działalności polegającej na projektowaniu, konstruowaniu, modyfikowaniu i utrzymywaniu efektywnych kosztowo rozwiązań dla praktycznych problemów z wykorzystaniem wiedzy naukowej oraz technicznej), zwraca uwagę na potencjał produktu, możliwości jego rozwoju i modyfikacji lub też projektowania od nowa.

Aby jednak obydwie punkty widzenia mogły znaleźć swoją szerszą charakterystykę, należałoby w pierwszej kolejności podjąć próbę ogólnego zdefiniowania podatności.

Pojęcie podatności opisane jest w internetowym słowniku języka polskiego PWN jako łatwość ulegania czemuś<sup>257</sup>. W tym samym miejscu można znaleźć encyklopedyczne znaczenie słowa podatność. Pod hasłem podatność znaleźć można głównie definicje związane z aspektami fizycznymi (podatność magnetyczna – zdolność substancji do jej zmian pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego, podatność akustyczna – charakteryzująca właściwości fizyczne ośrodka akustycznego, podatność elektryczna – zdolność ośrodka do polaryzacji pod wpływem zewnętrznego pola elektrycznego). Słownik synonimów<sup>258</sup> podaje, że podatność wyrażać można trzema synonimami: wrażliwość, predyspozycja i skłonność, a ich angielskimi odpowiednikami są *vulnerability* i *susceptibility*. Z kolei, antonimem słowa podatność może być odporność, wytrzymałość<sup>259</sup>.

Analizując definicję, zauważyć można, że podatności to łatwość, zdolność lub skłonność obiektu do czegoś, a w związku z tym towarzyszyć jej będą:

- podatny obiekt – wyrób finalny lub wyrób gotowy (ten, który ma łatwość, zdolność lub skłonność),
- środowisko wpływające na podatny obiekt (zespół czynników, co, do których podatny obiekt ma łatwość, zdolność lub skłonność),
- reakcja wynikająca z tego wpływu (podatny obiekt ma łatwość lub jest skłonny, zdolny absorbować wpływ),
- uwarunkowania jednego i drugiego (cechy i właściwości podatnego obiektu oraz uwarunkowania środowiska wpływającego na podatny obiekt),
- relacje między podatnym obiektem a środowiskiem wpływającym na podatny obiekt.

Wśród definicji bliskoznacznych pojęciu podatności lub przeciwstawnych znaleźć można pojęcia wrażliwości, odporności i wytrzymałości. W słowniku języka polskiego PWN, pod pojęciem wrażliwość<sup>260</sup> kryje się definicja zdolności do przeżywania wrażeń lub emocji, zdolności organizmu do reakcji na bodźce czy też wrażliwość definiowana jest jako brak odporności. Odporność<sup>261</sup> definiowana

---

<sup>256</sup> <https://encyklopedia.pwn.pl/szukaj/inzynieria.html> z dnia 23.02.2018.

<sup>257</sup> <https://sjp.pwn.pl/slowniki/podatnosc.html> z dnia 21.02.2018.

<sup>258</sup> <https://www.synonimy.pl/synonim/podatnosc> z dnia 21.02.2018.

<sup>259</sup> <http://antonimy.net/antonim/podatnosc> z dnia 21.02.2018.

<sup>260</sup> <https://sjp.pwn.pl/szukaj/wrazliwosc.html> z dnia 21.02.2018.

<sup>261</sup> <https://sjp.pwn.pl/szukaj/odporność.html> z dnia 21.02.2018.

jest jako niewrażliwość na bodźce fizyczne czy też moralne, lub nieuleganie zakaze-  
niom różnorodnego pochodzenia. Wytrzymałość<sup>262</sup> w kontekście rzeczy odnosi się  
do odporności na działanie czynników fizycznych.

Układ relacji pomiędzy podatnością, wrażliwością, odpornością i wytrzyma-  
łością jest istotny z punktu widzenia prezentowanej monografii. Należałoby  
odnieć wspomniane pojęcia do kontekstu pracy, a więc w pierwszej kolej-  
ności do pojęcia podatności logistycznej, a następnie do produktu logistycznie  
sprawnego.

Najłatwiej można opisać wytrzymałość. Stanowi ona właściwość fizyczną  
produktu finalnego, świadcząca o jego odporności na działające czynniki ze-  
wnętrzne. Wytrzymałość traktować należy jako cechę odporności. Skoro tak, to  
można przyjąć, że odporność i wrażliwość (brak odporności) na konkretne czyn-  
niki lub działania powinny być uwzględnione jako elementy modeli podatności  
oraz produktu logistycznie sprawnego.

Relacje między pojęciami podatności, wrażliwości odporności prezentuje  
Bogdanowicz<sup>263</sup>. Jego zdaniem podatność składa się z czterech elementów skła-  
dowych, do których autor zaliczył:

- wrażliwość konkretnego przedmiotu na działanie (które, zdaniem Bogda-  
nowicza wynika z cech i właściwości produktu),
- odporność konkretnego przedmiotu na działanie (w zasadzie na ujemne  
jego skutki, które także wynika z cech i właściwości produktu),
- działanie człowieka (i jego ujemne skutki w konkretnych warunkach),
- oddziaływanie otoczenia (warunków działania człowieka wraz z jego  
negatywnymi skutkami).

Zaprezentowany przez Bogdanowicza podział łączy wybrane elementy  
zjawiska podatność wraz z jej właściwościami. Na tej podstawie można dojść do  
wniosku, że podatny obiekt posiada konkretne cechy lub właściwości, które  
czynią go wrażliwym lub odpornym na działanie środowiska. Fakt samego dzia-  
łania człowieka czy też oddziaływania otoczenia są tylko uwarunkowaniami  
podatności, które należałoby odróżnić. Odniesienie opisywanych elementów do  
kontekstu logistyki i łańcucha dostaw należałoby dokonać w oparciu o szerszy prze-  
gląd literaturowy w tym zakresie, koncentrując się szczególnie na pojęciowym  
odniesieniu podatności bądź to do procesów logistycznych, bądź też do łańcu-  
chów dostaw.

Cechy produktu wynikają z jego projektu oraz procesów wytwarzania i stano-  
wią one jedynie formę opisu produktu (kształt, podstawowe wymiary, waga, stan  
skupienia, gęstość itp.), a właściwości produktu wynikają, podobnie jak cechy,  
z projektu i procesu wytwarzania, ale będą one rozpatrywane w kategorii akcji  
i reakcji – zachowywania się produktu na oddziaływanie otoczenia. Skoro przy-  
jmie się takie założenia, to do właściwości produktu przypisać będzie można po-

---

<sup>262</sup> <https://sjp.pwn.pl/szukaj/wytrzymałość.html> z dnia 21.02.2018.

<sup>263</sup> Bogdanowicz S., *Podatność. Teorie i zastosowanie w transporcie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej (OWPW), 2012, ss. 30-31.

jęcia odporności i wrażliwości, zaś co do cech konieczne będzie przyporządkowanie innych elementów, np. będzie można mówić o podatności logistycznej. Oczywiście należy zauważyć, że wrażliwość i odporność powinny stać się także elementami podatności, szczególnie w kontekście logistyki, ale należałoby osadzić to w pewnym konkretnym modelu podatności logistycznej.

Ogólna podatność logistyczna zdefiniowana przez Beiera i Rutkowskiego<sup>264</sup> jako wrażliwość i odporność systemów logistycznych na różnego rodzaju zmiany np. makroekonomiczne. Autorzy dodają, że opisana wrażliwość i odporność systemów logistycznych dotyczy także strategicznych i operacyjnych rozwiązań przedsiębiorstw związanych z ich funkcjonowaniem na rynku oraz realizowaniem procesów logistycznych. Zwracają także uwagę na złożoność czynników podatności logistycznej i ich zależność od rozpatrywanych podsystemów logistycznych oraz faz przepływu od zaopatrzenia na dystrybucji kończąc. Prezentowany kontekst odnosi się w większej mierze do problematyki logistyki ujętej systemowo, aniżeli do samego produktu, podlegającego procesom logistycznym.

W „Kompendium wiedzy o logistyce”, Gołębska<sup>265</sup> definiuje dwa pojęcia podatności: podatności ekonomicznej produktów do przewozu, a także podatności magazynowej i przechowalniczej<sup>266</sup>. Pierwsza definicja (podatności ekonomicznej produktów) interpretowana jest w ujęciu kosztowy i zdaniem autorki oznacza relację kosztów transportu w stosunku do wartości jednostki ładunku (wyrażonej w cenie). Ważnym uzupełnieniem zaprezentowanej definicji jest zwrócenie uwagi, że określenie tej podatności ekonomicznej produktu w stosunku do transportu i magazynowania staje się kluczowym elementem maksymalizacji zysków w każdych ogniwach łańcuchów dostaw.

Z kolei, definicja podatności magazynowej została przez Gołębską ukierunkowana na wrażliwość produktu pod kątem kryterium czasu i warunków składowania. Autorka zdefiniowała podatność magazynową jako stopień odporności ładunku na czas magazynowania oraz warunki, poziom wykorzystania ładowności (wyrażający się pojemnością magazynową), a także wskaźnik efektywności magazynowania. W tym miejscu dokonano podziału na produkty niepodatne (których okres magazynowania nie przekracza 24 godzin), średnio podatne (okres magazynowania nie przekracza miesiąca) oraz podatne (opisane jako ładunki trwałe z okresem przechowywania przekraczającym miesiąc).

Wspomniany już Bogdanowicz<sup>267</sup> dokonał podziału podatności ze względu na naturalne i nabyte cechy i właściwości przedmiotu działania (chodzi tu autorowi o podatny obiekt). Wyróżnił on podatność naturalną i techniczną, podatność rzeczy i osób, podatność produkcyjną i pozaprodukcyjną, transportową i pozatransportową, przewozową i pozaprzewozową. Zaprezentowane przez Bogdanowicza podziały budzą jednak sporo wątpliwości. Najbardziej czytelna wątpliwość

---

<sup>264</sup> Beier F., Rutkowski K., *Logistyka*, Wydawnictwo SGH, Warszawa, 2004, ss. 19-20.

<sup>265</sup> Gołębska E. (red.), *Kompendium wiedzy i logistyce*, dz. cyt., s. 60.

<sup>266</sup> Tamże, s. 91.

<sup>267</sup> Bogdanowicz S., *Podatność. Teorie i zastosowanie w transporcie*, dz. cyt., s. 42.

dotyczy rozróżnienia podatności transportowej od przewozowej – która nota bene jest częścią podatności transportowej.

Definicję podatności transportowej podaje także Jałowiec<sup>268</sup>. Określa on podatność transportową jako stopień odporności danego ładunku na warunki oraz skutki transportu w skład której wchodzi:

- podatność ładunkowa,
- podatność przewozowa:
  - naturalna podatność przewozowa,
  - ekonomiczna podatność przewozowa,
  - techniczna podatność przewozowa.

Pierwszy typ podatności transportowej – podatność ładunkowa rozpatrywana jest tylko w kategorii odporności ładunku na piętrzenie (ładunki niepodatne na spiętrzanie, mała podatność na spiętrzanie oraz duża podatność na spiętrzanie). Z kolei podatność przewozowa określona jest odpornością ładunku na uszkodzenia w czasie przewozu. Z czego naturalna podatność przewozowa stanowi odporność ładunku wynikająca z naturalnych właściwości (autor użył określenia cech) fizycznych, biologicznych i chemicznych, ekonomiczna podatność wynika z kosztów i wartości przewożonego ładunku, zaś techniczna podatność, wiąże się z wpływem cech (i właściwości) ładunku na dobór właściwej technologii transportowej (wielkość partii, stan skupienia, wielkość jednostkowa).

Zaprezentowane pojęcia regulują kwestie związane z podatnością w głównej mierze transportową i przechowalniczą. Każdy z elementów podatności przywołuje w większym lub mniejszym zakresie kwestie cech i właściwości, które czynią podatny obiekt, łatwym w uleganiu danym czynnikom. W literaturze, można znaleźć szereg przykładów, które charakteryzują cechy fizykochemiczne, biologiczne i inne, decydujące o warunkach realizacji poszczególnych procesów logistycznych.

Łatka<sup>269</sup>, prezentuje pogląd, mówiący, że oczekiwania klienta odnośnie wyrobów przemysłowych koncentrują się na właściwościach fizycznych (takich jak gęstość, twardość, sprężystość, plastyczność, przewodnictwo cieplne itp.), natomiast wyroby spożywcze nastawione są na odpowiednie właściwości chemiczne (związane z reakcjami chemicznymi). Pogląd ten jest mocno dyskusyjny, ponieważ istnieje szereg właściwości fizycznych w produktach spożywczych, np. twardość, stanowiących istotny element decydujący o zakupie np. jabłek.

Korzeniowski<sup>270</sup> zaprezentował wykaz cech (wydaje się, że powinno być to nazwane wykazem cech i właściwości), które mają wpływ na proces magazynowania (przechowywania). Podobnie w opracowaniu Bogdanowicza<sup>271</sup> zostały wskazane cechy i właściwości rzeczowych przedmiotów pracy, jak nazywa to autor, które odnoszą się do procesów logistycznych.

---

<sup>268</sup> Jałowiec T. (red.), *Towaroznawstwo dla logistyki. Wybrane problemy*, Difin, Warszawa, 2011, s. 176.

<sup>269</sup> Łatka U., *Technologia i towaroznawstwo*, dz. cyt., ss. 109-113.

<sup>270</sup> Korzeniowski A. (red.), *Magazynowanie towarów niebezpiecznych, przemysłowych i spożywczych*, ILiM, Poznań, 2006, s. 20.

<sup>271</sup> Bogdanowicz S., *Podatność. Teorie i zastosowanie w transporcie*, s. 38.

Zaprezentowane podziały stanowią ważny element dorobku rodzimej literatury, odnoszący się do kwestii podatności. Jednakże z punktu widzenia kontekstu samego produktu, trudno odnaleźć w prezentowanych ideach wspólny mianownik. Konieczne wydaje się zdefiniowanie podatności samego produktu w kontekście całościowo ujętej logistyki, ale także w kontekście cyklu życia produktu, a więc działań związanych z projektowaniem i rozwojem produktu. Aby jednak można było rozważyć zaprezentowane przykłady, w pierwszej kolejności powinna pojawić się koncepcja modelu podatności logistycznej produktu, która w dalszej części pracy będzie uzupełniana i integrowana w ramach koncepcji produktu logistycznie sprawnego.

Dokonany przegląd literatury pozwala sformułować następujące wnioski:

- konieczne jest określenie pojęcia podatności w kontekście projektowania i logistyki produktów;
- konieczne jest osadzenie pojęciowe odporności i wrażliwości jako nierozłącznych elementów podatności,
- konieczne jest stworzenie modelu podatności logistycznej produktu w kontekście jego projektowania.

Biorąc za kryterium najprostszy podział, bazujący na możliwości modyfikacji cech i właściwości (projektowanie lub modyfikacja projektowa), można zauważyć, że istnieje cała gama produktów, które posiadają specyficzne cechy i właściwości naturalne bądź to muszą posiadać konkretne cechy i właściwości (co wynika z norm, standardów, przyzwyczajzeń klientów, tradycji, itp.). W takim wypadku rola projektanta jest bardzo mocno ograniczona. Przykładem takich produktów mogą być elementy znormalizowane w skali branżowej, krajowej, czy też międzynarodowej. Takie produkty jak np. ceramiczna cegła klinkierowa, podlegająca do niedawna normie budowlanej PN-B-12008:1996<sup>272</sup> (wyroby budowlane ceramiczne – cegły klinkierowe budowlane – w normie podano definicje, ustalono klasyfikację i wymagania, określono metody badań oraz oznaczenie, podano sposób pakowania, etykietowania, przechowywania i transportu oraz sposób znakowania) lub kostka brukowa<sup>273</sup> są doskonałym przykładem produktów, w których zakres możliwości zmian w produkcji jest w zasadzie ograniczony. Co więcej, narzucone normy w niektórych przypadkach dokładnie regulują wybrane aspekty logistyczne, jak np. sposób pakowania. Grubość kostki brukowej determinowana jest jej zastosowaniem (4 cm np. taras, 6 cm np. podjazd dla aut osobowych, 8 cm, dla aut dostawczych itp.), ale z punktu widzenia logistyki maksymalna waga kostki, która może zostać załadowana na paletę Euro wynosi ok. 1,5 tony. Oznacza to, że, analizując ten produkt pod kątem transportu, główną determinantą logistyczną będzie waga kostki.

---

<sup>272</sup> PN-B-12008:1996 – Wyroby budowlane ceramiczne – Cegły klinkierowe budowlane – wycofana 03.04.2006.

<sup>273</sup> PN-EN 1338:2005 – Betonowe kostki brukowe – Wymagania i metody badań.

W przypadku tak niskiej podatności projektowej prace projektantów sprowadzają się w zasadzie do prac adaptacyjnych, których nadrzędnym celem jest dostosowanie systemu logistycznego do wymagań produktowych. Logistyka staje się zatem przedmiotem realizacji przepływu. Oznacza to, że sfera wykorzystania zasad DfL jest mocno ograniczona, a więc zakres działań przesuwają się raczej w kierunku procesów przepływu. W tym wypadku, działania projektowe lub modyfikacyjne wyrobu ograniczać mogą się jedynie do ewentualnej optymalizacji opakowań, z racji tego, że zmiana samego produktu jest w zasadzie niemożliwa. Sfera operacyjna logistyki, przesuwają się w tym wypadku z aspektu projektowego na aspekt systemu logistycznego.

W tej przestrzeni znajdują także swoje zastosowanie koncepcje zarządzania logistycznego, takie jak *Lean Logistics*<sup>274</sup>, *Agile Logistics*<sup>275</sup>, *LeAgile Logistics*<sup>276</sup>, *Resilient Logistics*<sup>277</sup>, *Green Logistics*<sup>278</sup> czy też szerszego spojrzenia na organizację przez pryzmat koncepcji *Total Logistics Management – TLM*<sup>279</sup>.

Z drugiej strony, na przeciwległym krańcu stoją produkty, w których możliwości modyfikacji cech i właściwości są dość wysokie. Pozostawia to projektantom wysoką elastyczność i swobodę w procesach projektowania (rozwoju) produktu. Ponadto, dają szansę wkomponowania w wyrób nie tylko rozwiązań zapewniających ich funkcjonalność, ale także wspomagających obszary wytwarzania, montażu czy logistyki. Doskonałym wyrobem, który reprezentuje skrajny przykład elastyczności są np. różnego rodzaju proste aplikacje dedykowane na smartphony, w których możliwości projektowe (programistyczne) w zasadzie są nieograniczone.

---

<sup>274</sup> Jones D.T., Hines P., Rich N., *Lean Logistics*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 27 ISS 2/4, ss. 153-156; Swamidass P., *Encyclopedia of production and manufacturing management*, Norwell, Kluwer Academic Publishers, 2000, s. 246.

<sup>275</sup> Christopher M., *The Agile Supply Chain. Competing in Volatile Markets*, Industrial Marketing Management 29(1), January, 2000, ss. 38-39; Mason-Jones R., Naylor B., Towill D.R., *Lean, agile or leagile? Matching you supply chain to the market place*, International Journal of Production Research, Vol. 38, No. 17, 2000, s. 4064.

<sup>276</sup> Goldsby T., Griffis E., Roath A., *Modeling Lean, Agile, and Leagile Supply Chain Strategies*, Journal of Business Logistics, Vol. 27, No. 1, 2006, s. 58; Saadoon Al Samman T.A., *Modeling Lean, Agile, Leagile Manufacturing Strategies: An Fuzzy Analytical Hierarchy Process Approach For Ready Made Ware (Clothing) Industry in Mosul, Iraq*, International Journal of Advances in Engineering & Technology, Vol. 7, Issue 3, 2014, s. 1093; Pietron R., Bielecki M., Wielicka-Gańczarczyk K., *Koncepcje logistyczne w zarządzaniu organizacją*, dz. cyt., s. 48; Agarwal, A., Shankar, R., Tiwari, M.K. *Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach*, European Journal of Operational Research, Vol. 173, 2006, s. 212.

<sup>277</sup> Christopher M., Peck H., *Building the Resilient Supply Chain*, International Journal of Logistics Management, Vol. 15, No. 2, 2002, ss. 2-3; Bukowski L., Feliks J., *Multi-dimensional concept of supply chain resilience, proceedings of Carpathian Logistics Congress*, 2012, s. 1.

<sup>278</sup> Srivastava S.K., *Green supply chain management: A state-of-the-art literature review*, International Journal of Management Reviews, Vol. 9, Issue 1, 2007, s. 53; Zhu Q., Sarkis J., *Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises*, Journal of operation management, Vol. 22, 2004, s. 266; Sbihi A., Eglese R., *Combinatorial optimization and Green Logistics*, A Quarterlu Journal of Operations Research, Vol. 5 Issue 2, 2007, s. 99.

<sup>279</sup> Bukowski L., *Total Logistics Management – istota koncepcji Kompleksowego Zarządzania Logistycznego*, Logistyka, Logistyka – nauka 4/2014, 2014, ss.1707-1708.

czone. Dobra fizyczne, w procesie projektowania ogranicza ich funkcja. Na przykład funkcją stołu jest udostępnienie na określonej wysokości, określonej powierzchni podtrzymującej różnego rodzaju wyroby bądź umożliwiającej wykonywanie różnorodnych prac. Funkcja ta w zasadzie ogranicza w jakimś stopniu prace projektowe, ale pozostawia też sporą elastyczność co do rozwiązań związanych np. ze sposobem posadowienia stołu, materiałami użytymi do jego wytworzenia, czy też sposobem jego wytwarzania, montażu transportu itp. Innym specyficznym przykładem, mogą być klocki lego, które pozostawiają niewyczerpane możliwości projektowe, po spełnieniu jednego warunku – kompatybilności z innymi klockami. W tym wypadku rola projektanta polega raczej na projektowaniu rynkowo atrakcyjnych zestawów lub modeli, aniżeli na kreowaniu nowych klocków. Tego typu wyroby wykazują podatność na prace projektowe, choć w różnym zakresie.

Wysoka podatność projektowa pozwala projektantom realizować prace koncepcyjne. Oznacza to kreowanie nowych, dotychczas niespotykanych rozwiązań w sferze produktu, przekładających się na skuteczność i efektywność logistyki. Prace projektanta pozwalają też kreować nowe, systemowe rozwiązania logistyczne co stwarza, szerokie spectrum działania prac projektowych, bazujących na synergii.

Podsumowując zaprezentowane argumenty, można przyjąć, że jedną ze składowych prezentowanego modelu produktu logistycznie sprawnego powinna stać się podatność projektowa. Podatność projektowa to możliwość wykonywania modyfikacji cech, właściwości i architektury produktu (parametrów produktu) w pracach związanych z projektowaniem lub rozwojem produktu. Tym wyższa będzie podatność projektowa produktu, im większy zakres możliwości modyfikacji parametrów produktu będzie miał projektant. Wysoka podatność projektowa umożliwi wybór jednego z dwóch wariantów projektowania – koncepcyjnego lub adaptacyjnego, niska podatność pozwala tylko na wykorzystanie adaptacyjnego modelu.

Podatność projektowa produktu powinna determinować wybór konkretnych kierunków działań z punktu widzenia logistyki. Jeżeli podatność projektowa produktu jest wysoka (projektant ma szerokie możliwości dokonywania zmian w wyrobie oraz w systemie logistycznym) to otwiera się przed nim możliwość realizacji działań projektujących (modyfikujących) wyrób bądź to w formie doskonalącej (polepszającej obecny stan), bądź też w formie korygującej (niwelującej zaistniałe negatywne skutki)<sup>280</sup> – (zaprezentowany przypis odsyła do pierwotnego modelu przygotowanego przez autora, który na bazie przemyśleń zaprezentowanych w opracowaniu został znacząco zmodyfikowany).

---

<sup>280</sup> Bielecki M., *The influence of a logistically efficient product on the logistics of a manufacturing enterprise*, Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering”, Vol. 6, ss. 175-180, 2013.

Forma doskonaląca bazuje na innowacyjności i kreatywności projektanta. Jej zadaniem jest odnalezienie nowych rozwiązań w produkcji lub w systemie, optymalizujących logistykę zarówno w ujęciu fazowym, jak i funkcjonalnym. Przyjmując zasadę ciągłego doskonalenia (*Continuous Improvement*)<sup>281</sup> prace doskonalące w zasadzie się nie kończą, szukając nowych, lepszych rozwiązań. Z kolei forma korygująca bazuje na sytuacjach, które już zaistniały i na podstawie których wyciąga się konkretne wnioski. Zakres modyfikacji zmian jest wysoki, lecz zmiany te ze swojej natury zmierzają do wniesienia uzupełnień w produkcji lub w systemie, których celem jest zmniejszenie występowania konkretnych zjawisk np. szkód transportowych, magazynowych itp. Ta forma działania występuje *Ex post* i sprowadza się w zasadzie do realizacji celów logistycznych przy najmniejszych nakładach różnego rodzaju zasobów.

Podatność projektowa buduje przestrzenny model, pozwalający wyróżnić cztery możliwe stany projektowania produktu oraz cztery możliwe stany projektowania systemu – rysunek 10.

Biorąc pod uwagę możliwości produktowe, w podatności projektowej produktu należy wyróżnić cztery możliwe typy działań systemowych (**AD**, **AK**, **KD**, **KK**), które w zależności od poziomu projektowego na którym będą rozpatrywane mogą przybierać konkretne oznaczenia (**p-produkt**, **pl-procesy logistyczne**, **sc – łańcuch dostaw**).

Pierwszy, koncepcyjno-doskonalący typ działań (**KD**), wpisuje się w kreowanie nowych, innowacyjnych rozwiązań lub modyfikacji projektowych parametrów produktu, pozwalających kreować produkty logistycznie sprawne. Pozwalają na to zarówno wysoka podatność projektowa, jak i uwzględnienie przez projektanta uwarunkowań projektowania wspomagającego logistykę (*Design for Logistics*).

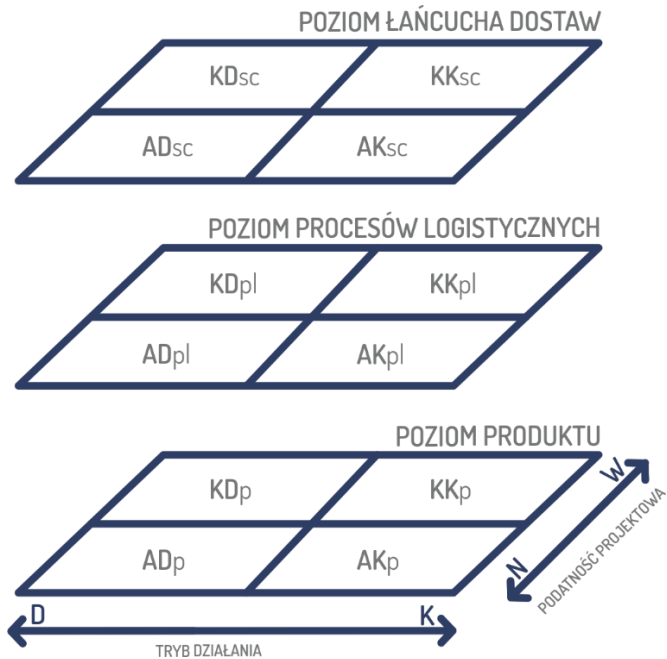
Drugi, koncepcyjno-korygujących typ działań (**KK**), przy wysokiej podatności projektowej, dotyczy w zasadzie modyfikacji cech, właściwości i architektury produktów, na skutek zidentyfikowanych w procesach przepływu problemów. Ma on jednak charakter korygujący, co w kontekście sytuacji kryzysowych, które już zaistniały, na pewno generować może różnego rodzaju koszty dla organizacji. Skala zmian projektowych sprowadza się do minimalistycznego rozwiązania zaistniałego problemu.

W trzecim wariantcie adaptacyjno-doskonalącym (**AD**) poszukiwanie innowacji przesuwa się z produktu na procesy logistyczne (transport, magazynowanie, pakowanie, obsługa zamówień i zarządzanie zapasami) i polega na dostosowywaniu jednostek ładunkowych produktu wraz z ich opakowaniami pod kątem racjonalizacji procesów transportu i magazynowania. Doskonałym przykładem może być stosowany w latach 70. ubiegłego stulecia system wertykalnego transportu samochodów liniami kolejowymi *Vert-a-pack* – rysunek 11.

---

<sup>281</sup> Santarek K., Skołod B., Kosieradzka A., *Organizacja i zarządzanie produkcją i usługami*, [w:] Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*, dz. cyt., ss. 118-119.





	<b>Działania systemowe</b>	<i>Poziomy projektowe</i>
<b>AD</b>	<b>Adaptacyjno-Doskonające</b>	<i>p produktu</i>
<b>AK</b>	<b>Adaptacyjno-Korygujące</b>	<i>pl procesów logistycznych</i>
<b>KD</b>	<b>Koncepcyjno-Doskonające</b>	<i>sc łańcucha dostaw</i>
<b>KK</b>	<b>Koncepcyjno-Korygujące</b>	

Tryb działania: D – doskonający K – korygujący

Podatność projektowa: W – wysoka N – niska

Rys. 10. Model podatności projektowej produktu w kontekście produktowych i systemowych działań projektanta

*Źródło: opracowanie własne.*

Czwarty typ działań, z rozpatrywanej przestrzeni podatności projektowej, odnosi się do zakresu zmian, które mogą przybierać charakter adaptacyjno-korygujący (AK). Zakres zmian korygujący wiąże się z eliminowaniem lub modyfikowaniem zidentyfikowanych błędów w projekcie opakowań lub też w organizacji procesów przepływu – systemu logistycznego. Celem zmian jest wtedy racjonalizacja procesów logistycznych, którym podlega produkt. Ze względu na cechy, właściwości oraz architekturę nie ma w zasadzie możliwości modyfikacji – jedynie w zakresie opakowania i to w taki sposób, że efekt tych zmian poprawiłby przepływ w sferze dystrybucji. Praktycznym przykładem tego typu rozwiązań jest pojawienie się napojów w puszkach z zawleczką w latach 60. XX wieku i w zasadzie opakowanie to zostało zoptymalizowane w taki sposób, że standardowa puszka 330 ml, zmniejszyła dwukrotnie swoją wagę (z 21 gram puszkki ze stali ocynkowanej

do 10 gram puszki aluminiowej), umożliwiając tym samym przewożenie ich w ilościach masowych<sup>282</sup>. Należy jednocześnie zwrócić uwagę, że puszki aluminiowe mają jeden z najwyższych wskaźników recyklingowych na świecie, ponieważ szacuje się, że około 90% puszek ulega ponownemu przetworzeniu.



Rys. 11. Transport kolejowy pojazdów Verta-a-pack

Źródło: [www.amusingplanet.com/2012/12/vert-pac-unusual-way-to-transport.html](http://www.amusingplanet.com/2012/12/vert-pac-unusual-way-to-transport.html)  
z dnia 12 lipca 2018 roku.

Połączenie opisanych powyżej wariatów zależności podatności projektowej oraz kontekstu jakościowych zmian w produkcie i w procesie, w formie modelowej przedstawia tabela 11<sup>283</sup>.

Logistyczna podatność projektowa produktu rozpatruje omawiane zjawisko z punktu widzenia zakresu i skali możliwych w wyrobie zmian projektowych. Oznacza to, że powinna być ona traktowana, tylko i wyłącznie jako jeden ze wstępnych elementów podatności logistycznej produktów. Zakładając, że w procesach logistycznych uczestniczą produkty podatne na logistykę (łatwo poddające się procesom logistycznym i pozwalające czynić je efektywnymi i skutecznymi) oraz produkty na logistykę niepodatne (te, które nie ułatwiają realizacji procesów logistycznych, a wręcz je utrudniają) to powinna istnieć grupa spójnych uwarunkowań w tym cech, właściwości oraz architektury produktów, które wpływają na taki stan rzeczy.

<sup>282</sup> Jednym z największych wytwórców w skali świata jest firma Ball Packaging, która w swoich laboratoriach ciągle udoskonala tak proste opakowanie jakim jest puszka aluminiowa – <http://www.ball.com/eu>

<sup>283</sup> Porównać można prezentowane podejście do metodyki diagnostyki i projektowania zaproponowanej przez Bendkowskiego jako projektowania usprawniającego oraz projektowania bazowego – Bendkowski J., *Projektowanie procesów i operacji logistycznych – wybrane problem*, Zeszyty naukowe. Organizacja i zarządzanie, zeszyt 101, Politechnika Śląska, Gliwice, 2017, s. 31.

Tabela 11. Kontekst zmian zależnych od stopnia podatności projektowej produktu

SFERA PROJEKTOWANIA PRODUKTU			Kontekst jakościowy możliwych zmian w produkcie	
			Korygujące	Doskonalące
Podatność projektowa produktu	Wysoka	Koncepcyjna	KK	KD
	Niska	Adaptacyjna	AK	AD
SFERA SYSTEMU LOGISTYCZNEGO			Korygujące	Doskonalące
			Kontekst możliwych zmian w procesie przepływu	

Źródło: opracowanie własne.

Logistyczna podatność projektowa jest dość trudna do oszacowania konkretnymi wskaźnikami. Wiąże się to z wielowymiarowością i względnością omawianego pojęcia. Można jednak wskazać kilka czynników (logistycznych swobód projektowych), bazujących na parametrach produktu, które czynią produkt logistycznie podatnym projektowo i zaliczyć do nich można:

- swoboda w projektowaniu kształtu/materiału,
- swoboda w doborze wymiarów,
- swoboda w kształtowaniu wagi,
- konieczność uwzględnienia odporności na transport,
- konieczność uwzględnienia odporności na magazynowanie,
- konieczność projektowania opakowań dostosowanych do produktu,
- zakres możliwości wykorzystania standaryzacja/modułowość,
- zakres możliwości wykorzystania multifunkcjonalności części,
- zakres możliwości ograniczenia konfigurowalności.

Jeśli przyjmie się, że każda z prezentowanych swobód lub możliwości może mieć binarny zakres: wąski (0 pkt) lub szeroki (1 pkt) to powstać może wskaźnik logistycznej podatności projektowej, który osiągnie wynik 9 pkt, jeśli produkt będzie logistycznie podatny projektowo, lub też 0 pkt, gdy produkt nie będzie logistycznie podatny projektowo. W przypadku porównania dwóch produktów można w pierwszej iteracji dokonać pojedynku produktów między sobą według metody porównania parami – zaprezentowanej poniżej, a następnie dokonać już binarnej analizy zwycięskiego produktu według założeń zaprezentowanych na początku tego akapitu.

Przedstawiona metoda może znaleźć swoje rozwinięcie w przypadku próby oceny, które elementy parametrów produktu są najłatwiejsze do wdrożenia przez projektanta. Do tego celu można posłużyć się bardzo prostą metodą porównania parami, w której każde kryterium logistycznej podatności projektowej oceniane jest w drodze konfrontacji między innymi elementami. Przyjęto zasadę, że tam, gdzie dane kryterium jest zdecydowanie na wyższym poziomie, tam dany element uzyskuje ocenę 1 (równocześnie przeciwstawna relacja otrzymuje ocenę 0), tam gdzie zdecydowanie na niższym poziomie, wtedy dany produkt uzyskuje ocenę 0 (przeciwstawna relacja otrzymuje ocenę 1). W przypadku równowagi obydwie kryteria otrzymują ocenę 0,5 – tabela 12.

Tabela 12. Przykład zastosowanie metody porównania parami dla cech produktu

	C1	C2	C3	Suma	Udział %
<b>C1 Zmiana kształtu</b>	X	0,5	0,5	1	33,3%
<b>C2 Zmiana wymiarów</b>	0,5	X	1	1,5	50%
<b>C3 Zmiana wagi</b>	0,5	0	X	0,1	16,7%
	<b>Suma</b>			<b>3</b>	<b>100%</b>

Źródło: opracowanie własne.

Z zaprezentowanej, przykładowej analizy wynika, że zmiana kształtu ma jednakowe szanse wdrożenia jak zmiana wymiarów i zmiana wagi. Dodatkowo, zmiana wymiarów jest zdaniem oceniającego łatwiejsza aniżeli zmiana wagi. Przekłada się to na wniosek, że wśród cech produktu największą szansę wdrożeniową (50%) ma zmiana wymiarów i w tym kierunku powinny zmierzać dalsze prace. Logistyczna podatność projektowa dla tej cechy produktu ma zdaniem projektanta bardzo duży potencjał.

Wpływ produktu na przepływ wyrobu zasygnalizował Wróblewski<sup>284</sup>. Stwierdził on, że już etap projektowania wyrobu może mieć wpływ na sprawność i koszty sterowania przepływem. Skoro tak, to logistyczna podatność projektowa produktu powinna stanowić fundament logistycznej sprawności produktu, która w ramach trójdzielności logistycznej odnosi się do poziomu produktu i od której rozpocząć należałoby działania związane z projektowaniem lub modyfikacją wyrobów.

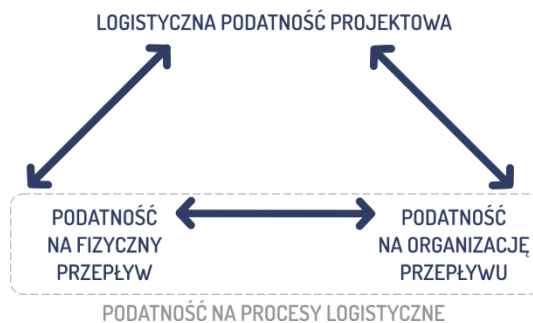
Aby można było omówić całość zagadnienia, należy uzupełnić podatność projektową produktu o dwa kolejne elementy wynikające z prezentowanych wcześniej przemyśleń, a więc o poziom procesów logistycznych. Przyjmując za punkt wyjścia funkcjonalny podział logistyki (pakowanie, transport, magazynowanie, obsługę zamówień oraz zarządzanie zapasami) logistyczna podatność projektowa, powinna zostać uzupełniona jeszcze o podatność na procesy logistyczne, składającą się z:

- podatności na fizyczny przepływ (podatność opakowaniową, podatność magazynową oraz podatność transportową wyrobu);
- podatności organizacji fizycznego przepływu wyrobu (związaną podatnością na obsługę zamówień jak i zarządzanie zapasami).

Na tej podstawie zaproponowano także model relacji między poszczególnymi rodzajami podatności oparty na trójkacie współzależności – rysunek 12.

Podatność na fizyczny przepływ opiera się głównie na wrażliwości i odporności wyrobów finalnych lub/ oraz ich jednostek ładunkowych na procesy transportu i magazynowania. Uwzględnia ona zatem fizyczny produkt (cechy i właściwości) oraz ich wpływ na ww. procesy. Kluczowa w tym miejscu staje się podatność samego wyrobu gotowego lub finalnego na procesy przepływu bądź to dostosowane przez proces pakowania wraz opakowaniem do standardów logistycznych.

<sup>284</sup> Wróblewski K., *Podstawy sterowania przepływem produkcji*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1993, s. 13.



Rys. 12. Model relacji między podatnościami logistycznymi

*Źródło: opracowanie własne.*

Z punktu widzenia trzech opisanych logistycznych cech produktu (kształt-materiał, waga i wymiar), każde posiada inny potencjał optymalizacyjny, który można w konkretny sposób opisać. Kształt, w wielu wypadkach, jest odwzorowaniem wymagań klienta oraz estetyki wyrobu, a więc możliwość jego zmiany nie jest wysoka. Z kolei zmiana wagi wyrobu gotowego wymaga zmiany najczęściej używanych do produkcji wyrobów materiałów, co także nie ma tak wysokiego potencjału zmian jak wymiar. Z punktu widzenia logistyki, optymalizacja wymiarów produktów może sprowadzać się do pozostawienia największego koniecznego wymiaru i optymalizacji pozostałych (oczywiście o ile jest to możliwe). W sytuacjach, w których takie działanie jest niemożliwe pozostawia się dwa lub nawet trzy wymiary, cedując wspomaganie logistyki na opakowanie.

Niezwykle trudno jest zaprojektować wyrób gotowy, który posiadałby optymalne z punktu widzenia procesu transportu i magazynowania wymiary, czyli taki, który stanowiłby jednocześnie jednostkę ładunkową. Prawdopodobnie byłby to bowiem sześcian o powierzchni odpowiadającej całkowitej wielokrotności wymiaru 1200×800 (odpowiadający paletce Euro<sup>285</sup>). Ponadto, wysokość takiego ładunku (liczona wraz z paletą) powinna stanowić całkowitą wielokrotność wysokości np. standardowej naczepy lub przestrzeni magazynowej, a waga i wytrzymałość całości ładunku powinna umożliwiać spiętrzanie pozwalające wypełnić wagowo i kubaturowo środek transportu, a po rozładunku także i miejsce magazynowe<sup>286</sup>. Ponieważ takich produktów nie ma, albo jest ich ograniczona liczba, konieczne jest wykorzystywanie opakowań jako elementów wspomagających logistykę.

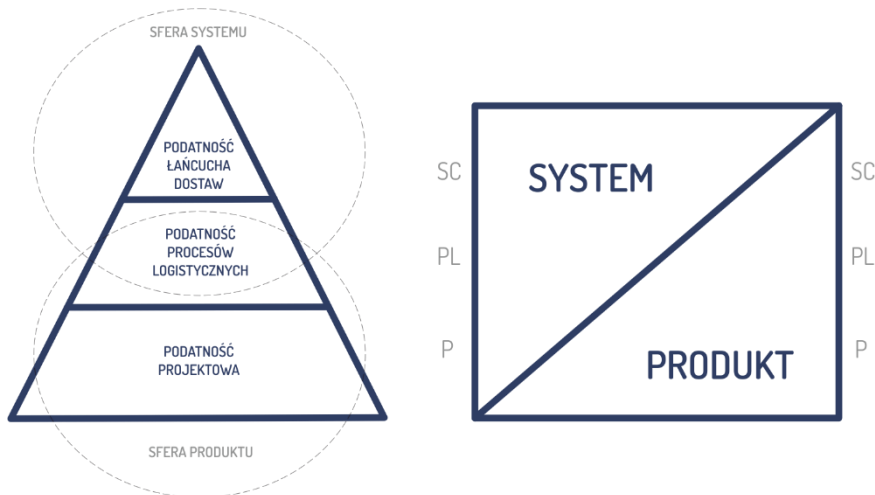
Opakowanie stanowi w tym wypadku tylko i wyłącznie swoisty kompensator produktu logistycznie sprawnego, który po spełnieniu wszystkich poza-logistycznych funkcji, optymalizuje procesy transportowo-magazynowe. Skoro produkt posiada konkretne wymiary (np. komputer przenośny) to jego opakowanie spełniające szereg funkcji, w tym logistyczne, powinno być co najmniej tak duże jak wyrób lub od niego

<sup>285</sup> Normy palet Euro opisane są przez związek producentów palet UIC w normach UIC – 435-2.

<sup>286</sup> Tego typu zasady zostały sformułowane w normach międzynarodowych – międzynarodowy moduł wymiarowy ładunku ma powierzchnię 600x400 i zuniifikowaną wysokość 400, 600 bądź 800 mm – w Polsce do 2015 roku kwestie te regulowała Polska Norma Opakowania i System wymiarowy PN-O-79021:1989.

większe. Zdarzają się jednak sytuacje, szczególnie w przypadku wielkogabarytowych dóbr przemysłowych, że wyrób gotowy ma takie wymiary, że praktycznie nie ma możliwości wykonania opakowania, ponieważ jego wymiary przekraczają wszelkie parametry transportowe lub magazynowe. Konieczny jest wtedy demontaż wyrobu gotowego i „ratalny” transport poszczególnych elementów.

Zaprezentowany model relacji logistycznej podatności produktu wychodzi od podatności projektowej, która już na wstępie determinuje sferę działań wpływających na wyrób – doskonalące bądź korygujące. Jeśli podatność projektowa wyrobu jest wysoka, można myśleć o jego optymalizacji logistycznej zarówno na etapie projektowania samego produktu, jak i opakowania, które w wielu wypadkach ułatwia procesy logistyczne. Przydatne staną się wtedy uwarunkowania związane z podatnością na fizyczny przepływ, a także podatnością na organizację przepływu oraz zrozumienie koncepcji DfL, jak i koncepcji *Total Logistics Management*<sup>287</sup> wykorzystującej wybrane zagadnienia z obszaru organizacji i zarządzania logistyką. W tym miejscu należy wspomnieć także, że prezentowany model może zostać rozbudowany w ujęciu systemowym.



*Poziomy projektowe:*

*p*      *produktu*  
*pl*     *procesów logistycznych*  
*sc*     *łańcucha dostaw*

Rys. 13. Model logistycznej podatności produktu

*Źródło: opracowanie własne.*

<sup>287</sup> Bielecki M., Galińska B., *The concept and principles of Total Logistics Management in a manufacturing company*, Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management, Faculty of Economics in Osijek, Osijek, Croatia, 2017, ISSN: 1849-5931, ss. 93-109.

Pojawia się tu bowiem problem decyzyjny czyli konieczne staje się porównanie stanu oczekiwanego ze stanem rzeczywistym. Złożoność problemu wyboru konkretnego wariantu, wymaga wiedzy, nakładu różnego rodzaju zasobów, co uzasadniałoby możliwość wpięcia go np. przez system wspomaganie decyzji<sup>288</sup>.

Niewielka podatność projektowa produktu pozwala wyłączyć go z analiz i badań dotyczących racjonalizacji logistyki, koncentrując się tylko i wyłącznie na optymalizacji procesów logistycznych – rysunek 13.

Zaprezentowany na rysunku 13 model logistycznej podatności produktu zwraca uwagę na dwa podstawowe aspekty. Pierwszy odnosi się do faktu rozdziału działań projektowych na sam produkt i system logistyczny. Wpływ rozwiązań projektowych na produkt maleje wraz z uwzględnieniem szerszego spectrum uwarunkowań projektowych (od procesów logistycznych do zintegrowanego łańcucha dostaw). Zatem, największy wpływ na projektowanie produktów wspomagających logistykę mieć będzie podatność projektowa oraz w pewnej części podatność na procesy logistyczne.

Wpływ rozwiązań projektowych na produkt maleje wraz z przemieszczaniem się uwarunkowań projektowych na wyższy poziom trójdzielności logistycznej (rys. 13). Podatność produktu na łańcuch dostaw posiada już tak dużą bezwładność związaną z szerokością zakresu skali rozwiązań łańcuchów dostaw oraz ich dynamiką do zmian, że wpływ łańcucha dostaw na projekt samego produktu jest podrzędny w stosunku do dwóch pozostałych elementów. Z kolei, analizując zakres możliwości projektowania systemów lub procesów, zwrócić należy uwagę, że brak możliwości dokonywania zmian w wyrobie (niska podatność projektowa) lub wyczerpanie się zakresu możliwości zmian produktowych powinno sygnalizować przejście na proces zmian projektowych procesów lub systemów logistycznych (w tym najbardziej rozbudowanego łańcucha dostaw). Determinuje to różnorodne podejścia do problematyki projektowania produktu logistycznie sprawnego, które zostaną opisane w kolejnej części.

## 2.2. Uwarunkowania logistycznej sprawności produktu

Zbudowanie koncepcji logistycznej sprawności produktu powinno mieć trzy zasadnicze cele oraz bazować na prostych założeniach. Wspomniany już wcześniej Wróblewski stwierdził, że w projektowaniu wyrobów powinny mieć zastosowanie trzy podstawowe zasady: stosowanie uproszczeń, unifikacja oraz wymiennosc<sup>289</sup>. Model logistycznej sprawności produktu powinien uwzględniać wspomniane postulaty, ale także powinien zostać wzbogacony o trzy cele, zaprezentowane poniżej.

**Pierwszy**, kreujący uporządkowanym modelem logistycznej sprawności produktu, pozwalający ostatecznie zdefiniować parametry produktu odpowiedzialne za jego logistyczną sprawność, a także uwarunkowania logistycznej sprawności produktu.

---

<sup>288</sup> Bojar W., Rostek K., Knopik L., *Systemy wspomaganie decyzji*, PWE, Warszawa, 2014, ss. 21-22.

<sup>289</sup> Wróblewski K., *Podstawy sterowania przepływem produkcji*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1993, s. 14.

**Drugi**, kreujący model logistyki uwzględniający gospodarkę opartą na obiegu zamkniętym, na którym oprócz można logistyczną sprawność produktu.

**Trzeci**, metodyczny i metodologiczny, obrazujący możliwe sposoby podejścia do problematyki logistycznej sprawności produktu.

Pojęcie sprawności jest różnie definiowane w zależności od jego kontekstu. Z Internetowej encyklopedii PWN wybrano definicje<sup>290</sup>, które wpisują się w omawiane zagadnienie:

- w ujęciu technicznym – stosunek uzyskanego efektu działania w odniesieniu do środków zużytych do tego celu w wymiarze procentowym,
- w ujęciu mechanicznym – to stosunek pracy wykonanej i doprowadzonej energii.

Z punktu widzenia logistyki, wykorzystanie tak zdefiniowanego pojęcia sprawności byłoby niezwykle trudne. Trudności te wynikają z faktu pomiaru logistycznego efektu działania przy jednoczesnej kalkulacji zużytych środków. Skoro procesy logistyczne nie przynoszą konkretnej wartości produktowi to pomiar sprawności definiowanej według dwóch zaprezentowanych definicji może okazać się trudny. Ponadto, jak wspomniano w poprzednim rozdziale, owa logistyczna sprawność powinna być odniesiona do podatności projektowej produktu. Inny potencjał sprawności wynika z produktów wysoce podatnych projektowo, inny zaś z produktów niepodatnych projektowo.

Pomiar logistycznego efektu działania można byłoby oprócz na wspomnianej już wcześniej logistycznej zasadzie 7W Shapiro i Hasketta<sup>291</sup>. Jednakże należy przy tym zwrócić uwagę, że o ile dostarczenie właściwego produktu (takiego, jaki został zamówiony przez klienta, nie wnikając w jego cechy, właściwości, architekturę i funkcje, za które logistyka nie odpowiada), we właściwej ilości, właściwemu klientowi do właściwego miejsca we właściwym stanie jest możliwa do oceny (tego typu procesy odbywają się codziennie w sferze zaopatrzenia, produkcji czy też dystrybucji), o tyle nieco trudniej wygląda ocena właściwej jakości (jej relacji z właściwym stanem) oraz przede wszystkim właściwej ceny, która w logistyce zawsze będzie zmierzać w kierunku minimum, a z punktu widzenia klienta będzie zrelatywizowana do jego zamożności. Należałoby zaproponować właściwe narzędzia pozwalające analizować lub oceniać LSP. Mogą one bazować zarówno na miernikach (liczbach charakteryzujących opisywane zjawisko i pozwalających porównywać je z innymi zjawiskami, dając jego miarę<sup>292</sup>), jak i wskaźnikach (rozumianych jako liczby względne wyrażające relacje pomiędzy konkretnymi wielkościami<sup>293</sup>).

---

<sup>290</sup> <https://encyklopedia.pwn.pl/szukaj/sprawność.html> z dnia 13.07.2018.

<sup>291</sup> Shapiro R., Haskett J., *Logistics Strategy-Cases and Concepts*, dz. cyt., s. 6.

<sup>292</sup> Twaróg J., *Mierniki i wskaźniki logistyczne*, Biblioteka Logistyka, Instytut Logistyki i Magazy-nowania, Poznań, 2003, s. 23.

<sup>293</sup> Tamże, s. 24.



Odnosząc się do miar logistycznych, w pierwszej części należałoby zwrócić uwagę na pozycję Nowickiej-Skowron<sup>294</sup>. Autorka dokonuje podziału pomiaru efektywności systemów logistycznych w ujęciu całościowym oraz z podziałem na poszczególne podsystemy. Autorka stwierdza, że istota rachunku efektywności systemu logistycznego bazuje na porównaniu efektów uzyskanych przez system z nakładami, które zostały poniesione na jego funkcjonowanie<sup>295</sup>. Ponieważ efekt działania systemów logistycznych jest dość trudny do zdefiniowania, autorka przyjęła, że powinno nim być zapewnienie strumienia przepływów towarów, przy porównywalnej jakości, ale przy kosztach zmierzających do minimum. Jeśli chodzi o wskaźniki pomiaru podsystemów logistycznych to autorka systematyzuje je w czterech podstawowych kategoriach: strukturalnych i ramowych, produktywności, gospodarności i jakości, przydzielając fazom (poza fazą logistyki zwrotów) konkretne wskaźniki, np. miernikiem jakościowym w fazie dystrybucji jest średni czas wysyłki. W sposób podobny definiowane są wskaźniki w ujęciu funkcji, np. miernikiem gospodarności przepływu materiałów i transportu jest koszt transportu na jedno zlecenie.

Z kolei Twaróg<sup>296</sup> z punktu widzenia zarządzania logistycznego dokonuje podziału miar logistycznych na mierniki skierowane do wnętrza firmy i te, które skierowane są na jej otoczenie. Do mierników wewnętrznych zaliczył:

- poziom obsługi klienta,
- efektywność procesów logistycznych (kontekst statyczny i dynamiczny),
- wykorzystanie kapitału,
- jakości usług (procesowy charakter),
- kosztów procesów logistycznych.

Do mierników związanych z oceną skierowaną na otoczenie firmy, autor zaliczył:

- pomiary percepcji klientów,
- *benchmarking* (porównanie własnej działalności z najlepszymi firmami).

Autor wskazuje także, że efekty procesów systemu logistycznego w przedsiębiorstwie rozpatrywać można w trzech głównych płaszczyznach: skuteczności, efektywności oraz elastyczności. Jednakże, całość publikacji odnosi się w zasadzie do pomiaru procesów logistycznych, a nie do oceny samego produktu, który procesom logistycznym podlega.

Wielokryterialne analizy kosztowe, bazujące na szeregu parametrów, nie ułatwiłyby oceny stopnia logistycznej prawności produktu. Pewnego syntetycznego zestawienia metod i technik oceny efektywności, w obszarze pokrewnym do logistyki, czyli w produkcji dokonał Koliński<sup>297</sup>. Wyróżnił on pięć rodzajów efektywności produkcji (rozumianej jako stosunek efektu do nakładu):

---

<sup>294</sup> Nowicka-Skowron M., *Efektywność systemów logistycznych*, PWE, Warszawa, 2000, s. 68-71

<sup>295</sup> Tamże, s. 117.

<sup>296</sup> Twaróg J., *Mierniki i wskaźniki logistyczne*, dz. cyt., s. 28.

<sup>297</sup> Koliński A., *Przegląd metod i technik oceny efektywności procesu produkcyjnego*, *Logistyka*, 5/2011, *Logistyka – nauka*, s. 1085.

- operacyjną (np. wzrost wydajności, obniżka kosztów, zmniejszenie strat – optymalizacja wykorzystania zasobów – wskaźnik produktywności, rentowności, rachunek kosztów działań),
- rynkową (np. wzrost sprzedaży – będącej wyznacznikiem sukcesu rynkowego – wskaźnik – strategiczna karta wyników, analiza satysfakcji klienta, analiza prognozy rentowności),
- bazującą na kryterium zysku (jedynym kryterium to zysk przedsiębiorstwa – analiza MoB (*Make or Buy*), analiza wąskich gardeł),
- techniczną (definiowaną przez autora jako szczególny przypadek w którym zmiana efektów wymusza odwrotnie proporcjonalną zmianę nakładów – SPC – statystyczne sterowanie procesem (*Statistical Process Control*), metoda 5 *Why*),
- dynamiczną (służącą do pomiaru tempa zmian – procent twórczych inicjatyw, liczba wynalazków powstających w firmie).

Analizując przykłady widać, że efektywność (odpowiadająca sprawności w ujęciu technicznym) posiada wiele wymiarów, w których niezwykle trudno byłoby odnaleźć wspólny mianownik. Co więcej, proponowane przez autora wskaźniki są względem siebie na bardzo odmiennym poziomie, co uniemożliwia ich wspólne zastosowanie.

Zaprezentowane przykłady literaturowe, wyraźnie koncentrują się na miarach skuteczności procesów logistycznych w przedsiębiorstwie. Nie biorą one jednak pod uwagę roli jaką odgrywają same produkty, co wskazuje wyraźną niszę naukowo-badawczą w tym zakresie. Należałoby zatem podjąć próbę budowy modelu logistycznej sprawności produktu oraz jej oceny.

Skoro poprzednie rozdziały zdefiniowały kilka konkretnych cech, właściwości, a także wybranych elementów architektury produktów, które sprzyjają logistyce i łańcuchom dostaw, to stworzenie oceny logistycznej sprawności produktu według tychże kryteriów miałoby swój sens, o ile byłoby możliwe połączenie tak multidyscyplinarnych zagadnień. Należy także zwrócić uwagę, że bardzo trudno byłoby wartościować, które rozwiązania projektowe są skuteczniejszym wsparciem logistyki, a które nie, bo musiałoby się to wiązać z badaniem całej gamy wskaźników i mierników. Ustalono, że wśród wytycznych projektowych produktu, które wspomagają logistykę można znaleźć: standaryzację, modułowość, multifunkcjonalność, minimalizację liczby części, ograniczanie konfigurowalności produktu oraz optymalizację cech i właściwości. Wytyczne zostały przyporządkowane do jednego z trzech głównych atrybutów produktu: cech, właściwości oraz architektury. Każdy produkt posiada także swoją konkretną podatność projektową oraz podatność na procesy logistyczne i system logistyczny (łańcuch dostaw w najbardziej rozbudowanej formie).

Wpływ projektanta na produkt (na poziomie produktu) sprowadza się do optymalizacji parametrów produktu – cech, właściwości oraz architektury. Wiąże się to z wykorzystaniem konkretnych rozwiązań, które za pomocą przeglądu literatury udało się ustalić. Dokonując pewnej uogólnionej syntezy dotychczasowych

przemysła i zderzenia wielu wątków, które w pracy się pojawiają, można ustalić, że projektant może zoptymalizować produkt w trzech wymiarach:

- **cech**, optymalizacja:
  - C1 – kształtu/materiału,
  - C2 – wymiarów,
  - C3 – wagi,
- **właściwości**, optymalizacja:
  - W1 – odporności na transport oraz procesy załadunku i rozładunku,
  - W2 – odporność na magazynowanie oraz magazynowe procesy manipulacyjne,
  - W3 – podatność na pakowanie (jeśli to możliwe brak konieczności pakowania),
- architektury produktu, optymalizacja:
  - A1 – standaryzacja/modułowość (ograniczenie liczby części),
  - A2 – multifunkcjonalność,
  - A3 – ograniczenie konfigurowalności produktu<sup>298</sup>.

Drugi poziom prac projektowych sprowadza się do wnikliwej analizy procesów logistycznych, który powinien pozwolić ustalić priorytety i wytyczne dotyczące podatności transportowej, magazynowej, opakowaniowej. Równoległe pod uwagę powinny być wzięte aspekty skutków optymalizacji parametrów produktu oraz wytycznych dla trzech procesów logistycznych pod kątem pozostałych dwóch elementów funkcjonalnego podziału, a więc zarządzania zapasami i obsługi zamówień. W stosunku do pierwszej grupy kryteriów można przyjąć, że aspekty transportu i magazynowania posiadają wiele wzajemnych relacji, co pozwala stworzyć kolejne podziały umożliwiające optymalizację produktu pod kątem logistyki. Projektant może zatem zoptymalizować produkt na poziomie procesów logistycznych w następujących obszarach:

- transportowo-magazynowym:
  - optymalizacja w tworzeniu standardowych jednostek ładunkowych oraz jednostek logistycznych,
  - optymalizacja spiętrzenia standardowych jednostek ładunkowych oraz jednostek logistycznych,
  - tworzenie jednostek ładunkowych i logistycznych odpornych na procesy magazynowo-transportowe (zbieżne jest to z podatnością przewozową i transportową<sup>299</sup>),
  - tworzenie jednostek sprzyjających procesom załadunkowym, rozładunkowym i magazynowym procesom manipulacyjnym,

---

<sup>298</sup> Parametry produktu związane z architekturą, zmierzać powinny do redukcji różnorodności, którą Wróblewski postrzegał między innymi przez zmniejszenie różnorodności procesów technologicznych – Wróblewski K., *Podstawy sterowania przepływem produkcji*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1993, s. 14.

<sup>299</sup> Łatka U., *Technologia i towaroznawstwo*, ..., dz. cyt., ss. 98-99.

- opakowaniowym:
  - minimalizacja wskaźnika kompresji opakowaniowej<sup>300</sup>,
  - racjonalizacja wykorzystania materiałów opakowaniowych,
  - możliwość wielokrotnego użycia opakowań (zgodna z koncepcją gospodarki w obiegu zamkniętym).

Do uzupełnienia pozostaje jeszcze druga część pierwszego poziomu procesu, w którym zmierzać się powinno do ograniczania liczby zapasów (w sferze zarządzania zapasami) oraz maksymalnego upraszczania obsługi zamówień (w sferze obsługi zamówień).

Poziom 2 łańcucha dostaw daje w zasadzie możliwość wyboru tylko jednej z faz logistycznych łańcucha dostaw (zaopatrzenie, produkcja i dystrybucja). Faza utylizacji i zwrotów powinna zostać wyłączona z tego konkretnego układu, ponieważ działa ona będzie według charakterystycznych wytycznych. Pomija się tutaj także fragment integracji łańcucha dostaw, ponieważ, różnorodność specyfiki branżowej, a także różnorodność kompozycji zintegrowania łańcuchów dostaw wewnątrz branż, może być diametralnie inna – tabela 13.

Zaprezentowane w tabeli kryteria, zostały ułożone w taki sposób, aby stworzyć pewną logiczną całość relacji pomiędzy poszczególnymi poziomami logistycznej sprawności produktu. **Poziom zerowy** odpowiada za przygotowanie nowego projektu produktu lub modyfikację istniejącego produktu, odnosząc się tylko i wyłącznie do parametrów produktu, tzn. cechy, właściwości i architektury. Należy mieć świadomość, że modyfikacja cech, właściwości i architektury ma swoje konsekwencje w układzie fazowym i funkcjonalnym.

Zgodnie z zaprezentowanymi przemyśleniami, optymalizacja cech i właściwości produktu powinna mieć swój wpływ na sferę logistyki dystrybucji (w mniejszym stopniu na sferę logistyki produkcji) na procesy magazynowania, transportu i pakowania wraz z opakowaniami. Z kolei zmiany w architekturze znacznie większe znaczenie będą miały dla sfery produkcji, zaopatrzenia w mniejszym stopniu dla sfery zwrotów i utylizacji, wspierając procesy obsługi zamówień i zarządzania zapasami. Oznacza to, że projektanci kreujący nowy produkt lub modyfikujący istniejący, chcący wykorzystać wytyczne projektowania wspomagającego logistykę mogą kierunkować swoje działania w zależności od priorytetów wynikających z poszczególnych sfer łańcucha dostaw (zaopatrzenie, produkcja, dystrybucja, zwroty i utylizacja) oraz procesów logistycznych (transport, magazynowanie, pakowanie, obsługa zamówień, zarządzanie zapasami).

---

<sup>300</sup> Zostanie on mówiony w dalszej części pracy.

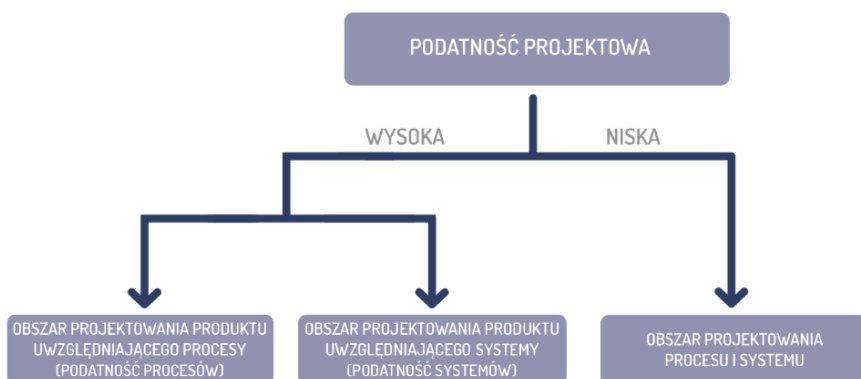
Tabela 13. Model logistycznej sprawności produktu w kontekście parametrów produktu z punktu widzenia przedsiębiorstwa

<b>0 – Poziom produktu</b>			
<b>Przeptyw</b>		<b>Organizacja przepływu</b>	
<b>Cechy</b>	<b>Właściwości</b>	<b>Architektura</b>	
<b>C1</b> Kształt	<b>W1</b> Odporność i podatność na Transport i procesy wspomagające	<b>A1</b> Standaryzacja / Modułowość	
<b>C2</b> Wymiar	<b>W2</b> Odporność i podatność na Magazynowanie i procesy wspomagające	<b>A2</b> Multifunkcjonalność	
<b>C3</b> Waga	<b>W3</b> Podatność na pakowanie oraz opakowanie	<b>A3</b> Konfigurowalność	
<b>I – Poziom procesu</b>			
<b>Transport/Magazynowanie</b>	<b>Opakowanie</b>	<b>Zarządzanie zasobami</b>	<b>Obsługa zamówień</b>
Standardowe jednostki ładunkowe odporne na procesy magazynowo – transportowe; Brak konieczności wykorzystywania opakowań, a jeśli jest konieczność to materiały opakowaniowe – Optimum; Wskaźnik kompresji opakowaniowej – Min, Wielokrotne użycie opakowań – Max; Niski poziom zapasów (standaryzacja, multifunkcjonalność, ograniczenie konfigurowalności); Łatwość obsługi zamówień (standaryzacja/modułowość, ograniczenie konfigurowalności); itp.			
<b>II - Poziom łańcucha dostaw</b>			
<b>Fazy łańcucha dostaw</b>			
<b>Zaopatrzenie</b>	<b>Produkcja</b>	<b>Dystrybucja</b>	
<b>Zwroty i Utylizacja</b>			

*Źródło: opracowanie własne.*

Będąc w zgodzie z przedstawionymi założeniami, całość działań projektowych może podlegać ścieżce indukcyjnej lub dedukcyjnej. Wybór podejścia do projektowania produktu logistycznie sprawnego w ramach koncepcji DfL niesie za sobą pewne konsekwencje, ale także wskazuje na poszukiwanie pewnych wspólnych rozwiązań, które zarówno z punktu widzenia podejścia strategicznego, jak i podejścia funkcjonalnego mogą przyczynić się do swoistej symbiozy – jednoczesnego wsparcia parametrów produktu zarówno kontekście strategicznym, jak i funkcjonalnym.

Początkiem wyboru jednej ścieżki projektowania jest analiza podatności projektowej produktu. Wysoka podatność projektowa daje bowiem możliwość modyfikacji wyrobu, ale powinna ona bazować na podejściu bądź to całościowym (podatność systemów – ścieżka dedukcyjna), bądź też podejściu procesowym (podatność procesów – ścieżka indukcyjna). Niska podatność projektowa determinuje możliwość dokonywania zmian jedynie w procesach lub w systemach – rysunek 14.



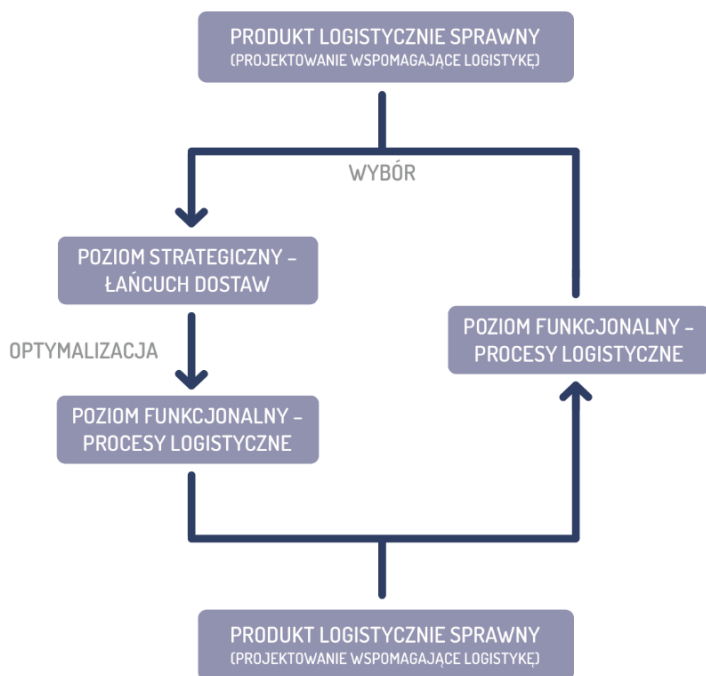
Rys. 14. Możliwe podejście do procesu projektowania produktu lub systemu uwzględniające logistyczną podatność projektową

*Źródło: opracowanie własne.*

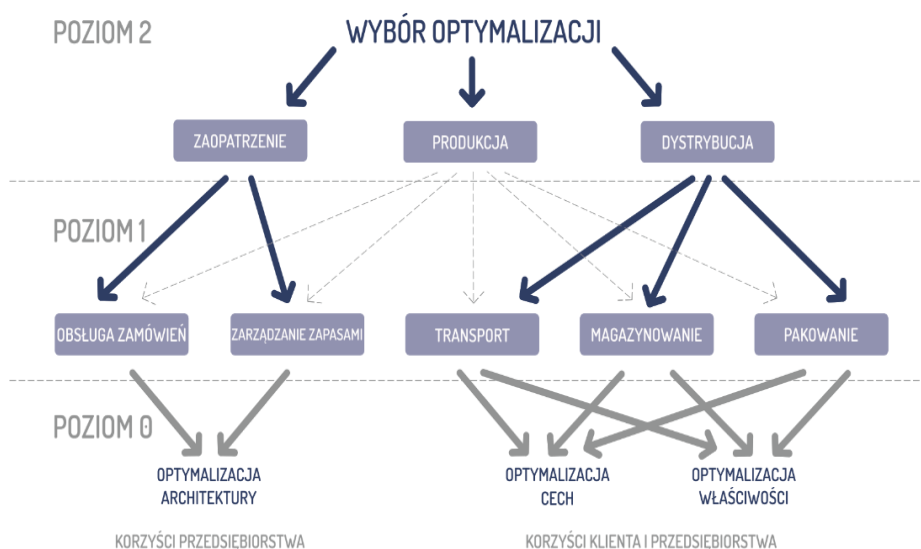
**Podejście dedukcyjne** powinno wiązać się z wnikliwą analizą logistyczną wszystkich partnerów łańcucha dostaw, zmierzającą do ustalenia kluczowych procesów logistycznych w ramach każdej fazy łańcucha dostaw, a następnie odniesieniu ich do poziomu 0 produktu, a więc cech, właściwości oraz architektury. Jeśli taki wybór trafi na sferę np. dystrybucji to kluczowe dla logistycznej sprawności będą procesy transportu, magazynowania i pakowania (wraz z opakowaniem), a to z kolei przenieść się powinno na działalność projektową kreującą lub modyfikującą cechy i właściwości produktu pod kątem jego odporności na procesy transportowe, magazynowe oraz te związane z pakowaniem i opakowaniem. Z kolei wybór sfery zaopatrzenia powinien determinować koncentrację na procesach obsługi zamówień oraz zarządzania zapasami, co z kolei przekładać powinno się na modyfikację architektury produktu. Pokazuje to, że wybór poziomu projektowania wspomagającego logistykę będzie determinował pewne konsekwencje co do podległości konkretnych działań. Będzie on nastawiony raczej na cały łańcuch dostaw, zaś wybór funkcjonalny będzie zmierzać do optymalizacji wybranych procesów logistycznych – rysunek 15.

Model dedukcyjny powinien skoncentrować się na wyborze priorytetowej fazy logistycznej w łańcuchu dostaw, która powinna podlegać doskonaleniu poprzez uwzględnienie jej charakterystycznych uwarunkowań w projektowaniu lub modyfikacji produktów – rysunek 16.

Oczywiście, wybór danej fazy logistycznej nie nakazuje podążania wskazaną przez model drogą. Wiąże się to z faktem, że specyfika produktów do których model się odnosi (pomimo tak szerokiej gamy założeń dotyczącej produktu), a także uwarunkowań, w których funkcjonują przedsiębiorstwa je produkujące, może być tak diametralnie różna. Wtedy to, wybór innego procesu logistycznego będzie racjonalnie uzasadniony. Nie zmienia to jednak faktu, że wybór konkretnego procesu logistycznego determinować będzie sferę poziomu produktu, w której najkorzystniej będzie przeprowadzić wszelkie działania projektowe lub modyfikujące.



Rys. 15. Możliwe podejścia do projektowania produktu logistycznie sprawnego  
*Źródło: opracowanie własne.*



Rys. 16. Potencjalne skutki wyboru wariantu optymalizacji parametrów produktu w modelu dedukcyjnym  
*Źródło: opracowanie własne.*

Należy zauważyć, że zaprezentowany model można wykorzystywać przy bardzo wysokiej logistycznej podatności projektowej dla produktów nowoprojektowanych lub modyfikowanych, albo jako analiza uzupełniająca, pozwalająca zwrócić uwagę na specyficzne elementy parametrów produktu, które mają istotny wpływ na logistykę.

Wybór optymalizacji projektu produktu na poziomie 2 (łańcucha dostaw), powinien logicznie determinować wybór optymalizacji projektu produktu na poziomie 1, według parametrów, które najlepiej wspierają logistycznie daną fazę. To z kolei, przekłada się na poziom 0, który sprowadza pracę projektanta do optymalizacji jednego z trzech parametrów produktu, cech, właściwości lub architektury.

Model indukcyjny bierze swoje początki ze sfery możliwości modyfikacji samego produktu w kontekście procesów logistycznych. W ten sposób efekt oddziaływania logistycznej sprawności produktu będzie ograniczony. Subiektywna analiza projektanta wykazująca, że największy możliwy zakres zmian dotyczy cech i właściwości, wskazuje optymalizację procesów transportu, magazynowania oraz pakowania w konkretnych fazach logistycznych. Potencjał możliwych do wprowadzenia zmian w architekturze wyrobu, optymalizować powinien sferę zapasów i obsługi zamówień. Ten sposób postępowania pozwala projektantowi zauważyć logiczną konsekwencję jego działań oraz określić potencjalne obszary, w których będzie można zauważyć następstwa wykonanych zmian projektowych.

W zaprezentowanych modelach nie uwzględniono na poziomie faz łańcucha dostaw fazy zwrotów i utylizacji. Kwestia logistyki zwrotów i utylizacji wymaga odrębnego omówienia. Jej podstawowym celem powinien być obiór z rynku zużytych wyrobów finalnych oraz ich ponowne zagospodarowanie w jak największym stopniu. Z punktu widzenia przedsiębiorstwa produkcyjnego, zużyte wyroby finalne w zasadzie mają dwie ścieżki przepływu, które zależne są od stopnia zaangażowania się w sprawy środowiskowe producenta. Pierwsza, bierna („leniwa”), zdecydowanie prostsza ścieżka, wiąże się z odbiorem zużytych wyrobów finalnych z rynku bądź to przez zewnętrzne podmioty, bądź też przez samo przedsiębiorstwo i poddanie ich utylizacji. Z tego punktu widzenia cechy, właściwości i architektury produktu, nie mają dla tej sfery logistyki żadnego znaczenia. Parametry produktu, zaczynają odgrywać konkretną rolę w przypadku aktywnej postawy, prośrodowiskowej przedsiębiorstwa. Wtedy to cechy i właściwości z punktu widzenia transportu i magazynowania logistyki zwrotów oraz architektura z punktu widzenia ponownego użycia konkretnych części ogrywać zaczną kluczową rolę.

Z prezentowanych założeń wyłączone są opakowania, chociaż zdaniem autora, coraz częściej powinny podlegać one wnikliwej analizie w kontekście DfL i logistycznej sprawności produktu jako coraz ważniejszy element (szczególnie



już po nabyciu produktu dla klienta<sup>301</sup>). Zagadnienia związane z koncepcją logistyki zwrotów i utylizacji, odnoszącej się do logistycznej sprawności produktu, szerzej zostały opisane w artykule *Product circularity performance and consumer attitude and as key determinants of the effective implementation of the circular economy model. The case of furniture industry* zgłoszonym na XXI IGWT Sympozjum (*International Society of Commodity Science and Technology*) – *Sustainability, Quality and Innovation: A Global View of Commodity Sciences*<sup>302</sup>.

Założenia prezentowanego modelu wynikają z analizy dorobku literaturowego związanego z logistyką, łańcuchem dostaw oraz projektowaniem wspomagającym logistykę. Pokazują one pewne potencjalne skutki, podjętych wcześniej działań projektantów związanych z konkretnymi rozwiązaniami projektowymi, ale należy przypuszczać, że będą pojawiać się produkty, w których konkretne modyfikacje projektowe będą znacznie bardziej rozległe i nieprzewidywalne logistycznie. Ponadto, zaprezentowany model nie uwzględnia korzystnych konsekwencji wykorzystania koncepcji DfL dla klienta końcowego, które także należałoby rozważyć. Model parametrów produktu w kontekście jego logistycznej sprawności wymaga osadzenia w modelu logistyki przedsiębiorstwa produkcyjnego sprzyjającemu logistycznej sprawności produktu.

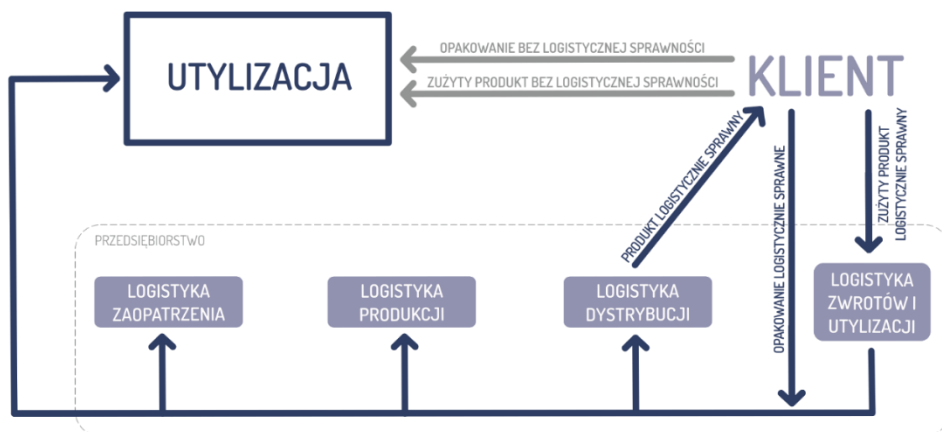
Przyjmując zaprezentowany model parametrów produktu w kontekście jego logistycznej sprawności oraz wspomniane zagadnienia związane z gospodarką recykulacyjną za elementy konieczne do uwzględnienia, istnieje możliwość zaprezentowania uproszczonego modelu logistyki przedsiębiorstwa uwzględniającego zagadnienia produktu logistycznie sprawnego. Skoro produkt logistycznie sprawny został opisany zasadą 5E (łatwe zaopatrzenie, logistyka produkcji, dystrybucja, odbiór zużytych wyrobów z rynku i ponowne ich zagospodarowanie, logistyka po stronie klienta) to wszystkie z omówionych elementów powinny zostać uwzględnione w omawianym modelu logistyki przedsiębiorstwa produkcyjnego, na którym opiera się logistyczna sprawność produktu – rysunek 17.

Wyrób finalny lub wyrób gotowy, powinien mieć z jednej strony takie cechy, właściwości i architekturę, która sprzyjałaby procesom logistycznym przedsiębiorstwa (były logistycznie sprawne dla przedsiębiorstwa), z drugiej zaś strony jako jednostka sprzedażowa podlegająca procesom dystrybucji oraz procesom zwrotów i utylizacji, sprzyjałaby procesom logistycznym klienta (byłaby logistycznie sprawna dla odbiorcy finalnego).

---

<sup>301</sup> Niejednokrotnie pozbycie się opakowań po zakupionych wyrobach gotowych lub finalnych stanowi niebagatelne wyzwanie – czy to dla klientów detalicznych czy też w znacznie większej skali dla przedsiębiorstw – szczególnie handlowych.

<sup>302</sup> Koszewska M., Bielecki M., *Product circularity performance and consumer attitude and as key determinants of the effective implementation of the circular economy model. The case of furniture industry*, artykuł zgłoszony na XXI IGWT Sympozjum – Sustainability, Quality and Innovation: A Global View of Commodity Sciences, Roma Tre University, Italy, 2018.



Rys. 17. Model logistyki przedsiębiorstwa produkcyjnego na którym oparto logistyczną sprawność produktu

Źródło: opracowanie własne.

Zagadnienia dotyczące zaangażowania klienta w sferę logistyki produktów, a także uwzględnienia logistyki utylizacji i zwrotów po stronie przedsiębiorstwa, jeszcze bardziej komplikuje prezentowane zagadnienie. Dzieje się tak dlatego, że chęć uwzględnienia przez przedsiębiorstwo prośrodowiskowej postawy wynikającej z zamykania obiegu wyprodukowanych wyrobów, wymusza w całym procesie stworzenie zintegrowanego z całym łańcuchem dostaw systemu przepływów odzyskującego z rynku nie tylko zużyte wyroby lub komponenty, ale także i opakowania. Oznacza to, że przedsiębiorstwo chcące przybrać w tym miejscu postawę aktywną, nie tylko musi zbudować system logistyki zwrotów (celowo zaprojektowany i zorganizowany układ odbioru z rynku zużytych opakowań i produktów), ale także określić przydatność odzyskanych z rynku zużytych produktów i opakowań w jego dalszych działaniach. Kolejnym problemem związanym z tym zagadnieniem jest aktywność klientów w sferze partycypacji w logistyce zwrotów, co rozszerza zakres zagadnienia.

Zaprezentowany model logistyki przedsiębiorstwa produkcyjnego, na którym oparto logistyczną sprawność produktu pokazuje produkt logistycznie sprawny wraz z opakowaniem (logistycznie sprawnym), będącym ważnym elementem produktu logistycznie sprawnego. Ponieważ omówiono już wcześniej logistyczną sprawność produktu z punktu widzenia przedsiębiorstwa, to w tym miejscu poruszony zostanie aspekt klienta i rynku, związany z logistycznie sprawnym opakowaniem oraz logistycznie sprawnym zużyтым produktem.

Produkt logistycznie sprawny, który przez procesy dystrybucji trafia na rynek (opuszcza przedsiębiorstwo), trafia do punktów sprzedaży, gdzie logistyka jego odbioru zostaje przekazana na klienta. Logistyczna sprawność produktu po stronie klienta wiąże się z trzema podstawowymi procesami:

- dostarczeniem produktu finalnego do miejsca jego ostatecznego przeznaczenia (w tym wypadku kluczowe są procesy transportu i ewentualnie magazynowania realizowane przez klienta),
- pozbycia się lub zagospodarowania opakowania,
- skutecznego pozbycia się zużytego wyrobu finalnego.

**Kwestia opakowania z produktu logistycznie sprawnego** może być rozpatrywana w kontekście dwóch zasadniczych procesów:

- zwrotu,
- utylizacji.

Proces zwrotu opakowania przez klienta wymusza zaangażowanie przedsiębiorstwa w projekt takiego opakowania (logistycznie sprawnego), które umożliwiłoby nie tylko odbiór opakowania od klienta, ale także ponowne jego zagospodarowanie w ramach przedsiębiorstwa. Oczywiście należałoby oszacować koszty tego typu rozwiązania i na chwilę obecną można powiedzieć, że większość przedsiębiorstw przemysłowych idzie drugą ścieżką: utylizacji. Utylizacja nie angażuje po stronie przedsiębiorstwa żadnych działań (nie jest elementem logistyki zwrotów i utylizacji), obarczając klienta koniecznością pozbycia się opakowania. W takiej sytuacji opakowanie nie będzie miało charakteru logistycznej sprawności.

**Zużyty produkt logistycznie sprawny** jako trzeci proces po stronie klienta może być logistycznie sprawny bądź nie. Brak logistycznej sprawności w tym wypadku oznacza, że klient pozbywa się zużytego produktu w sposób najbardziej mu odpowiadający, a przedsiębiorstwo nie uczestniczy w żaden sposób w tym procesie. Nieco odmienne podejście prezentuje produkt finalny, w którym wykorzystano koncepcję DfL. Oznacza to, że przedsiębiorstwo jest gotowe wprowadzić system logistyczny odbioru zużytych wyrobów gotowych, przewidując ich ponowne wdrożenie kolejno do etapów dystrybucji (jako np. części zamienne), produkcji (np. jako części montażowe), zaopatrzenia (np. jako surowce i materiały), a dopiero na końcu oddając utylizacji jak najmniejszą część zużytego produktu. Specyfika produktów, ich parametry, podatność projektowa i wiele innych uwarunkowań może doprowadzić do tego, że nie będzie możliwości wykorzystania logistyki zwrotów. W ten sposób, pozostaje przedsiębiorstwu wybór ścieżki racjonalizacji lub optymalizacji procesów logistycznych.

**Pierwszy z procesów logistycznych leżących po stronie klienta** posiada także swoje założenia i uwarunkowania. Analizując produkt pod kątem jego logistycznej sprawności w aspekcie klientów końcowych (którymi mogą być zarówno gospodarstwa domowe jak i przedsiębiorstwa przemysłowe) należałoby wyraźnie określić statut klientów końcowych. Koncentrując się tylko na gospodarstwach domowych, nie podlega dyskusji fakt, że zakup dóbr codziennego użytku wiąże się z procesami logistycznymi, związanymi z transportem, magazynowaniem i wśród bardziej świadomych klientów zarządzaniem zapasami. Zatem, z punktu widzenia klienta, kluczowym elementem staje się kwestia wagi wyrobu gotowego oraz sposobu jego pakowania, a więc opakowania wraz z kluczowymi jego parametrami – materiału, wymiarów i wagi.

Obserwacja codziennych czynności zakupowych pozwala zauważyć, że czynności logistyczne wykonywane z codziennymi zakupami znacznie częściej wykonywane są w stosunku do produktów, których waga i wymiary nie stanowią dla ostatecznego odbiorcy kłopotu. W przypadku produktów większych co do wymiarów i wagi, zachowania logistyczne klientów są stopniowo przekazywane podmiotom, które posiadają możliwości realizacji logistyki klienta dla specyficznych wyrobów. Oczywiście bardzo ciekawe byłyby badania zachowań klientów w kontekście logistyki zakupionych towarów, ale należałoby je traktować jako dalszą część badań nad logistyczną sprawnością produktów. Można byłoby w obrębie tego zagadnienia postawić swobodne założenie, że myślenie logistyczne (w kategorii operacji transportowych, magazynowych czy też zarządzania zapasami) występuje w tej części gospodarstw domowych, które mają „wszędzie daleko”. Określenie „wszędzie daleko”, odnosiłoby się do odległości od podstawowych miejsc codziennych czynności zakupowych, począwszy od coraz rzadziej kupowanej prasy, przez piekarnię, zakupy spożywcze oraz przemysłowe do domu, zakupy paliwa, na sporadycznych zakupach sprzętu AGD, mebli czy innych dóbr konsumpcyjnych kończąc. Dla tej grupy klientów, optymalizacja dróg transportowych (przy okazji pobytu w danej miejscowości zostanie wykonany także zakup paliwa oraz innych produktów), ale także tworzenie zapasów oraz zarządzanie nimi oraz magazynowanie odgrywa ważną rolę. Stąd też potencjalnie powinna pojawić się skłonność do wyższej podatności na realizację logistycznych czynności zakupowych we własnym zakresie.

Druga grupa klientów, reprezentowałyby tych klientów dla których transport, magazynowanie lub zarządzanie zapasami jest sprawą kompletnie obcą, ponieważ mają „wszędzie blisko” – obywatele głównie dużych miast lub miejsc zamieszkania w pobliżu centrów miast. Funkcje magazynowania i zarządzania zapasami przejmują pobliskie punkty sprzedaży, a funkcja transportu, jeśli nie może być wykonana we własnym zakresie, może być zlecona (outsourcing) zewnętrznym podmiotom (dostawom sklepowym lub np. Taxi).

Dodatkowo, należy zwrócić uwagę, że branża usługowa TSL (Transport/Logistyka/Spedycja) lub same punkty sprzedaży, zauważając niszę w sferze logistyki konsumenckiej, szczelnie ją wypełnia, oferując cały zakres usług logistycznych związanych z zakupem dóbr konsumpcyjnych. Dzieje się tak dlatego, że spora grupa nabywców, z różnych powodów (które także mogłyby być doskonałym obszarem badań) nie chce partycypować w logistycznych procesach manipulacyjnych (załadunek, transport, rozładunek, ulokowanie we właściwym miejscu itp.) o ile nie wiąże się to oczywiście ze koniecznością ponoszenia kosztów, które byłyby dla nabywcy nie do zaakceptowania. Z zaprezentowanych przemysłów wyłania się hipotetyczny model zachowań logistycznych konsumentów finalnych – tabela 14.

Tabela 14. Zachowania konsumentów w aspekcie logistyki

		Postawa logistyczna	
		Outsourcing logistyczny	Samoobsługa logistyczna
Typ nabywcy	AKTYWNY Wszędzie „daleko”	rzadko	CZĘSTO
	BIERNY Wszędzie „blisko”	CZĘSTO	rzadko

Źródło: opracowanie własne.

Zaprezentowany model pozwala zadać bardzo zasadne pytanie kto ma być beneficjentem logistycznej sprawności produktu z punktu widzenia klienta? Oczywiście, na to retoryczne pytanie odpowiedź nasuwa się sama. Wynika z niej, że jeśli przedsiębiorstwo chce uwzględniać logistykę konsumenta w projektowanym produkcie, to wie, że dotyczyć powinno to klientów, którzy chcą „wziąć sprawę w swoje ręce”, a więc są skłonni wykonywać różnorodne czynności logistyczne (i nie tylko) we własnym zakresie.

Zaprezentowane przemyślenia pozwalają wnioskować, że aktywna postawa przedsiębiorstwa w obszarze logistycznej sprawności produktów wymaga także aktywnej postawy klienta w ramach omawianego zagadnienia. W ten sposób można utworzyć model logistycznej sprawności produktu, będący swoistą syntezą prezentowanych przemyśleń – rysunek 18.



Rys. 18. Model postaw przedsiębiorstwa i klienta w kontekście logistycznej sprawności produktu

Źródło: opracowanie własne.

Z punktu widzenia przedsiębiorstwa produkcyjnego strategiczna decyzja opiera się na wyborze aktywnej lub biernej postawy względem logistycznej sprawności produktu. Jeśli przedsiębiorstwo wybiera postawę bierną, to w zasadzie z punktu widzenia przedsiębiorstwa logistyka traktowana jest tylko i wyłącznie w sferze funkcjonalnej, podlegającej minimalizacji kosztowo-czasowej. Przedsiębiorstwo dostarcza wtedy na rynek produkty, które trafiają do klientów poprzez wykorzystanie dostępnych na rynku rozwiązań logistycznych. Aktywna postawa przedsiębiorstwa kreuje przemyślane produkty, które w całym cyklu życia potra-

fią zatoczyć pełny cykl i ponownie trafić na rynek. Logistyka staje się wtedy strategicznym obszarem funkcjonowania przedsiębiorstwa, a staranność uwzględniania uwarunkowań logistycznych kluczowym elementem prac projektantów.

Zaangażowanie klienta w logistykę jest ważnym elementem opisywanego systemu. Aktywność klienta musi być kompensowana konkretnymi benefitami (np. możliwość posiadania produktu od ręki, korzystna cena, oszczędność środków związanych z potencjalnymi czynnościami logistycznymi), ponieważ może się okazać, że to klient we własnym zakresie, wykorzystując produkt logistycznie sprawny i stworzony przez przedsiębiorstwo system logistyczny, dokona czynności logistycznych związanych zakupem, pozbyciem się opakowania, czy też demontażem zużytego wyrobu gotowego, a następnie przekazaniem zdemontowanych części w sferę logistyki zwrotów przedsiębiorstwa – **wariant AA – logistyczna symbioza**. W wariantcie tym zakłada się, że sposób odbioru zużytego produktu finalnego, może być łatwiejszy w przypadku proaktywnej postawy. Wtedy to wyobrażalna jest sytuacja, w której przedsiębiorstwo dostarcza z wyrobem finalnym zarówno instrukcję montażu (jeśli jest konieczna) czy też instrukcję uruchomienia i eksploatacji, wraz z instrukcją postępowania ze zużytym wyrobem zawierającą np. instrukcję demontażu oraz precyzyjnego wskazania co ze zdemontowanymi elementami klient ma zrobić. Oczywiście, nie wymienia się w tym miejscu elementów motywacji klienta do tego typu działań, pozostawiając to jako odrębny obszar badań konsumenckich.

W przypadku aktywnej postawy względem logistycznej sprawności produktu przedsiębiorstwa, przy biernej postawie konsumenta (**wariant AB – logistycznie korzystny zakup**) logistyczna sprawność produktu ułatwia w zasadzie klientowi proces logistycznego zakupu. A więc, daje pewną korzyść, dodatkową wartość dla klienta, choć sfera związana z gospodarką recykulacyjną zostaje wyłączona z aktywności przedsiębiorstwa. W przypadku biernej postawy klienta, przy aktywnym podejściu przedsiębiorstwa, kwestia pozbycia się przez klienta zużytego produktu finalnego realizowana jest w najprostszy dla klienta sposób, co może rodzić nieprzewidywalne dla przedsiębiorstwa konsekwencje. Wtedy to system odbioru zużytych wyrobów gotowych może się „rozszerzyć”, a wymiernym efektem tego rozszerzenia jest procentowo niższy powrót elementów lub surowców, które mogą stanowić ponowny wektor wejścia do systemu produkcyjnego<sup>303</sup>.

Przypadek, w którym przedsiębiorstwo wykazuje bierną postawę względem logistycznej sprawności przy jednoczesnej logistycznej bierności klienta, odpowiada **wariantowi BB**. W tym wariantcie przedsiębiorstwo, z różnych powodów, nie widzi korzyści uwzględnienia logistycznej sprawności produktu w ramach projektowania produktów (może być to spowodowane niskim poziomem logistycznej

---

<sup>303</sup> Szerzej opisywane zagadnienie można znaleźć w artykule zgłoszonym na XXI IGWT Sympozjum – Sustainability, Quality and Innovation: A Global View of Commodity Sciences, Roma Tre University – Koszewska M., Bielecki M., *Product circularity performance and consumer attitude and as key determinants of the effective implementation of the circular economy model. The case of furniture industry.*

podatności projektowej), a sam klient traktuje działania logistyczne jako zło konieczne – minimalizacja kosztów logistycznych po stronie klienta.

Ostatni z omawianych przypadków (**wariant BA**) nazwany został **logistyczną niedojrzałością**. Klienci chcą w tym wypadku wykazywać proaktywne podejście do logistyki, ale brak wykorzystania projektowania wspomagającego logistykę, skutkujący funkcjonowaniem na rynku produktów logistycznie niedoskonałych, marnotrawi potencjał korzyści, które mogłyby płynąć z rynku.

Zaprezentowane modele wyraźnie pokazują, że tylko aktywna postawa przedsiębiorstwa do logistycznej sprawności produktu powinna być determinantą, kreującą konkretne rozwiązania do obszaru projektowania wyrobów. Zarówno projektowanie opakowań, uwzględniające ich ponowne wykorzystanie lub ich recykling, a także wybór konkretnych parametrów wyrobów, które powinny podlegać racjonalizacji w ramach logistyki zwrotów i utylizacji stanowi ważny element działań przedsiębiorstwa. Odnosząc się do zaprezentowanych w pracy dziewięciu elementów logistycznej podatności projektowej, należy zauważyć, że jedynie architektura produktu, w kontekście standaryzacji i multifunkcjonalności części, daje przedsiębiorstwu potencjał rozwoju logistyki zwrotów i utylizacji.

W tym miejscu należałoby podjąć próbę określenia, które parametry z modelu logistycznej sprawności produktu będą istotne dla klienta. Jak wynika z modelu LSP, parametry produktu zostały podzielone na trzy podstawowe grupy; cechy, właściwości i architektura. Z punktu widzenia logistyki zakupu realizowanej przez klienta (niezależnie czy logistycznie aktywnego czy też biernego) każdy z dziewięciu szczegółowych parametrów produktu będzie miał nieco inne znaczenie dla klienta tabela 15.

Tabela 15. Model logistycznej sprawności produktu w kontekście parametrów produktu z punktu widzenia klienta

<b>0 – Poziom produktu</b>			
<b>Przepływ</b>		<b>Organizacja przepływu</b>	
<b>Cechy</b>	<b>Właściwości</b>	<b>Architektura</b>	
<b>C1</b> Kształt	<b>W1</b> Odporność i podatność na transport i procesy wspomagające	<b>A1</b> Standaryzacja / Modułowość	
<b>C2</b> Wymiar	<b>W2</b> Odporność i podatność na magazynowanie i procesy wspomagające	<b>A2</b> Multifunkcjonalność	
<b>C3</b> Waga	<b>W3</b> Opakowanie	<b>A3</b> Konfigurowalność	
<b>I – Poziom procesu zakupu</b>			
<b>Transport/Magazynowanie</b>	<b>Opakowanie</b>	<b>Zarządzanie zapasami</b>	<b>Obsługa zamówień</b>
<b>II – Poziom łańcucha dostaw Klienta</b>			
<b>Fazy łańcucha dostaw</b>			
<b>Dystrybucja</b>		<b>Zwroty i Utylizacja</b>	

Źródło: opracowanie własne.

Jak założono wcześniej, zaangażowanie klienta w logistycznej sferze zakupu wiąże się z dwoma podstawowymi elementami: transportem zakupionego produktu oraz opakowaniem zakupionego produktu, które w sposób obiektywny wpływa na proces transportu. Obydwa wskazane procesy wiążą się z fizycznym przemieszczeniem zakupionego produktu z punktu nabycia do punktu docelowego. Niezależnie od postawy klienta (aktywna - bierna), takie cechy jak waga produktu, a także parametry opakowania stają się dla procesu kluczowe. Wynika stąd, że kwestia cechy C1 (kształtu i materiału) jest w kontekście logistycznej sprawności produktu, rzeczą wtórną i mniej istotną. Z kolei wymiary produktu (cecha C2) oraz waga produktu (cecha C3) mają pośredni wpływ na logistykę zakupów. Waga będzie determinować wysiłek konieczny do procesów manipulacyjnych, związanych z załadunkiem i rozładunkiem zakupionego wyrobu, zaś wielkość produktu finalnego (długość×szerokość×grubość) pośrednio będzie wpływać na wymiary jednostki transportowej wyrobu<sup>304</sup>.

Przyglądając się właściwościom, należy zwrócić uwagę, że podatność transportowa i magazynowa będzie tu rozpatrywana w nieco innym ujęciu aniżeli w przypadku przedsiębiorstwa produkcyjnego. Jak wspomniano wcześniej idea logistycznej sprawności produktu w przedsiębiorstwie produkcyjnym, zmierzać będzie do tworzenia jednostek ładunkowych, które pozwalają efektywnie przemieszczać wyprodukowane wyroby w sferze dystrybucji. Z punktu widzenia klienta, istotna będzie jednostka sprzedażowa oraz jej parametry opakowaniowe. Oznacza to, że przedsiębiorstwo optymalizując jednostki ładunkowe, powinno uwzględniać podatność transportową jednostek sprzedażowych – parametry W1-podatność transportowa i W2-podatność magazynowa. Parametr W3 może być w tym miejscu rozpatrywany tylko w kontekście opakowania i, jak wspomniano wcześniej, stanowi ważny element logistyki zakupów.

Ostatnie elementy związane z architekturą mają także pośredni wpływ na logistykę zakupów. Standaryzacja (parametr A1) architektury produktu i multifunkcjonalność (parametr A2) zostają dla klienta w zasadzie bez znaczenia, zaś modułowość zwiększać może atrakcyjność produktu. Podobnie zresztą jak parametr A3 – personalizacja, który także może poprawiać atrakcyjność wyrobu.

### **2.3. Metodyka badań logistycznej sprawności produktu**

Ogół danych związanych z parametrami produktu modelu logistycznej sprawności wymaga wskazania przynajmniej kilku aspektów związanych z metodyką postępowania w przypadku produktów logistycznie sprawnych dotyczących:

- określenia założeń i wytycznych do prowadzenia badań w tym zakresie,
- zdefiniowania podstawowych mierników i wskaźników wynikających z założeń i wytycznych do prowadzenia badań,

---

<sup>304</sup> Wymiary transportowe powinny być determinowane przez przynajmniej jeden z prezentowanych parametrów.



- zaprezentowania podejść do procesu projektowania, wspomagającego logistykę oraz kreującego produkty logistycznie sprawne.

Określenie wytycznych i założeń do prowadzenia badań nad logistyczną sprawnością produktu wymaga uwzględnienia złożoności omawianego zagadnienia, a także wskazuje trudność z doбором obiektów badań, która jest związana z różnorodnością produktów dostępnych na rynku. Drugim bardzo istotnym aspektem jest kwestia dostępności do danych związanych z parametrami produktu, przy czym największy potencjał do zbierania danych posiadają parametry produktu związane z cechami (C2 – wymiar; C3 – waga), zaś parametry związane z właściwościami oraz architekturą są już znacznie trudniejsze do uzyskania z przedsiębiorstwa.

Zidentyfikowanie obiektów badań wymaga identyfikacji przedsiębiorstw, które w swojej praktyce wykorzystują DfL. Może się jednak okazać, że przedsiębiorstwa te mogą wykorzystywać zasady DfL, nie potrafiąc właściwie nazwać stosowanej metody. Wtedy możliwe jest działanie odwrotne, tzn. identyfikacja produktów na rynku dóbr konsumpcyjnych, które w szerokim zakresie spełniają założenia LSP. Na tej podstawie możliwe jest wskazanie przedsiębiorstwa, które wyroby te oferuje jako przedsiębiorstwa referencyjnego. Ponadto, wielce przydatny byłby w miarę swobodny dostęp do danych związanych z parametrami produktu, co ułatwia prowadzenie prac badawczych. Oczywiście kolejnym ważnym aspektem jest podatność projektowa oferowanych przez przedsiębiorstwo wyrobów. Wysoka podatność projektowa wyrobów gwarantuje możliwość obserwacji zmian konstrukcyjnych. W ten sposób późniejsze badania, pozwalają na identyfikację szerszego *spectrum* uwarunkowań logistycznej sprawności produktu. Analiza referencyjnego obiektu badań wymaga także analizy porównawczej z innymi przedsiębiorstwami pokrewnymi branżowo, w których dostęp do danych odnośnie parametrów produktu byłby również swobodny.

Dobór obiektów do analizy porównawczej powinien rozpocząć się od oszacowania potencjału badawczego związanego z możliwością swobodnego uzyskania syntetycznych danych związanych z parametrami produktu wynikającymi z modelu logistycznej sprawności produktu. Pozwoliłoby to doprowadzić do agregacji danych dotyczących referencyjnego obiektu badań oraz obiektów pokrewnych branżowo z największym potencjałem badawczym, co w konsekwencji doprowadziłoby do przeanalizowania wyników badań. Aby jednak można było przeanalizować wyniki badań, potrzebne jest opracowanie zestawu miar analitycznych dla modelu logistycznej sprawności produktu. Miary te powinny pozwolić skutecznie mierzyć i analizować opisywane zagadnienie.

Zdefiniowanie jednostek miary logistycznej sprawności produktu powinno podążać za modelem parametrów produktu w jego logistycznej sprawności. Pierwsze parametry to trzy podstawowe cechy, z których pierwsza cecha C1 – kształt/materiał ma charakter *stricte* jakościowy, zaś cechy C2 (wymiar) i C3 (waga) mają charakter ilościowy.

Analizowanie cechy C1 – kształt/materiał może przebiegać przynajmniej w dwóch płaszczyznach. Pierwsza związana z kształtem, a więc określeniem jaką

bryłą przestrzenną jest wyrób finalny i jakie niesie to konsekwencje dla jednostek ładunkowych i procesów logistycznych. Drugi, związany z materiałem, wymagałby przeprowadzenia dodatkowych analiz związanych z problematyką materiałoznawstwa pozwalających ocenić wyższość zastosowania jednych materiałów nad drugimi. Potencjał badawczy tego parametru, w kontekście szczegółów inżynierii materiałowej, nie jest zbyt wysoki, wymaga bowiem bądź to specjalistycznej wiedzy, jak dzieje się to w przypadku analizy materiałowej, bądź też dodatkowych badań związanych z wpływem konkretnych kształtów na procesy logistyczne. Umożliwia zidentyfikowanie grupy najczęściej występujących materiałów, ewentualnie ich relacji co do wagi produktu wraz z opakowaniem, która z punktu widzenia logistyki jest istotna.

W przypadku kształtów, sprawę badań można nieco uprościć, zauważając, że klasyczne sześciiany i prostopadłości są najczęściej obowiązującymi jednostkami ładunkowymi. W ten sposób badania nad logistyczną sprawnością produktu można byłoby rozpocząć od właśnie tego typu brył. W kształcie samego produktu, należałoby także uwzględnić możliwość demontażu wyrobu finalnego, jako ważny element mający wpływ na kształtowanie logistycznie sprawnych produktów. Kwestie potencjalnych miar demontażu występują najczęściej w przestrzeni projektowania wspomagającego demontaż i bardzo często opierają się na wskaźnikach recyklingowych<sup>305</sup> lub na skomplikowanych algorytmach matematycznych<sup>306</sup>. Oparcie narzędziowe logistycznej sprawności produktu o tego typu wskaźniki oznaczałoby ponowne rozszerzenie omawianego zagadnienia o nowe obszary, które, jak ocenia autor, doprowadziłyby do pojawiania się kolejnych warunków brzegowych utrudniających zamknięcie modelu w jednym syntetycznym opracowaniu. Zamiast wykorzystywać skomplikowane wzory matematyczne można posłużyć się prostym parametrem oddającym rodzaj materiału konstrukcyjnego wykorzystywanego do produkcji konkretnego wyrobu lub też liczbę czynności montażowych wykonywanych przez osobę zajmującą się montażem w ramach przywrócenia produktu do finalnej postaci. Taki parametr powinien być jednak opisywany jako miara pośrednia, która pozwoliłaby w dalszej części pracy odnieść się np. do opakowań.

Analiza materiałowa produktów mogłaby dać pewien pogląd na omawiane zagadnienie, tylko wtedy gdy udałoby się uchwycić i udowodnić, że:

- 1) na przełomie lat zaszły zmiany w zastosowaniu materiałów w wyrobie finalnym,
- 2) zmiany te były spowodowane kwestiami logistycznymi.

Aby można było prowadzić tego typu badania, konieczny jest dostęp do archiwalnych parametrów produktu, a więc prowadzenia badań generacyjnych uwzględniających szczegółowe dane o użytych materiałach oraz wiedzę z inżynierii materiałowej.

---

<sup>305</sup> Villalba G., Segarra M., Chimenos J.M., Espiell F., *Using the recyclability index of materials as a tool for design for disassembly*, Ecological Economics 50, 2004, ss. 195–200.

<sup>306</sup> Cappelli F., Delogu M., Pierini M., Schiavone F., *Design for disassembly: a methodology for identifying the optimal disassembly sequence*, Journal of Engineering Design, Vol. 18, No. 6, December 2007, ss. 563–575.

Cechy dotyczące wymiaru i wagi stanowią pośredni element ilościowy. Element ten odniesiony do np. wagi i wymiarów opakowań pozwala zauważać pewne właściwości logistycznej sprawności produktu. Miernikiem, który pozwoli przeprowadzić analizę zebranych danych może być miernik kubatury produktu ( $Wkp$ ) (miernik objętości), który liczony jest jako iloczyn długości, szerokości i wysokości wyroby finalnego – wzór 1.

$$Wkp = \text{długość} \times \text{szerokość} \times \text{wysokość} \text{ (cm}^3\text{)} \quad (1)$$

Stabilność i powtarzalność co do wykorzystywanych materiałów, a także wymiarów wyrobów finalnych (mająca bezpośredni wpływ na jednostki ładunkowe), pozwala wszystkim uczestnikom łańcucha logistycznego (włączając w to klientów końcowych) wyspecjalizować się w samych procesach logistycznych jak i ich organizacji, że efektywność i skuteczność tych procesów powinna rosnąć.

Miernik kubatury może zostać połączony z wagą wyrobów, tworząc miernik kubaturowo-wagowy. Miernik kubaturowo-wagowy ( $Wkw$ ) może określać kubaturę wyrobu gotowego wyrażoną w  $\text{cm}^3$  przypadającą na jeden kilogram wyrobu – wzór 2.

$$Wkw = \frac{\text{długość} \times \text{szerokość} \times \text{wysokość} \text{ (cm}^3\text{)}}{\text{waga gotowego produktu (kg)}} \quad (2)$$

Im wyższa będzie wartość tego miernika (1 kg będzie zawierał większą przestrzeń – np. styropian), tym z punktu widzenia optymalizacji procesów logistycznych transportu i magazynowania będzie to mniej korzystne (problem z kubaturowym przemieszczaniem i magazynowaniem produktu). Im mniejsza będzie wartość tego miernika oznaczać to będzie konieczność uwzględnienia masy ładunkowej jako kluczowego elementu w procesach transportu i magazynowania. Wynika stąd, że miernik kubaturowo-wagowy będzie przyjmować pewne optymalne parametry konkretnych wyrobów w konkretnych branżach.

Druża grupa parametrów produktu odnosi się do właściwości. Badanie właściwości produktu wiąże się ze zbieraniem danych dotyczących podatności transportowej i magazynowej oraz kwestii związanych z procesem pakowania i opakowaniami.

Podatność transportowa i magazynowa, jak wspomniano wcześniej, posiada już zaproponowane jednostki miar np. Bogdanowicz<sup>307</sup>. Badanie i analizowanie kwestii podatności transportowej i magazynowej dla wybranej grupy produktów, przy użyciu złożonych algorytmów byłoby dość żmudne. Można byłoby postawić także przypuszczenie, że efekt tych prac nie doprowadziłby do ograniczonej liczby uogólnień, a tylko poszerzyłby zakres prezentowanego opracowania o kolejny wątek. Ponieważ kwestie te, bez wątpienia, są istotne w modelu logistycznej sprawności produktu, to przyjęto w tym miejscu założenie, że parametry  $W1$  (podatność na transport) oraz  $W2$  (podatność na magazynowanie) będą rozpatrywane tylko i wyłącznie według kryterium swobody dostępu do danych. Oznacza to, że tak naprawdę możliwość swobodnego dostępu do informacji odnoszących się do

---

<sup>307</sup> Bogdanowicz S., *Podatność. Teorie i zastosowanie w transporcie, ...*, dz. cyt.

wykorzystywanych w przedsiębiorstwie rozwiązań dotyczących operacji transportu i magazynowania będzie decydowała o zakresie wykorzystania tych informacji w pracy.

Nieco inaczej kształtuje się sytuacja z kryterium W3 – podatnością opakowaniową i opakowaniem. Analiza sposobu zapakowania wyrobów, umieszczenia poszczególnych elementów wyrobu finalnego lub całego wyrobu finalnego w opakowaniu, składa się tak naprawdę na kubaturę samego opakowania. Uznano zatem, że parametry opakowania takie, jak: wymiary (długość, szerokość, wysokość), waga, liczba sztuk opakowań pozwalają ustalić całkowitą kubaturę opakowania według następującego wzoru (3) – miernik kubatury częściowej k-tego opakowania ( $Wkc_o$ ):

$$Wkc_o = \text{długość} \times \text{szerokość} \times \text{wysokość} \text{ (cm}^3\text{)} \quad (3)$$

Suma  $WKC_o$  wszystkich opakowań, pozwoli ustalić miernik kubatury opakowaniowej pojedynczego produktu ( $WKC$ ) oznaczony wzorem (4):

$$Wkc = \sum_k^n WKC_k \text{ (cm}^3\text{)} \quad (4)$$

Sam miernik kubatury opakowania informować może tylko o przestrzennej wielkości opakowania. Połączony z analizą wymiarów opakowania może pozwolić na symulację formowania jednostek ładunkowych, co pokazywałoby w pewien sposób podatność transportową i magazynową oferowanych produktów. Niestety wymagałoby to także narzędzi informatycznych wspomagających symulacje w tym zakresie, a i zakres analizowanych danych byłby bardzo szeroki.

Dlatego autor postanowił zdefiniować **wskaźnik kompresji opakowaniowej** ( $Wko$  – wzór 5), który oddawałby relacje między kubaturą wyrobu finalnego a kubaturą jego opakowania.

$$Wko = \frac{Wkc}{Wkp} \quad (5)$$

Wydaje się rzeczą dość oczywistą, że im mniejszy wskaźnik  $Wko$ , tym wyższa jest podatność transportowa w kontekście ładunku dla przedsiębiorstwa, a co za tym idzie także i dla klienta (o ile jest to pozytywnie skorelowane z wagą produktu). Im bardziej maksymalizują się cechy wyrobu (wzrastają wymiary, waga oraz komplikuje się kształt), tym większego znaczenia nabiera wskaźnik  $Wko$  jako kluczowy element logistyki.

Wskaźnik kompresji opakowaniowej pozwala także pokazać pewną zależność odnoszącą się do podatności transportowej i magazynowej. Im mniejszy jest wskaźnik kompresji opakowaniowej tym wzrastać powinien stopień standaryzacji jednostek ładunkowych. Najprostszym przykładem dla zaprezentowanego przypuszczenia mogą być konsumpcyjne produkty wielkogabarytowe (meble, pralki, lodówki), które uwzględniają możliwość uczestniczenia w procesach logistycznych klienta końcowego. Duże AGD, jak nazywana jest kategoria asortymentowa produktów, w których występują między innymi pralki i lodówki charakteryzuje się niską liczbą operacji montażowych wykonywanych przez osobę, która pozwala osiągnąć wyrobowi gotowemu ostateczny kształt. Meble, w wielu przypadkach są

zdemontowane do tego stopnia, że wskaźniki kompresji opakowaniowej powinny być względnie niskie – oczywiście jest to zależne od konstrukcji danego wyrobu finalnego – w tym miejscu konkretnego mebla. Meble wykazują znacznie wyższą podatność projektową aniżeli pralki lub lodówki, w których wskaźnik kompresji opakowaniowej powinien być względnie stały, niezależnie od producenta. Wynika to nie tylko ze standaryzacji tych produktów (np. wymiarów, rodzaju użytych materiałów itp.), ale także z ograniczonej liczby operacji montażowych realizowanych w trakcie oddawania produktu do ostatecznego użytkownika.

Skoro tak jest, znormalizowane w znacznie szerszym zakresie sprzęty AGD, kompensować muszą niską logistyczną podatność projektową poprzez optymalizację procesów logistycznych, co jest zgodne z prezentowanymi w poprzednich rozdziałach założeniami. W przypadku mebli, zakres rozwiązań umożliwiających wsparcie logistycznej sprawności produktu po stronie konsumenta, ale także i po stronie przedsiębiorstwa, jest zdecydowanie większy, ponieważ mają one wyższy potencjał podatności projektowej, na który wpływa także stopień demontażu wyrobu finalnego oddawanego w ręce klienta.

Jak widać, takie podejście wymusza aktywną postawę klienta. Samoobsługa klienta w sferze logistycznej, jest także ciekawym zagadnieniem z punktu widzenia logistycznej sprawności produktu. Pozwala bowiem przesuwać linię zaangażowania klienta nie tylko w stronę procesów logistycznych, ale także innych, dodatkowych działań jak np. montaż lub demontaż czy też zapakowanie i rozpakowanie, które mogą procesy logistyczne wspierać. Oczywiście tego typu działanie musi mieć podstawowy bodziec jakim bardzo często są niższe koszty zakupu lub innego rodzaju motywatory. Wydaje się, że samoobsługowość logistyczna klienta stwarza potencjał konieczny do uwzględnienia w badaniach logistycznej sprawności produktu. Warto przy tym zwrócić uwagę, że samoobsługowość klienta, a więc jego zaangażowanie się w logistykę produktu, dotyczy będzie tylko i wyłącznie dwóch faz łańcucha dostaw, tj. logistyki dystrybucji oraz logistyki zwrotów i utylizacji. Oznacza to, że tylko w tych miejscach można włączyć klienta w sferę działań logistycznych.

Do omówienia pozostała jeszcze ostatnia grupa parametrów w modelu logistycznej sprawności produktu związana z architekturą wyrobu. Pierwszy z parametrów A1 – standaryzacja, (która jest elementem architektury produktu) wiązać się będzie z wykorzystywaniem w produktach finalnych standardowych elementów. Im większy będzie stopień powtarzalności elementów, tym wpływ na procesy logistyczne i łańcuch logistyczny powinien być korzystniejszy. Opiera się to na założeniu, że im bardziej konstrukcyjnie zbliżone są do siebie produkty tym ich wskaźnik standaryzacji powinien być wyższy. Oczywiście idealną sytuacją byłby wysoki wskaźnik standaryzacji dla wszystkich grup asortymentowych, ale wymagałoby to mocnego zaangażowania projektantów.

Do pomiaru stopnia standaryzacji autor zaproponował trzy podstawowe wskaźniki wynikające z metodyki podejścia do pomiaru standaryzacji:

- duplikatów ( $Wd$  – sygnał śledzenia standaryzacji),
- krotności wystąpienia standaryzacji ( $Wks$ ),
- wskaźnik nasycenia standaryzacją ( $Wns$ ).

Sygnal śledzenia standaryzacji  $Wd$  – wzór (6) obrazuje liczbę zduplikowanych elementów montażowych w danej grupie wyrobów. Należy przy tym zwrócić uwagę, że sygnał śledzenia standaryzacji, jak sama nazwa wskazuje, informuje tylko o tym, że istnieje standaryzacja bez jakościowej jej analizy.

$$Wd = \frac{\text{Liczba części montażowych pozostałych po usunięciu duplikatów}}{\text{Sumaryczna liczba wszystkich części montażowych}} * 100\% \quad (6)$$

Jakościowe zmiany w standaryzacji może zobrazować wskaźnik krotności wystąpienia standaryzacji (wzór 8) oraz wskaźnik nasycenia standaryzacją ( $Wns$ ) – wzór 9. Wskaźnik procentowej powtarzalności standaryzacji ( $Wks$ ) obrazuje procentowy udział w wielokrotności powtarzania się danej części badanej grupie wyrobów.

$$Wpps = \frac{\text{Liczba wystąpień danej części w wyrobie}}{\text{Liczba wszystkich wyrobów}} * 100\% \quad (7)$$

Jeśli przyjmując, że liczba części montażowych pozostałych po usunięciu duplikatów zostanie umieszczona w kolumnach, zaś wiersze odpowiadać będą konkretnym wyrobom finalnym, to liczba miejsc na skrzyżowaniu wierszy i kolumn będzie informować o wystąpieniu w liczbie  $n$  sztuk danej części w danym wyrobie. Powstać może w ten sposób wizualna prezentacja omawianego wskaźnika, czyli macierz, w której zaciemnione pola oznaczone konkretną liczbą całkowitą (obrazujące wystąpienie danej części w danym wyrobie) będą skonfrontowane z polami niezaciemnionych, a więc nie mających takiej relacji – np. załącznik 6. Stosunek jednych pól do drugich obrazuje stopień nasycenia standaryzacją.

$$Wns = \frac{\text{Liczba pól w których wystąpiła zależność część/wyrób}}{\text{Sumaryczna liczba wszystkich pól macierzy}} * 100\% \quad (8)$$

Wskaźniki standaryzacji nawiązują w pewnym sensie do dostępnych już rozwiązań. Martin i Ishii<sup>308</sup> w swoim opracowaniu projektowanie wspomagające różnorodność zwrócili właśnie uwagę na kwestie standaryzacji części i modułowości. Zaproponowali oni wskaźniki różnorodności produktu przestrzenne i generacyjne, których logika w pewnym sensie nawiązywała do prezentowanych wskaźników.

Oprócz standaryzacji i modułowości w grupie parametrów produktów opartych o architekturę można wskazać jeszcze dwa elementy: pierwszy związany z multifunkcjonalnością w zasadzie, możliwy do wyliczenia na podstawie procentowego wskaźnika powtarzalności multifunkcjonalności –  $Wpm$  – wzór 9:

$$Wpm = \frac{\text{Liczba części użytych przynajmniej do dwóch innych funkcji}}{\text{Liczba wszystkich części}} * 100\% \quad (9)$$

---

<sup>308</sup> Martin M., Ishii K., *Design for variety: developing standardized and modularized product platform architectures*, Research in Engineering Design, Vol. 13, 2002, ss. 213-235 .

Procentowy wskaźnik multifunkcjonalności pokazuje jaką skalę zjawiska wśród wszystkich części reprezentuje wykorzystanie danej części do zupełnie innej funkcji (np. dla jednego rozwiązania śruba stanowi element połączenia, dla innego rozwiązania ta sam śruba stanowi element ustalający).

Drugi element parametrów produktu z grupy architektura dotyczył konfigurowalności (personalizacji). Owa konfigurowalność, z punktu widzenia logistyki, powinna przejawiać się dwoma przeciwstawnymi celami:

- 1) zapewnienie klientowi jak najszerszego wyboru (personalizacja),
- 2) zapewnienie przedsiębiorstwu jak najwęższego asortymentu, co doprowadza do standaryzacji i powtarzalności czynności logistycznych.

Z punktu widzenia pragmatycznego podejścia do logistyki te dwa cele są ze sobą sprzeczne. Skoro tak, to zakres możliwych do wyboru wariantów produktowych powinien być względnie stabilny lub powinien maleć, jednocześnie pozostawiając klientowi możliwość wyboru.

W tym wypadku, tendencja przedsiębiorstw produkcyjnych powinna zmierzać do zmiany możliwych pozycji asortymentowych *in minus* lub ich utrzymywaniu na względnie minimalnym, stabilnym, poziomie.

Ponadto, podatność na organizację fizycznego przepływu wyrobu opiera się na procesach obsługi zamówień oraz zarządzania zapasami. Uwarunkowania funkcjonowania wymienionych procesów, związane są bardziej ze sferą organizacyjno-zarządczą aniżeli ze sferą infrastrukturalną, a także ze sferą architektury produktu. Doskonalenie procesów obsługi zamówień w kierunku ich upraszczania, a także racjonalizacja zapasów magazynowych, idące w kierunku ich minimalizowania, stanowią najważniejsze wyzwania stawiane tej grupie podatności. Podatność ta, będzie jednak silnie zależna od oczekiwań konsumenckich płynących z rynku. Oznacza to, że im większa będzie oczekiwana różnorodność asortymentowa i produktowa płynąca z rynku, tym trudniejsze powinny stawać się procesy obsługi zamówień i zarządzania zapasami.

Takie założenie byłoby słuszne, o ile różnorodność asortymentowa lub produktowa wymagałaby tworzenia wysoce spersonalizowanych produktów bazujących na niestandardowych komponentach i produkcji jednostkowej. W takim razie, im większy stopień standaryzacji w architekturze produktów i asortymentów, tym sfera zarządzania zapasami i obsługi klienta powinna stawać się z punktu widzenia przedsiębiorstwa łatwiejsza do organizacji i zarządzania.

Złożoność procesów logistycznych, uwarunkowań funkcjonowania i cech łańcuchów dostaw uniemożliwia odniesienie prezentowanego zagadnienia do ilościowej oceny stopnia sprawności ze względu na brak relatywizmu takiej oceny. Wzrost efektywności transportu może doprowadzać do konkretnego spadku wskaźnika obsługi zamówień i zarządzania zapasami, co utrudnia w końcowym efekcie określenie stopnia logistycznej sprawności. Niemniej cała koncepcja służyć powinna przemyśleniu roli konstrukcji produktu w procesach logistycznych oraz relacji wiążących parametry produktu (cechy, właściwości i architekturę) z procesami i fazami logistycznymi.

Bardzo ważnym elementem logistycznej sprawności produktu powinna stać się analiza jej efektywności w kontekście logistyki i łańcucha dostaw. Wymagałaby ona jednak tak dużej liczby danych i informacji z badanych przedsiębiorstw, że istniałoby realne zagrożenie braku możliwości pozyskania tego typu wyników zapytań badawczych.

Badania nad problematyką logistycznej sprawności produktu mają złożony charakter. Wynika to z faktu łączenia w omawianym zagadnieniu wielu obszarów wiedzy, od projektowania przez logistykę, łańcuch dostaw, na jakości produkcji czy też zachowaniach klientów kończąc. Nie ułatwia także sprawy mnogość i różnorodność oferowanych na rynku produktów, które stanowią pewnie zamknięty zbiór, ale o bardzo dużej liczebności.

Badania logistycznej sprawności produktu nie ułatwiają także różnorodne uwarunkowania rynkowe. Począwszy przykładowo od marketingowego podejścia do produktu, w którym między innymi marketing mix (Produkt, Cena, Promocja, Dystrybucja) lub inne jego odmiany<sup>309</sup> decyduje o zachowaniach nabywczych klientów, poprzez np. organizacyjne, wiążące się z łączeniem się lub wykupowaniem przedsiębiorstw w ramach globalnych fuzji i przejęć korporacyjnych. Doprowadzać to będzie do ciągłej zmienności oferowanych produktów, a także zmiany charakterystyk parametrów produktu. Wspomniana niestabilność właścicielska marek produktów powoduje, że śledzenie uwarunkowań projektowania i rozwoju produktu jest szczególnie utrudnione.

Nie pomagają również fakt wąskiej skali wykorzystywania rozwiązań z grupy DfX, typu projektowanie wspomagające logistykę, na rzecz innych, bardziej optymalizujących koszty rozwiązań, np. projektowania wspomagającego wytwarzanie lub montaż, które z punktu widzenia przedsiębiorstw produkcyjnych przynoszą zupełnie inne korzyści. Przedsiębiorstwa produkcyjne postrzegają bardzo często logistykę i procesy logistyczne przedmiotowo, traktując je jako działania operacyjne podlegające głównie minimalizacji kosztowej.

Kolejnym, a zarazem bardzo istotnym ograniczeniem, jest swobodny dostęp do wszelkiego rodzaju danych, dotyczących szczegółów produktów (parametrów produktów), który z racji ochrony, tzw. *know-how*, wymaga sformalizowanej i zbiurokratyzowanej formy pisemnych podań wiążących się z oczekiwaniem na odpowiedzi kierowników kolejnych szczebli, na zapytania dotyczące dostępności danych. Wniosek z tych argumentów jest taki, że badanie logistycznej sprawności produktu wymaga odnalezienia przedsiębiorstw, które nie tylko stosują rozwiązania projektowania wspomagającego logistykę, ale także posiadają system informacyjny o swoich wyrobach i o zmianach w wyrobach, do którego jest swobodny dostęp.

Wreszcie, badaniom powinny podlegać produkty posiadające wysoką logistyczną podatność projektową z równocześnie zaimplementowanymi rozwiązaniami koncepcji DfL. Musi więc być możliwa analiza produktowa, ale także śledzenie zmian w konkretnych latach, wskazująca kierunki optymalizacji

---

<sup>309</sup> Penc J., *Encyklopedia zarządzania. Podstawowe kategorie i terminologie*, dz. cyt., ss. 412-414.



produktowych, który wykazywałby, że logistyka, a w zasadzie jej fazy i procesy są z punktu widzenia przedsiębiorstwa istotne.

Jak wspomniano we wstępie opisywanego rozdziału, *spiritus movens* prac badawczych autora stał się zakup dwóch identycznych produktów na przełomie kilku lat i zwrócenie uwagi na zmiany jakie zaszły w nich, które bezdyskusyjnie udoskonalili logistykę zarówno punktu sprzedaży, jak i klienta. Oczywiście pozostaje otwarte pytanie, w jaki sposób została zrjonalizowana logistyka przedsiębiorstw produkujących owe wyroby finalne, czyli jaki wpływ miały zmiany wprowadzone przez producentów tych mebli. Zmniejszenie liczby operacji montażowych związanych z samym meblem, na pewno usprawniło przepływ, ale z drugiej strony próżniowe pakowanie poduszek stanowi dodatkową operację finalizującą proces wytwórczy. Powstaje mniejsza, pojedyncza paczka ułatwiająca dystrybucję wyrobu gotowego. Ten sposób myślenia stanowi jedynie przypuszczenie, które należałoby zweryfikować w kolejnych badaniach, które stanowiłyby uzupełnienie prezentowanych w tej publikacji prac naukowo-badawczych.

Przywołane w tym miejscu tylko wybrane wątpliwości badawcze pokazują, że empiryczna część prezentowanego opracowania może nastrożać trudności co do decyzji wyboru produktów i przedsiębiorstw spełniających zaprezentowane kryteria, na podstawie których, można byłoby zauważyć pewne ciekawe z punktu widzenia nauki zjawiska. Zjawiska, które posłużyłyby jako przykładowe wzorce, pozwalające nakreślić innym przedsiębiorstwom produkcyjnym dobre praktyki w zakresie projektowania wspomagającego logistykę, których efektem byłyby produkty logistycznie sprawne.

Na skutek tak wielu elementów zmiennych oraz sformułowanych barier uznano, że w celu rozpoczęcia naukowej dyskusji na temat logistycznej sprawności produktu jak i projektowania wspomagającego logistykę warto rozpocząć prace badawcze nad omawianym zagadnieniem od przedsiębiorstwa, które stało się inspiracją podjętego tematu. Wymaga to jednak znacznego ograniczenia zakresu badań nad omawianym zagadnieniem, sprowadzającego się do zaprezentowania wyników prac badawczych kilkudziesięciu, celowo wybranych przykładów wyrobów, które mogłyby posiadać potencjał do przedstawienia elementów logistycznej sprawności produktu.

Ponieważ cała koncepcja wzięła swoje początki od przedsiębiorstwa zajmującego się projektowaniem i dystrybucją mebli uznano, że wybór tego typu wyrobów do przeprowadzenia badań będzie zasadny. Oczywiście meble są względnie prostymi wyrobami finalnymi i może w tym miejscu pojawić się zarzut, że obiekty badań odbiegają dalece od nowoczesnych wyrobów gotowych, które na co dzień są użytkowane przez cywilizację XXI wieku. Na taki argument, można przytoczyć tylko jedno uzasadnienie. Otóż, celowy wybór takich obiektów stanowi początek prac naukowo badawczych nad problematyką logistycznej sprawności produktu oraz koncepcji projektowania wspomagającego logistykę. Istnieje bowiem bardzo duże zagrożenie związane z tym, że dobór bardziej złożonych obiektów badań skutkowałby utknięciem całego procesu badawczego w martwym punkcie. Zaprezentowana koncepcja jak i wyniki badań, stanowiąc będą istotny wkład naukowy

do opisywanego zagadnienia. Metody i zakres prowadzonych badań uwzględniające zaprezentowane w tym miejscu argumenty zostaną przedstawione w kolejnym rozdziale.

Badanie logistycznej sprawności produktu może być prowadzone za pomocą różnorodnych metod, których nadrzędnym celem jest uzyskanie bądź to jakościowych, bądź też ilościowych wyników. Bazując na stworzonym teoretycznym modelu jak i zaprezentowanym przykładzie, autor zdecydował się na metody analizy przypadku i studium przypadku jako jedne z wielu metod jakościowych (lub niestatystycznych strategii badawczych<sup>310</sup>), reprezentujących podejście idiograficzne, którego celem jest przedstawienie i wyjaśnienie pojedynczych (jednostkowych) faktów i zdarzeń<sup>311</sup>.

Bardzo przydatnym opracowaniem bazowym, które w tym miejscu uwzględnia specyfikę badań zagadnień logistycznych, choć na nieco innym poziomie (głównie prace dyplomowe), jest praca Bendkowskiego i Dohn – szczególnie w kontekście definiowania problemu badawczego oraz metody badań procesów logistycznych<sup>312</sup>. Proponowane przez autora badania, wymagały jednak poszerzenia badań literaturowych nad omawianym zagadnieniem.

Już w 1996 roku Elram<sup>313</sup> wskazała w jaki sposób można wykorzystywać koncepcję studium przypadku do badań związanych z zakupami i logistyką. W swoim opracowaniu zaprezentowała prostą tabelę – tabela 16, na bazie której dokonała klasyfikacji metod badawczych w zależności od kluczowych celów badawczych oraz zadawanych pytań<sup>314</sup>.

Autorka wykazała, że doskonałym sposobem wykorzystania metody *case study* w obszarze logistyki są zagadnienia, takie jak:

- zbadanie problemów związanych z wdrażaniem i możliwościami zastosowania sztucznej inteligencji i systemów eksperckich w logistyce,
- zrozumienie wpływów różnych rodzajów logistyki na struktury organizacyjne dotyczące roli logistyki w organizacji,
- zrozumienie procesu decyzyjnego związanego z outsourcingiem działań logistycznych,
- rozwojowi teorii związanej z wpływem zarządzania materiałami jako istotnego obszaru zarządzania w przedsiębiorstwie<sup>315</sup>.

---

<sup>310</sup> Dul J., Hak T., *Case Study Methodology in Business Research*, Butterworth-Heinemann, Oxford 2008, ss. 3-6.

<sup>311</sup> Matejun M., *Metoda studium przypadku w pracach badawczych młodych naukowców z zakresu nauk o zarządzaniu*, Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr. 666, Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu, Nr 19/2011, s. 204.

<sup>312</sup> Bendkowski J., Dohn K., *Logistyka: pisanie pracy dyplomowej, kwalifikacyjnej: zasady pisania, studia przypadku*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2015, ss. 41-54 oraz ss. 105-179.

<sup>313</sup> Elram L., *The use of the case study method in Logistics Research*, Journal of Business Logistics. Vol. 17, No. 2, 1996, s. 93.

<sup>314</sup> Tamże, s. 98.

<sup>315</sup> Elram L., *The use of the case study method in Logistics Research*, dz. cyt., s. 115.

Z zaprezentowanej tabeli 16, wyraźnie wyłania się grupa celów związanych z odkrywaniem i wyjaśnianiem zawartych wokół pytań: jak i dlaczego? Wśród jakościowych metod służących badaniom opisywanych zagadnień analiza przypadków i studium przypadku<sup>316</sup>, wydają się być właściwe do wykorzystania na tym etapie prac badawczych.

Tabela 16. Klasyfikacja metod badawczych w zależności od kluczowych celów badawczych oraz zadawanych pytań

CEL	PYTANIA	PRZYKŁADY WŁAŚCIWYCH METODOLOGII
Odkrywanie	Jak? Dlaczego?	<b>Jakościowe:</b> - eksperyment - studium przypadku - obserwacja współuczestnicząca
	Jak często? Jak dużo? Jak wiele? Kto? Co? Gdzie?	<b>Ilościowe:</b> - ankieta - wtórna analiza danych
Wyjaśnianie	Jak? Dlaczego?	<b>Jakościowe:</b> - eksperyment - studium przypadku - obserwacja współuczestnicząca - teoria ugruntowana - analiza przypadku
Opisanie	Kto? Co? Gdzie? Jak wiele? Jak dużo?	<b>Ilościowe:</b> - ankiety - wtórna analiza danych
	Kto? Co? Gdzie?	<b>Jakościowe:</b> - studium przypadku; - eksperyment; - teoria ugruntowana; - analiza przypadku; - obserwacja współuczestnicząca
Przewidywanie	Kto? Co? Gdzie? Jak wiele? Jak dużo?	<b>Ilościowe:</b> - ankiety - wtórna analiza danych
	Kto? Co? Gdzie?	<b>Jakościowe:</b> - studium przypadku; - eksperyment; - teoria ugruntowana; - analiza przypadku; - obserwacja współuczestnicząca

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: Elram L., The use of the case study method in Logistics Research, Journal of Business Logistics. Vol. 17, No. 2, 1996, s. 93.*

<sup>316</sup> Więcej na temat studium przypadku można znaleźć w Strumińska-Kutra M., Koładkiewicz I., *Studium przypadku*, [w:] Jemielnik D., (red.), *Badania jakościowe, Metody i narzędzia*. Tom 2, PWN, Warszawa, 2012.

Eisenhardt K., *Bouilding Theories from Case Study Research*, Academy of Management Review, Vol. 14, Nr. 4, 1998, ss. 532-550.

Flyvbjerg B., *Five Misunderstandings About Case-Study Research*, Qualitative Inquiry, Vol. 12, No. 2, 2006, ss. 219-245.

Jak wynika z zaprezentowanych w poprzednich rozdziałach rozważań, kluczowym aspektem logistycznej sprawności produktu są parametry produktu, a więc cechy, właściwości i architektura produktu. Poszukując pewnej logiki w projektowaniu produktów logistycznie sprawnych i zakresu wykorzystania koncepcji projektowania wspomagającego logistykę, należałoby w pierwszej kolejności poszukać relacji i zależności w tym zakresie. Wymaga to jednak szeregu informacji o produktach, które można w dowolnym momencie pozyskać. Ponieważ model logistycznej sprawności produktu, na poziomie 0 – poziom produktu, określa czynniki wchodzące w zakres cech, właściwości oraz architektury produktu, to należałoby w tym miejscu zwrócić uwagę, jakie dane są konieczne do pozyskania oraz jakie są możliwości pozyskania tych danych od przedsiębiorstwa.

Dlatego zaprojektowanie procesu badawczego wymaga także skonfrontowania teoretycznych parametrów produktu z możliwymi do pozyskania danymi i informacjami o produkcie. Dopiero na tej podstawie jest możliwe ustalenie zakresu prac badawczych. W pierwszym kroku należy opisać szczegółowe parametry produktu w kontekście potencjału badawczego oraz możliwości formułowania wniosków końcowych i odnoszenia ich do modelu logistycznej sprawności produktu.

W przywołanym modelu logistycznej sprawności produktu, cechy produktu zostały opisane przez trzy podstawowe parametry: kształt (materiał) produktu, wymiary podstawowe oraz waga produktu.

Badanie zagadnienia **kształtu wyrobu połączonych z materiałami** użytymi do wyprodukowania produktu finalnego stanowi duże wyzwanie. Z punktu widzenia jednostek handlowych i logistycznych, najbardziej optymalnym kształtem produktu finalnego lub jednostki handlowej produktu finalnego byłby sześcian lub prostopadłościan, którego wielokrotność zapełniałaby standardową paletę powierzchniowo oraz wysokościowo, tworząc odpowiednią kubaturę  $1200 \times 800 \times Y$  ( $Y$  zmienne w zależności od potrzeb procesów transportowo-magazynowych). Na tej podstawie powstały zalecane wymiary gabarytowe jednostek ładunkowych formułowane np. przez polskie normy<sup>317</sup>. Każdy inny kształt wymaga zastosowania właściwego opakowania, które także powinno być sześcianem lub prostopadłościanem. Badanie produktów pod tym kątem (czy kształt jednostki handlowej produktu jest sześcianem czy prostopadłościanem) jest możliwe do zrealizowania o ile byłyby łatwo dostępne wspomniane dane. Sprawa nieco bardziej komplikuje się w przypadku kształtów złożonych lub bazujących na okręgach. Wtedy to mnogość rozwiązań logistycznych w zakresie samych wyrobów jak i opakowań tworzy w zasadzie odrębne zagadnienie badawcze.

---

<sup>317</sup> PN-O-79021:1989 – Opakowania – System wymiarowy – Zakres: Norma dotyczy opakowań o przekroju prostokątnym i kołowym. Ustalono wymagania ogólne, dotyczące wymiarów opakowań jednostkowych i transportowych. Podano przykłady rozmieszczenia na paletach warstw opakowań. Przedstawiono schemat obliczania wymiarów opakowań jednostkowych.

Kwestia wykorzystywanego w produktach **materiału** jest jeszcze bardziej skomplikowana. Okazuje się bowiem, że o ile byłaby możliwość otrzymania informacji o materiałach zastosowanych w wyrobie, o tyle wątpliwości może budzić szczegółowość dostępnych informacji, szczególnie w kontekście materiałoznawstwa. Na przykład, określenie, że dany mebel wykonany jest z płyty pilśniowej lub płyty wiórowej, niestety ogólnie tylko informuje klienta co do zastosowanego materiału. Określenie liczby warstw, gęstości, stopnia zaklejenia, kształtu i wymiaru wiórów itp. parametrów zazwyczaj nie jest podawane do publicznej wiadomości przez producenta. Wynika to z przynajmniej dwóch przesłanek. Pierwszej, konsumenckiej, bazującej na założeniu, że klient nie do końca życzyłby sobie tego typu szczegółowych informacji (a w zasadzie nie są one mu kompletnie potrzebne). Drugiej, wynikającej z funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku, wiążącego się z udostępnianiem *know-how*, potencjalnej konkurencji. Niemniej, gdyby chciał przeanalizować omawiany parametr (materiał), konieczna byłaby wyczerpująca informacja odnośnie analizowanego materiału, a także wysoce specjalistyczna wiedza z różnych obszarów materiałoznawstwa.

Kwestie materiałów z których zbudowany jest produkt, pozwalają jednak poszukać relacji między zmianą wykorzystywanych materiałów a logistycznymi aspektami takich modyfikacji. Szczegółowa analiza struktury materiałowej użytych do produkcji wektorów wejścia jest w zasadzie na tym etapie prac badawczych niemożliwa do realizacji. Niemniej, obserwacja zmian różnorodności materiałów wykorzystywanych do produkcji na przełomie lat oraz ich potencjalnego wpływu na logistykę (np. relacja rodzaj materiału a waga wyrobu gotowego) może stanowić ciekawy punkt badań.

Inny z elementów opisujących parametry produktu związane z cechami to wymiar. **Wymiar** może być podany w sposób kubaturowy – mówiący o maksymalnych wymiarach produktu w układzie długości, szerokości i wysokości lub też promieni w przypadku produktów owalnych, które zostaną i tak w ramach procesów transportowo-magazynowych sprowadzone do konkretnej objętości (kubatury). Jak wcześniej wspomniano, wymiar kształtować będzie jednostkę handlową oraz logistyczną i byłoby wielce przydatne sprawdzenie relacji wymiarów maksymalnych produktu finalnego w stosunku do wymiarów jego opakowania. Wymiary produktu finalnego, a także jego opakowania stanowią zatem ważne dane, które w ramach prowadzonych badań byłyby konieczne do uzyskania.

Ostatnia z prezentowanych cech to **waga produktu** (ewentualnie waga produktu wraz z opakowaniem). Waga produktu, pozwala w zasadzie określić liczbę jednostek handlowych mogących tworzyć jednostki logistyczne. Zidentyfikowanie i pozyskanie danych dotyczących wagi produktu, podobnie jak wymiarów stanowi ważny element modelu logistycznej sprawności produktu. Należy jednak zauważyć, że z punktu widzenia klientów, szczególnie tych, którzy zakładają, że logistyka zakupu produktu zostanie zrealizowana przez wyspecjalizowane podmioty gospodarcze, ta dana nie zawsze jest istotna, a w związku z tym można przypuszczać, że ta informacja niekoniecznie będzie udostępniana na rynku.

Drugi z omawianych parametrów produktu to **właściwości wyrobów**. Elementy związane z właściwościami produktu to ich odporność na transport, magazynowanie oraz podatność na pakowanie.

**Odporność na transport i magazynowanie** wymagałaby prześledzenia przynajmniej kilku kluczowych czynników, tzn.:

- materiałów z których wykonany jest produkt finalny (a więc precyzyjnych danych dotyczących materiałów z których powstał produkt) w kontekście odporności na transport i magazynowanie,
- układu elementów składowych lub całego produktu finalnego w transporcie i magazynowaniu, jeśli nie wymagają one jakichkolwiek zabezpieczeń lub układu elementów składowych, lub całego produktu w opakowaniu – proces pakowania,
- identyfikacja infrastruktury transportowej i magazynowej wraz z analizą całego łańcucha logistycznego,
- identyfikacji wykorzystywanych w procesach transportowych i magazynowych pomocniczych elementów infrastrukturalnych, takich jak np. palety, kontenery itp.,
- wykorzystywanej infrastruktury transportowej i magazynowej itp.

Potencjał pozyskania tego typu informacji może być duży, o ile możliwy byłby dostęp do zakładów produkcyjnych producenta oraz firm kooperujących w ramach łańcucha logistycznego. Badania takie stanowiłyby wtedy ważny wkład do zagadnienia logistycznej sprawności produktu, ale wymagałyby bardzo dużych nakładów związanych z przeprowadzeniem badań. Możliwe w tym zakresie badania mogłyby być oparte na obserwacji naukowej stanowiącej uważne i celowe spostrzeganie rozwiązań transportowo-magazynowych wspierających logistykę w badanych firmach. Wymagałoby to jednak dokonania szacunkowej oceny potencjału badawczego.

Z **kolei podatność na pakowanie** rozpatrywana może być w jednym z wariantów na podstawie parametru cech – wymiary opakowania. Chodzi tu o uzyskanie informacji o wymiarach (kubaturze) złożonego wyrobu finalnego odniesionego do kubatury opakowania. Pozwalałoby to, wykorzystać wskaźnik kompresji opakowaniowej oraz przybliżyć pewne zależności, które wynikają z jego analizy. Można byłoby poczynić w tym miejscu założenie, że wysoki wskaźnik podatności opakowaniowej (powyżej 100%) mógłby świadczyć o konieczności powiększenia jednostki handlowej o opakowanie, co wiązałoby się z niską podatnością opakowaniową. Z kolei niski wskaźnik kompresji opakowaniowej będzie wykazywać wyższą podatność opakowaniową wyrobu finalnego. Aby jednak można było policzyć tego typu wskaźnik, konieczne jest podanie następujących parametrów maksymalnych wymiarów produktu finalnego oraz maksymalnych wymiarów opakowania produktu finalnego, które mogą mieć wysoki potencjał możliwości pozyskania danych. Na ogół, w przypadku produktów przemysłowych, przedsiębiorstwa podają głównie te informacje.

Inne badania związane z układem elementów w opakowaniu, wymagałyby gruntownych danych zarówno w postaci rysunków lub zdjęć, jak i ilościowych co do opakowania. Wiązałyby się to z pozyskaniem danych od przedsiębiorstwa (o ile takie dane przedsiębiorstwo posiada) bądź też analizą konkretnych przypadków wiążącą się z procesem fizycznego otwierania opakowań i fotograficznego zbierania danych.

Kolejną trudnością jest sam fakt dostarczenia przez przedsiębiorstwo informacji dotyczących składu materiałów opakowaniowych. Fakt, że materiałem opakowaniowym jest tektura lub drewno, wymusza konieczność przeprowadzenia dodatkowych, multidyscyplinarnych badań, pozwalających określić np. w przypadku tektury jej wewnętrzną strukturę, odporność, trwałość oraz podatność na jej ponowne użycie, co w przypadku założeń gospodarki opartej o recykulację może być bardzo istotne. Ten punkt otwiera szeroki obszar badań, który jest bardzo ciekawy, ale z powodu wykorzystania wielodyscyplinarnej wiedzy oraz konieczności pozyskania różnorodnych danych trudny do zrealizowania.

Ostatni z omawianych parametrów produktu jest związany z **architekturą produktu finalnego**. Stopień standaryzacji/modułowość (zawężający liczbę zużywanych części), multifunkcjonalność części, a także ograniczenie konfigurowalności powinno także podlegać konkretnemu rodzajowi pomiarów w ramach prowadzonych badań.

Badanie **stopnia standaryzacji** wiąże się z możliwością dotarcia do zestawienia materiałowego wyrobów (*BOM – Bill of Material*), które, jak nietrudno przypuszczać, może stanowić prawdziwe wyzwanie. Oczywiście istnieje możliwość zwrócenia się z prośbą do danego przedsiębiorstwa o udostępnienie danych, ale jak nietrudno przypuszczać, pismo takie już na samym początku skazane byłoby na niepowodzenie, jeśli znalazłaby się w nim informacja o upublicznieniu wyników badań. Standaryzacja ściśle wiąże się z modułowością jako jej nieodzownym elementem i może być badana w różny sposób, o ile udałoby się dotrzeć do ww. danych. Pozyskanie takich informacji posiada jednak pewien potencjał możliwości ich otrzymania, ale wynikałby on z konieczności dotarcia do instrukcji serwisowych, montażowych itp., co z kolei wiązałyby się z pilnym studiowaniem w zasadzie danych z zasobów sieci internet. Ponadto agregacja uzyskanych wyników byłaby wielce pracochłonna i czasochłonna, ale możliwa do wykonania. Zastanawiający będzie wtedy tylko zakres możliwości oceny standaryzacji, tzn. czy wszystkie elementy danego wyrobu można ocenić pod kątem standaryzacji, np. w przypadku mebla części montażowe, ale też i pojedyncze części drewniane mebla.

**Multifunkcjonalność części** poszerza tylko zakres badań wspomnianego wcześniej zagadnienia, ponieważ oprócz zestawienia materiałowego należałoby dotrzeć do macierzy pokazującej miejsce wykorzystania danej części dla różnych funkcji wyrobów gotowych. O ile w przypadku standaryzacji macierz zestawiająca wykaz standardowych elementów może bazować na instrukcjach serwisowych lub montażowych, o tyle w przypadku multifunkcjonalności należałoby dotrzeć

do konkretnego wykazu części używanych w taki sposób. Brak tego typu zestawienia wymusza realizację badań bądź to na wszystkich oferowanych w firmie produktach (co przy różnych przedsiębiorstwach może mieć różną skalę zjawiska), bądź też na celowo wybranych produktach lub grupach produktów (problemem jest tutaj dobór próby, pozwalający odnaleźć identyczne części mające różnorakie zastosowanie). Potencjał możliwości pozyskania danych – średni.

Jeszcze trudniejsze wydaje się być zbadanie zagadnienia **ograniczania konfigurowalności**. Wymaga ono bowiem zdefiniowania z jakim przykładem kustomizacji ma się do czynienia oraz jaki jest jej wpływ na procesy logistyczne. Wymagałby on także prześledzenia i usytuowania miejsca, w fazowym układzie logistyki, w którym decyzja zakupowa wpływa na podjęte przez przedsiębiorstwo działania w łańcuchu dostaw. Całość zagadnienia powinna zostać zamknięta konkretnymi wytycznymi i wnioskami wspomagającymi pracę projektantów w ramach logistycznej sprawności produktu. Potencjał możliwości pozyskania informacji raczej niski.

Zarysowany zakres prac badawczych związanych z parametrami produktu pozwolił uświadomić stopień komplikacji koniecznego procesu badawczego. Opisane wątpliwości zwracają także uwagę na konieczność przeprowadzenia badań w sposób okrojony. Wydaje się jednak, że rozpoczęcie tych badań może stanowić ważny początek dla całkowitego opisanie koncepcji projektowania wspomagającego logistykę i logistycznej sprawności produktu.

Zaprezentowane uwarunkowania związane z prowadzeniem badań logistycznej sprawności produktu pozwoliły przedstawić następujące założenia badawcze.

**Pierwsze założenie badawcze dotyczy doboru obiektów badań.** Jak wspomniano wcześniej, przyczynkiem do podjęcia prezentowanego tematu stał się szwedzki producent mebli i elementów wyposażenia wnętrz IKEA. Ponieważ od tego przedsiębiorstwa autor rozpoczął wszelkie nieustrukturalizowane prace badawcze, bazujące głównie na obserwacjach procesu zakupów, montażu i użytkowaniu wyrobów IKEA, pozwalające zwracać uwagę na wybrane aspekty projektowania wspomagającego logistykę, to logiczne wydaje się, że głównym (referencyjnym) obiektem prac badawczych autora stać się powinny produkty wspomnianego przedsiębiorstwa.

Postanowiono zatem, aby celowo dobranym jednym z obiektów badań uwarunkowań logistycznej sprawności produktu stało się omawiane przedsiębiorstwo, rozumiane jako obiekt referencyjny. Tak zdefiniowany obiekt referencyjny, pozwala na wskazanie jeszcze jednej grupy obiektów badań. Powinny być to rodzime przedsiębiorstwa<sup>318</sup> zbliżone branżowo i oferujące podobną grupę asortymentową produktów. Takie podejście, pozwalałoby dokonać porównań dotyczących zagadnienia logistycznej sprawności produktu. Stanowiłoby to dobry punkt wyjścia prac badawczych nad omawianym zagadnieniem.

---

<sup>318</sup> Autor jest zwolennikiem utylitarne go podejścia do problematyki naukowo-badawczej, pozwalającej rodzimej gospodarce czerpać jak najwięcej z dorobku nauki polskiej.



Etapy badań właściwych powinny być zaprojektowane w taki sposób, aby poza obiektem referencyjnym zbadać przedsiębiorstwa branżowo oraz produkto-wo zbieżne do obiektu referencyjnego. Na podstawie takiego podejścia byłoby możliwe porównanie wybranych aspektów w kontekście koncepcji logistycznej sprawności produktu. Może się także okazać, że wyniki badań na wskazanych obiektach pozwolą sformułować wnioski dotyczące wyboru obiektów badań, posiadających kilka zbliżonych cech w kontekście logistycznej sprawności produktu, co poszerzyłoby zakres badań o nowe branże. Ale może być to tylko następstwem otrzymanych wyników badań.

**Pierwsze założenie badawcze może być opisane za pomocą następującego stwierdzenia: badaniom podlegać będą obiekt referencyjny oraz krajowe obiekty pokrewne branżowo do obiektu referencyjnego.**

**Drugie założenie badawcze dotyczy przedmiotu badań.** Warto zwrócić uwagę na fakt, że skala oferowanych przez przedsiębiorstwo referencyjne produktów jest jednak bardzo szeroka począwszy od naczyń, elementów dekoracyjnych, mebli, wyposażenia łazienek, kuchni, materacy, zasłon itp. na sprzęcie gospodarstwa domowego kończąc. Ponieważ meble, same w sobie posiadają dość wysoki wskaźnik logistycznej podatności projektowej<sup>319</sup> to można przewidywać, że właśnie w tym rodzaju produktów, opisywane przedsiębiorstwo może szukać rozwiązań z modelu koncepcyjno-doskonającego logistykę. Pozwala to wykorzystywać założenia projektowania wspomagającego logistykę. Zdecydowano zatem, że w badanym obiekcie referencyjnym, badaniom i późniejszym analizom będzie podlegać właśnie ta grupa produktów – meble. Niemniej celowy wybór konkretnych grup asortymentowych wymaga dodatkowych założeń, co zostanie opisane w dalszej części pracy. **Drugie założenie badawcze może być opisane za pomocą następującego stwierdzenia: przedmiotem badań będą wybrane grupy mebli.**

**Trzecie założenie badawcze (ZB3) dotyczy dostępności do danych o przedmiotach badań.** Wśród celowo dobranych obiektów badań ważnym elementem determinującym wybór konkretnego obiektu jest możliwość swobodnego pozyskania informacji o produktach danej firmy. Może to powodować zawężenie w pewnym sensie zakresu badanych obiektów, ale z drugiej strony, bardzo trudno będzie szukać uwarunkowań logistycznej sprawności produktu wśród przedsiębiorstw, u których nie będzie możliwości pozyskania konkretnych informacji. Warto także wspomnieć, że bardzo wartościowa z punktu widzenia prezentowanego opracowania byłaby możliwość pozyskania danych historycznych, aby możliwa była ocena stopnia zmian produktu w konkretnym przedziale czasowym, np. 5 lat, wpływającego na jego logistyczną sprawność<sup>320</sup>. Ponieważ coraz częściej się

---

<sup>319</sup> Posiadają wysoką swobodę w projektowaniu kształtu/materiału; doborze wymiarów; kształtowaniu wagi; konieczność uwzględnienia odporności na transport; konieczność uwzględnienia odporności na magazynowanie; konieczność projektowania opakowań dostosowanych do produktu; zakres możliwości wykorzystania standaryzacja/modułowość; zakres możliwości wykorzystania multifunkcyjności części; zakres możliwości ograniczenia konfigurowalności.

<sup>320</sup> Zwrócenie uwagi na logistyczną sprawność produktu wzięło się z nabycia identycznych produktów w konkretnym odstępie czasowym.

internet stanowi ważne źródło informacji, przeanalizowano możliwości wykorzystania właśnie internetu jako możliwego miejsca pozyskiwania danych.

**Trzecie założenie badawcze może być opisane za pomocą następującego stwierdzenia: badane obiekty powinny posiadać swobodny dostęp do danych koniecznych do przeprowadzenia badań – parametry produktu.**

**Czwarte założenie badawcze** bazuje na fakcie, że badane pod kątem logistycznej sprawności produkty, powinny być oferowane na rynku przez dłuższy okres czasu. Wynika to poniekąd z końcowych wniosków drugiego założenia badawczego, ale determinuje to wybór konkretnych przedsiębiorstw. Uzasadnione jest to tym, że aby można było obserwować działania przedsiębiorstwa ukierunkowane na projektowanie wspomagające logistykę DfL, ważnym elementem analizy badawczej stałoby się porównanie zmian w produktach zachodzących na przełomie lat. Autor uznał, że dla rodzimych przedsiębiorstw rok utworzenia firmy wcześniejszy niż 1995 jest wystarczający. Wynika to z faktu, że pierwsze lata transformacji gospodarczej były swoistym weryfikatorem zdolności firm do konkurowania na wolnym rynku.

**Czwarte założenie badawcze może być opisane za pomocą następującego stwierdzenia: obiekty badań powinny istnieć na rynku minimum od roku 1995.**

Zaprezentowane założenia badawcze doprowadziły do sformułowania dwóch podstawowych celów badań właściwych dotyczących:

- **identyfikacji uwarunkowań logistycznej sprawności produktu** na przykładzie celowo wybranego przedsiębiorstwa referencyjnego,
- **porównania uwarunkowań logistycznej sprawności produktu wśród kilku producentów tej samej branży** – wybranych adekwatnie do pierwszego celu badawczego.

Zaprezentowane założenia badawcze oraz cele badań właściwych pozwalają określić cztery podstawowe etapy badań.

### **1. Etap doboru obiektów badań.**

- 1.1. Identyfikacja możliwych do swobodnego pozyskania danych o produktach w przedsiębiorstwie referencyjnym IKEA.
- 1.2. Doboru obiektów badań pokrewnych branżowo spełniających założenia badawcze dotyczące swobody dostępu do danych oraz czasu funkcjonowania na rynku.

### **2. Etap identyfikacji uwarunkowań logistycznej sprawności produktu na wyrobach przedsiębiorstwa referencyjnego.**

- 2.1. Wybór z pełnego asortymentu mebli przedsiębiorstwa referencyjnego celowej grupy wyrobów podlegających badaniom.
- 2.2. Identyfikacja danych dotyczących cech, właściwości i architektury produktów wspierających logistyczną sprawność.
- 2.3. Identyfikacja cech, właściwości i architektury produktów oferowanych przez przedsiębiorstwo referencyjne na rynku minimum trzy lata wstecz – analiza porównawcza z produktami obecnie dostępnymi na rynku;

2.4. Identyfikacja cech, właściwości i architektury produktów obecnie oferowanych przez przedsiębiorstwo referencyjne na rynku.

### **3. Etap identyfikacji uwarunkowań logistycznej sprawności produktu na wyrobach przedsiębiorstw pokrewnych branżowo.**

3.1. Identyfikacja cech, właściwości i architektury produktów wspierających logistyczną sprawność dla przedsiębiorstw pokrewnych branżowo.

3.2. Identyfikacja cech, właściwości i architektury produktów oferowanych przez przedsiębiorstwo pokrewne branżowo na rynku minimum trzy lata wstecz.

3.3. Identyfikacja innych czynników wspierających logistyczną sprawność produktu w przedsiębiorstwie referencyjnym.

### **4. Etap analizy wyników badań i prezentacji koncepcji logistycznej sprawności produktu w świetle przeprowadzonych wyników badań.**

**Metoda pierwszego etapu badań – doboru obiektów badań** została oparta na trzech podstawowych elementach:

- 1) zdefiniowaniu uwarunkowań swobodnego dostępu do danych o produktach dla przedsiębiorstwa referencyjnego,
- 2) wyłonieniu potencjalnych obiektów badań z pokrewieństwem branżowym do obiektu referencyjnego,
- 3) zweryfikowaniu uwarunkowań swobodnego dostępu do danych o produktach dla przedsiębiorstw pokrewnych branżowo.

Etap 1.1 został ograniczony do:

- określenia swobody dostępu do danych o produktach,
- oceny jakości danych o produktach,
- zidentyfikowania możliwych do uzyskania danych w przedsiębiorstwie referencyjnym i odniesieniu ich do parametrów produktu z modelu logistycznej sprawności produktu.

Zdefiniowanie uwarunkowań swobodnego dostępu do danych o produktach dla przedsiębiorstwa referencyjnego wiązało się z identyfikacją możliwych sposobów pozyskania danych z przedsiębiorstwa referencyjnego. Aby jednak można było ten etap badań omówić, konieczne było zdefiniowanie dwóch kluczowych parametrów potencjału badawczego: swobody dostępu do danych i jakości danych.

**Swoboda dostępu do danych o produktach** została zdefiniowana przez autora w następujący sposób:

- dane są dostępne przez ogólnodostępną sieć internet,
- analizowane produkty posiadają numeryczny system identyfikacji towarowej,
- jak największa liczba danych jest dostępna przez jak najmniejszą liczbę „kliknięć” – „one click”<sup>321</sup>.

---

<sup>321</sup> Wg raportu Ericsson ConsumerLab coraz więcej konsumentów oczekuje tak zwanego doświadczenia „one-click”, czyli koncepcji płynnego procesu zakupów online, które są proste i przystępne – w tym miejscu posłużono się tą koncepcją do badań naukowych – <http://media.ericsson.pl/aktualnosc/pr/317664/konsumenci-oczekuja-od-operatorow-doswiadczen-typu-one-click> z 29.09.2018.

Założenia swobodnego dostępu do danych zostały określone na bazie optymalizacji procesu zbierania i analizy danych badanego zjawiska. Autor, przewidując, że będzie to wielce czasochłonne i karkołomne zadanie, uzyskał w ten sposób możliwość wyselekcjonowania obiektów badań, które umożliwiają pozyskanie dużej liczby danych, mogących podlegać dalszej analizie. Ważnymi elementami choć znajdującym się poza oceną był również format plików w jakim były zamieszczane dodatkowe informacje. Jeśli był to format typu \*.pdf (*Portable Document Format*), był on znacznie bardziej użyteczny niż np. format \*.doc (np. w kontekście miejsca na dyskach używanych w celach badawczych).

**Ocena jakości danych** o produktach jest już pojęciem nieco szerszym. Trzęsiok<sup>322</sup>, powołując się na europejski system statystyczny, stwierdza, że jakość danych powinna być zdefiniowana przez 6 kluczowych komponentów:

- 1) przydatność,
- 2) dokładność,
- 3) terminowość i punktualność,
- 4) dostępność i przejrzystość,
- 5) porównywalność,
- 6) spójność.

Z kolei Maślankowski<sup>323</sup> uważa, że można w obszarze *Big Data* kwestie jakości sprowadzić do trzech podstawowych parametrów: przydatność, dokładność i aktualność. Trzeba jednak zauważyć, że w przypadku założeń badawczych zaprezentowanych w niniejszym opracowaniu, pewna grupa elementów jakościowych danych będzie bardzo trudna do uchwycenia np. kwestie aktualności czy też porównywalności.

Badając logistyczną sprawność produktu oraz kierując się swobodą dostępu do danych, jako jedno z kluczowych założeń doboru obiektów badań, można przyjąć, że jakość danych przejawiać się powinna ich **kompletnością i spójnością**. Przydatność będzie wskaźnikiem odniesienia możliwych do uzyskania danych w stosunku do wytycznych zawartych w modelu logistycznej sprawności produktu. Terminowość, punktualność, dostępność będą w zasadzie wynikały z faktu pozyskiwania danych ze źródła jakim jest internet.

**Zidentyfikowania możliwych do uzyskania danych w przedsiębiorstwie referencyjnym i odniesieniu ich do parametrów produktu** z modelu logistycznej sprawności produktu to ostatni element tej fazy badań, pozwalający pokazać potencjał badawczy parametrów produktu w badaniach nad jego logistyczną sprawnością.

---

<sup>322</sup> Trzęsiok M., 2014, *O jakości danych w kontekście obserwacji oddalonych w wielowymiarowej analizie regresji*, *Studia Ekonomiczne. Zastosowania metod matematycznych w ekonomii i zarządzaniu*, (red.), Mika J., Zeug-Żebro K., Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice, 2014, Nr 191, ss. 75-88.

<sup>323</sup> Maślankowski J., *Analiza jakości danych pozyskiwanych ze stron internetowych z wykorzystaniem rozwiązań Big Data*, *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych, SHH, Warszawa, 2015, Vol. 38, ss. 169-171.*

Całość omawianego zagadnienia, w ramach pierwszego etapu badań, postanowiono zamknąć w **koncepcji oceny potencjału badawczego obiektów badań**, który składa się z trzech podstawowych wskaźników:

- wskaźnika dostępu do danych (**WSD**),
- wskaźnika jakości danych (**WJD**),
- wskaźnika relacji danych do parametrów produktu (**WRP**).

Cała koncepcja oceny potencjału badawczego bazuje na wykładniczej skali  $1 \times 3 \times 9$ , która ma za zadanie promować skrajnie ocenione wyniki. Oczywiście ocena jest w pewnych miejscach subiektywna, ale konieczność porównania trzech wskaźników pozwala wynik końcowy traktować w sposób nieco bardziej zobiektywizowany.

Założono, że pierwszym elementem oceny wskaźnika dostępu do danych powinna być identyfikacja danych (D0), będzie stwierdzenie faktu czy produkty posiadają numeryczny system identyfikacji towarowej (N), tekstowy (T) czy też mieszany – numeryczno-tekstowy (NT). Swoboda dostępu do danych to także sposób ich zapisu. Zapis numeryczny, otwiera znacznie szersze możliwości do komputerowo-wspomaganej analizy, aniżeli zapis tekstowy. Zapis pośredni wydaje się być znacznie bliższy w swej charakterystyce zapisowi tekstowemu aniżeli zapisowi cyfrowemu. W doborze badanych obiektów, ta kwestia powinna być także wzięta pod uwagę. Zastosowano w tym miejscu propozycję punktacji odnoszącą się do elementu identyfikacji danych D0 według następującego schematu: N – 3 pkt., NT – 2 pkt. oraz T – 1 pkt.

Drugim elementem podlegającym ocenie jest czas dotarcia do danych liczony przez liczbę „kliknięć” w dotarciu do danych. Liczba „kliknięć” w pozyskaniu danej informacji **LK** pokazuje szybkość pozyskania informacji. Autor zaproponował następujący sposób podejścia do tego zagadnienia:

- liczba kliknięć od 1 do 3 – 3 pkt.,
- liczba kliknięć od 4 do 6 – 2 pkt.,
- liczba kliknięć powyżej 7 – 1 pkt.

Iloczyn wskazanych tutaj zmiennych, określono jako wskaźnik swobody dostępu do danych – **WSD**. Może on zatem dawać maksymalnie wynik 9 lub minimalnie wynik 1. Na tej bazie zaproponowano trzy przedziały, bazujące na wykładniczych założeniach całego systemu oceny i przyporządkowano im następujące wartości:

- wynik iloczynu WSD od 1 do 2,99 – wskaźnik WSD = 1,
- wynik iloczynu WSD od 3 do 5,99 – wskaźnik WSD = 3,
- wynik iloczynu WSD od 6 do 9,00 – wskaźnik WSD = 9.

Ocenię kompletności i spójności danych służy **wskaźnik jakości danych**. W najprostszym z prezentowanych wskaźników, przyporządkowano także skalę punktową, bazującą na przedziałach wykładniczych i prostej zasadzie łączności i rozłączności zbiorów. I tak te dane, które w subiektywnej ocenie są kompletne i spójne uzyskują notę 9 pkt. Dane niekompletne i niespójne oraz kompletne, ale niespójne – 1 pkt. Zaś dane niekompletne, ale spójne uzyskują 3 pkt. Dane ocenione jako kompletne, ale niespójne zostały zaklasyfikowane jako dane nieprzydatne.

Ostatni ze wskaźników, to **wskaźnik relacji danych do parametrów produktu**. Wskaźnik ten obrazuje możliwy potencjał wpływu konkretnych danych na parametry produktu. Podobnie jak w przypadku pozostałych dwóch wskaźników, w badaniach dotyczących logistycznej sprawności produktu, wskaźnik ten będzie przyjmował wartości 1x3x9. Jeśli konkretna dana, przez subiektywną ocenę, posiada wysoki stopień wsparcia informacją wybranego parametru produktu z modelu logistycznej sprawności produktu otrzymuje ocenę 9. Z kolei niski wskaźnik relacji konkretnej danej do parametru produktu skutkuje ocenę 1 – pośredni lub średni oceną 3 – tabela 17.

Tabela 17. Przykładowe obliczenia wskaźnika relacji danych do parametrów produktu w badaniach nad logistyczną sprawnością produktu

	WRP Danej 1 (D1)	WRPD2	WRPD3	WRP Oblicz	WRP
C1 Kształt/Materiał				$W_{C1}=11/3=3,66$	3
C2 Wymiary				$W_{C2}=3,7$	3
C3 Waga				$W_{C3}=6,3$	9
W1 Odporność na transport				$W_{W1}=3,7$	3
W2 Odporność na magazynowanie				$W_{W2}=1$	1
W3 Podatność na pakowanie				$W_{W3}=4,3$	3
A1 Standaryzacja/modułowość				$W_{A1}=6,3$	9
A2 Multifunkcjonalność				$W_{A2}=2,3$	1
A3 Konfigurowalność				$W_{A3}=3,7$	3

– niski potencjał wsparcia informacją – 1 pkt.  
 – średni potencjał wsparcia informacją – 3 pkt.  
 – wysoki potencjał wsparcia informacją – 9 pkt.

Źródło: opracowanie własne.










Dla **WRP** zaproponowano także przedziały punktowe przyporządkowujące całości konkretne wartości, ułożone w skali wykładniczej 1x3x9. Pozwalają one wyliczyć wskaźnik obliczeniowy danej cechy, a następnie odnieść go do następującej przedziałów obrazujących WRP:




- od 1 do 2,99 – wskaźnik WRP = 1,
- od 3 do 5,99 – wskaźnik WRP = 3,
- od 5,99 do 9,00 – wskaźnik WRP = 9.

Aby można było wykonać ocenę potencjału badawczego, kończącą się wyborem obiektów badań, konieczne było zebranie wyników badań, każdego przedsiębiorstwa do syntetycznego zestawienia. Przygotowano do tego celu zagregowaną tabelę – tabela 18. Ważnym elementem wspomnianej tabeli jest 3 kolumna opisująca do którego parametru produktu odnosi się konkretna dana. Wskazane w tym miejscu parametry produktu, wybrane zostały według klucza najsilniejszego

i średniego wsparcia konkretnej danej dla danego parametru produktu (XXX – 9 pkt. oraz XX – 3 pkt.). Dane, które nie są istotne z punktu widzenia parametrów produktu, nie są wymieniane w tejże kolumnie.

Tabela 18. Przykład zagregowanej tabeli pozyskiwania danych do oceny potencjału badawczego

Zidentyfikowane dane	Jakość danych	Jaki parametr produktu opisuje dana	Liczba kliknięć dostępu do danych
D0		N/NT/T	
D1		C2;C3;W3; A1;A2,	2
D2		W1	3
D3		C1;C3;W2; W3;A1;A2; A3	2
D4		C2	4
D5		C3;W2	-
D6		W3	2
D7		A3	1
D8		W1;W2	4
D9		C1	7

 – dane istnieją, ale są niekompletne i niespójne 1 pkt  
 – dane istnieją, ale są niekompletne i spójne 3 pkt  
 – dane istnieją, są kompletne i spójne 9 pkt  
 N – dane numeryczne  
 NT – dane tekstowo numeryczne  
 T – dane tekstowe

Źródło: opracowanie własne.

Zagregowane tabele pozyskiwania danych, prezentujące przedsiębiorstwo referencyjne pozwalają przejść do kolejnej części, a więc analizy i oceny obiektów badań w kontekście ich potencjału badawczego. Jest to o tyle trudne, że idealne rozwiązanie wizualizujące całą ocenę, powinno uwzględnić wszystkie zebrane w zagregowanych tabelach pozyskiwania danych informacje o obiekcie badań. Ponadto, poczyniono tutaj istotne założenie, że identyfikacja podstawowych do pozyskania danych pochodzić będzie z przedsiębiorstwa referencyjnego.

Uznano, że skoro opisywane już wcześniej przedsiębiorstwo, traktowane będzie jako wzór do naśladowania, to aby zapewnić kwestię porównywalności danych, przyjęto, że liczba danych do pozyskania przedsiębiorstwa referencyjnego nie będzie mogła być powiększona i to nawet wtedy, kiedy inne przedsiębiorstwa będą posiadać takie dane.

Ocenie potencjału badawczego będą podlegać zarówno przedsiębiorstwa referencyjne, jak i przedsiębiorstwa pokrewne branżowo, aby można było zobrazować ewentualne różnice. W celu oceny zaproponowano macierzowe podejście, które prezentuje tabela 19.

Tabela 19. Przykładowa ocena potencjału badawczego obiektu badań

	PBPP				Potencjał badawczy parametrów produktu								
	FID (1)	LK (2)	FID x LK	WSD	3 C1	3 C2	9 C3	3 W1	1 W2	3 W3	9 A1	1 A2	3 A3
D1	2	3	6	9			1		1				
D2		1	2	1				3					
D3		2	4	3	9		9		9	9	9	9	9
D4		3	6	9		9							
D5		2	4	3			1		1				
D6		1	2	1						3			
D7		3	6	9									3
D8		1	2	1				1	1				
D9		3	6	9	9								
Wskaźnik Potencjału Badawczego Parametru WPBP					81+243 = 324	243	351	12	40	90	243	27	81
Wskaźnik Potencjału Badawczego (WPB) = SUMA WPBP					1268								

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z założeniami ocena potencjału badawczego, skutkującego doborem obiektów pokrewnych branżowo, powinna zostać oparta o trzy podstawowe kryteria:

- swobody dostępu do danych – **WSD** (kolor niebieski w tabeli 19),
- jakość danych – **JD** (kolor biały w tabeli 19),
- wskaźnik relacji danych do parametrów produktu – **WRP** (kolor żółty w tabeli 19).

Ponieważ wskaźnik potencjału badawczego, pozwalający dokonać ostatecznego wyboru badanych obiektów, będzie bazował na skali wykładniczej (mocniej podkreślającej zmiany pomiędzy badanymi zjawiskami), dlatego też analiza każdej z części tego podetapu będzie kończyła się sprowadzeniem całości do wykładniczej skali 1-3-9.

Wskaźnik relacji danych do parametrów produktu (żółte pole) prezentowany jest tu tylko w formie podsumowującej. Oznacza to, że przedstawione są tutaj oznaczenia parametrów produktu (cechy, właściwości, architektura) oraz przypisane są im relacje co do potencjałów badawczych parametrów produktu. Wskaźnik swobody dostępu do danych (**WSD**) – pole niebieskie, bazować będzie na danych z zagregowanej tabeli pozyskiwania danych i będzie stanowić iloczyn formy identyfikacji danych (**FID**) oraz szybkości pozyskania danych opartej na liczbie kliknięć (**LK**), skorygowany o wskaźnik wykładniczy.

Pole białe, stanowi serce całej analizy. W tym miejscu wypełniane będą pola – kolumna 3 – obrazujące, jaki parametr produktu opisuje konkretna dana. Wykładnicza skala 1-3-9 przypisana relacji produkt-dana, pokazywać będzie jakość konkretnej danej (**JD**), dla konkretnego parametru. W ten sposób, oszacowany



będzie potencjał badawczy danego parametru. Cyfra 9 umiejscowiona na skrzyżowaniu danej D3 i cechy C1, pokazuje, że jakość danej (kompletność i spójność) jest w tym miejscu najlepsza. Brak jakiegokolwiek liczby, oznacza, że dana nie jest dedykowana danemu parametrowi produktu. Zatem, budowa tabeli 20 sprowadza się do połączenia wszystkich wcześniej zebranych danych. Tak wypełniona tabela, pozwala przejść do wyznaczenia wskaźnika potencjału badawczego analizowanego obiektu badań. Wskaźnik ten wyliczony jest dwuetapowo. W etapie pierwszym wylicza się wskaźnik potencjału badawczego parametru produktu (**WPBP**). WPBP parametru  $k$ -tego stanowi sumę iloczynów PBPP dla parametru  $k$ -tego, WDD dla danej  $d$  oraz JD dla parametru  $k$ -tego i danej  $d$  – wzór 10:

$$WPBP_{Pk} = \sum_{D=1}^n PBPP_{Pk} * WDD_D * JD_{PkxD} \quad (10)$$

Wskaźnik potencjału badawczego,  $i$ -tego obiektu, będzie liczony jako suma WPBK każdego parametru produktu  $p$  – wzór 11:

$$WPB_{Oi} = \sum_{P=1}^9 WPBP_P \quad \sum_{P=1}^9 WPBP_P \quad (11)$$

Zaprezentowana koncepcja doboru obiektów badań pozwoli wybrać docelowo obiekty badań, czyli przedsiębiorstwa zbliżone produktowo i biznesowo do przedsiębiorstwa referencyjnego, a także odnieść je do oceny potencjału badawczego przedsiębiorstwa referencyjnego.

**Drugi i kolejne etapy prac badawczych** związane są z identyfikacją uwarunkowań logistycznej sprawności produktu w przedsiębiorstwie referencyjnym – IKEA. Zgodnie z logiką zaprezentowaną w modelu logistycznej sprawności produktu badaniom poddane zostaną parametry produktów, a więc cechy, właściwości i architektura. Należy przy tym zauważyć, że dane pozyskane w etapie drugim (bazującym na obiekcie referencyjnym), będą wzorcem dla danych pozyskiwanych w etapie trzecim i czwartym (oczywiście o ile będzie to możliwe). Zmienić się może bowiem liczba uzyskiwanych danych, związana z ich dostępnością w przedsiębiorstwach pokrewnych branżowo.

Przyjmując za punkt wyjścia wzorzec parametrów produktu modelu logistycznej sprawności produktu oraz proponowane metody badań (analiza przypadków, studium przypadku, obserwacja naukowa), konieczne jest sporządzenie narzędzi pozwalających sprawnie, syntetycznie i efektywnie gromadzić dane zarówno z przedsiębiorstwa referencyjnego, jak i przedsiębiorstw pokrewnych branżowo. Zbierane dane będą pochodzić z dobranej celowo serii mebli, które charakteryzują się największą liczbą występujących produktów, z każdej grupy asortymentowej. Liczebność tej grupy produktów powinna pozwolić na zebranie wystarczającej liczby danych, które mogłyby podlegać dalszej analizie.

Przy takich założeniach należałoby przygotować zagregowane tabele, w których powinny znaleźć się informacje adekwatne do parametrów produktów, podlegających badaniom. W ramach parametrów produktu z grupy cechy powinny się znaleźć takie elementy, jak kształt, materiał, kubaturowo podany wymiar oraz

waga produktu. Aby informacje te mogły być właściwie analizowane, oprócz tych danych powinny pojawić się także nazwy lub numery identyfikacyjne produktów oraz serii produktów (jeśli występują).

Należy przy tym zwrócić uwagę, że wymiary produktu, jak dzieje się to w przypadku mebli, podawane są jako maksymalne wymiary złożonego mebla. W przypadku porównywania produktów branżowo podobnych nie stanowi to żadnego problemu. Problem pojawia się w momencie produktów o skomplikowanych kształtach, ale w tym wypadku i przy takim doborze próby badawczej nie jest to rzecz odgrywająca większe znaczenie.

Ważnym elementem, który wymagałby także omówienia, jest kształt, który w niektórych produktach jest dość trudny do zdefiniowania. Przyjmując w tym miejscu matematyczny podział figur przestrzennych, można przyjąć, że omawiany produkt może przyjąć kształt jednej z trzech podstawowych figur przestrzennych, tj.: graniastosłupa, ostrosłupa lub figury obrotowej. Ponieważ w przypadku mebli najczęstszym kształtem będzie graniastosłup prosty, czworokątny, czyli prostopadłościan lub szczególnie jego przypadek – sześcian (ewentualnie mebel składać się będzie z mniejszych tego typu elementów), to przyjęto założenie, że dane dotyczące kształtu nie będą gromadzone, ponieważ wszystkie badane produkty będą graniastosłupami prostymi.

Z kolei materiał będzie opisywany według informacji o produkcie. Należy jednak zauważyć, że w przypadku mebli rodzaj zastosowanych materiałów ograniczony będzie do wąskiej grupy najczęściej występujących elementów w meblach, a więc drewna, płyty wiórowej, sklejk, stali, plastiku, szkła, tkaniny lub innych elementów. Nie należy się spodziewać szczegółowych opisów wykorzystywanych materiałów, więc należy przyjąć, że informacja o materiale będzie podawana w ten sposób, że całkowity zapis dotyczący materiału, który pojawi się jako dana, będzie agregowany do tabel z danymi.

Badania drugiej grupy parametrów produktu – właściwości produktu są już nieco bardziej skomplikowane. W ramach modelu logistycznej sprawności produktu wyróżniono trzy podstawowe właściwości: odporność transportowa, odporność magazynowa oraz podatność opakowaniowa wraz z opakowaniem. Pomimo tego, że zostały te elementy włączone do modelu logistycznej sprawności produktu, należy mieć świadomość, że dane dotyczące pierwszych dwóch parametrów z grupy właściwości będą w zasadzie powiązane z materiałami użytymi do produkcji mebli, ale także ze rodzajem opakowania. O ile, jak wspomniano już wcześniej, kwestie materiałów oraz ich charakterystyk są trudne do zbadania z powodu potencjalnego braku informacji na ten temat, o tyle rozpatrywanie odporności i podatności na transport, magazynowanie może być połączone ze sposobem pakowania produktów finalnych oraz gabarytami samego opakowania oraz obserwacją naukową procesu magazynowania.

Uzyskanie danych dotyczących sposobu pakowania elementów jest na bazie zaproponowanej metody badawczej niemożliwe. Badanie sposobu pakowania jest możliwe, ale zakładając, że nie uzyska się od firmy niezbędnych na ten temat informacji, można przyjąć, że proces przeprowadzenia takiego badania byłby

w różnych wymiarach kosztowny<sup>324</sup>. Dlatego przyjęto założenie, że jedyne dane, które będzie można uzyskać realizując założoną metodę badań, będą dane zbliżone do cech, ale dotyczące opakowań.

Obserwacja naukowa magazynu oraz wykorzystywanych tam rozwiązań, wymaga stworzenia odrębnych tabel, czerpiących poniekąd dane o opakowaniach (kubatura i waga), ale także uzupełnione o rodzaje wykorzystywanych do magazynowania palet lub innych manipulowanych magazynowo nośników.

Ostatni z omawianych elementów to architektura produktu, w której zakres zbieranych danych też powinien mieć uporządkowaną formę. Kwestia standaryzacji i modułowości wiąże się z uzyskaniem danych dotyczących części i podzespołów wchodzących w skład wyrobów gotowych. Analizując teoretycznie klasyczne meble, można zwrócić uwagę na to, że standaryzacja w tego typu produktach, może mieć odniesienie do trzech następujących grup detali:

- elementów konstrukcyjnych mebla (elementów drewnianych, z różnego rodzaju płyt, itp.),
- elementów wykończeniowych mebla (drażki, półki, szyby itp.),
- elementów montażowych mebla (połączeń śrubowych, plastikowych, systemów montażu, zawiasów, prowadnic itp.).

Zbadanie stopnia standaryzacji wspomnianych dla każdego z omawianych detali ma różnorodne konsekwencje badawcze i wiąże się z dostępnością do danych. Aby można było zbadać elementy konstrukcyjne mebla, należałoby w pierwszej kolejności poszukać w grupach serii produktów, czy nie występują identycznego wymiaru elementy z identycznie usytuowanymi otworami. Uzyskanie tego typu danych wiązałoby się bądź to z fizycznym sprawdzeniem (pomiarom i oględzinami wzrokowymi) każdego produktu danej serii (co jest możliwe choć bardzo kosztochłonne i pracochłonne), bądź też z uzyskaniem dostępu do danych przedsiębiorstwa (w rodzaju zestawienia materiałowego *BoM-u Bill of Materials*). Jeden i drugi wariant jest z punktu widzenia proponowanej metody badawczej trudny do realizowania. Podobnie jest kwestia elementów wykończeniowych mebla, których istota badań byłaby podobna.

Zgoła odmiennie wygląda sytuacja z uzyskaniem danych dotyczących standaryzacji elementów montażowych. Oglądając niejednokrotnie instrukcje montażu mebli, spotkać można się właśnie z tego typu zestawieniem materiałowym mebla i to zarówno jakościowym (opis, zdjęcie, rysunek elementu), jak i ilościowym. Tego typu dane stanowią mogą doskonały punkt wyjścia do procesu zbierania danych, choć należy tutaj zaznaczyć, że będzie to proces wymagający dużego nakładu pracy i czasu.

Przyjmując zaprezentowane ograniczenia, postanowiono podjąć próbę zestawienia elementów montażowych dla możliwie dużej grupy mebli z różnorodnych asortymentów, i na tej podstawie dokonać analizy stopnia standaryzacji elementów montażowych. W pierwszej kolejności możliwe jest przypisanie tylko kwestii

---

<sup>324</sup> Można byłoby dotrzeć do wybranych klientów którzy nabyli dane wyroby i analizować układ elementów w opakowaniu.

występowania danej części w danym produkcie, jeśli taka informacja podana jest tylko w instrukcji montażu. W przypadku podania liczby konkretnych części w danym produkcie, zagregowane dane dają wtedy większe możliwości wnioskowania. Warto w tym miejscu nadmienić, że analiza instrukcji montażowych daje sposobność do odnalezienia części o charakterze **multifunkcyjnym**. Wymaga to jednak szczegółowego przeglądu instrukcji montażowych pod kątem wyszukiwania tego typu informacji,

Kwestia **modułowości** wiąże się z koniecznością zidentyfikowania rodzajów modułów oraz elastyczności ich wykorzystania. W tym wypadku, skutecznym rozwiązaniem mogłoby być zweryfikowanie katalogów prezentujących elementy modułowe wchodzące w skład projektowania np. szaf wnękowych, kuchni czy zestawów w pokoju dziennym. Innym dogodnym źródłem informacji mogą być także, różnego rodzaju programy wspomagające proces planowania i projektowania konkretnych zestawów meblowych. Istnieje w nich bowiem szereg posortowanych grupowo elementów modułowych.

Należy zwrócić uwagę, że modułowość wiąże się także z **elementami konfigurowalności**. Moduły mogą przybierać formy kompleksowo zamkniętych rozwiązań, kiedy to można zaopatrzyć produkt w konkretny wariant modułu lub charakteryzować się wysokim stopniem personalizacji. Wtedy byłaby możliwa identyfikacja elementów bazowych modułów oraz ich analiza w kategoriach wzajemnych relacji. Aby zagadnienie to mogło znaleźć swoje naukowe rozwinięcie, konieczne są do uzyskania następujące dane:

- jaka jest logika systemów modułowych (moduły zamknięte/otwarte; architektura modułowych; kolejne etapy budowania modułów),
- jakie są parametry, które mogą opisać logikę systemów modułowych (wymiary; kolory; kształty itp.),
- jaka jest dostępna liczba wariantów systemu modułowego,
- jakie są relacje między modułowymi elementami w grupie asortymentowej, a także w różnych grupach asortymentowych (co będzie następstwem dodatkowych analiz).

W tym miejscu bardzo trudno jest jednoznacznie zdefiniować narzędzie do agregowania danych, ponieważ wynikać będzie ono z logiki systemów modułowych. Może być to zarówno tabela jak i schemat bazujący na strukturze drzewiastej. Porównanie kwestii modułowości różnych grup asortymentach pozwoli jednoznacznie pokazać kierunek działań badanego przedsiębiorstwa. Dlatego też, zebranie danych w syntetycznej formie będzie wynikać niejako z wyników badań nad tym zagadnieniem w przedsiębiorstwie referencyjnym oraz pozostałych przedsiębiorstwach.

Najtrudniejszym elementem badań, będzie badanie dotyczące **konfigurowalności**. Ten parametr produktu, przypisany do architektury jest bowiem powiązany z szeregiem innych zagadnień jak choćby wymiary, standaryzacja czy też modułowość. Wydaje się jednak, że logiczne prześledzenie konsekwencji personalizacji w rozwiązaniach projektowych w badanych przedsiębiorstwach może wydatnie

wzbogacić obszar logistycznej sprawności produktu. W ramach badań nad produktami w aspekcie konfigurowalności, kluczowym elementem wydaje się być, podobnie jak w modułowości, czy logika systemu personalizacji produktu odniesiona w następnej części analiz do kwestii logistycznych. Analiza personalizacji wymaga badań klientów dotyczących możliwości ich wpływu na wyrób finalny oraz określenia jego stopnia. Ten fragment badań bazować będzie na badaniach modułowości oraz standaryzacji.

Zarysowany program badań rozpocznie się od etapu pierwszego, który dotyczyć będzie oceny potencjału badawczego przedsiębiorstwa referencyjnego oraz doboru obiektów do podań porównawczych. Ponieważ jest to zagadnienie kluczowe z punktu widzenia wyników dalszych badań, dlatego kolejny rozdział rozpocznie się od wyboru i analizy obiektów badań.

### 3. Metody i zakres badań uwarunkowań logistycznej sprawności produktu

#### 3.1. Wybór i analiza obiektów badań

Wskazanie pierwszego obiektu badań spełniającego zarówno założenia, jak i umożliwiającego realizację celów badawczych, jak wspomniano wcześniej, wynikało z pewnej logiki. Skoro pomysł dotyczący logistycznej sprawności produktu, powstał na bazie szwedzkiego, globalnego producenta wyposażenia mieszkań – IKEA, a problem został zauważony na sofie, to w sposób naturalny przedsiębiorstwo to zostało celowo wybrane jako podstawowy obiekt badań (przedsiębiorstwo referencyjne), a pierwszym przedmiotem badań stały się wybrane grupy mebli.

Na tej podstawie wykonano drugi krok badań, polegający na identyfikacji możliwych do swobodnego pozyskania danych o produktach z przedsiębiorstwa referencyjnego. Wynikało z faktu, że skoro założono w procesie badawczym pozyskanie pewnych danych, to należałoby mieć pewność, że dane te są lub będą dostępne, co z kolei pozwala konkretnie zaplanować cały proces badawczy.

Na przykładzie IKEA podjęto próbę określenia, które dane są możliwe do uzyskania i w jaki sposób. Jak zakładano, okazało się, że spora część danych o produktach finalnych jest możliwa do uzyskania w sposób pośredni lub bezpośredni, trzema sposobami:

- 1) poprzez strony internetowe producenta – bardzo cenny i swobodny sposób pozyskiwania danych,
- 2) poprzez papierowe katalogi,
- 3) poprzez fizyczne badania produktów w sklepie.

Wykonując proste badanie pilotażowe, weryfikujące pierwszy sposób pozyskania danych, polegającego na celowym wyborze<sup>325</sup> na stronie internetowej przedsiębiorstwa trzech produktów z każdego asortymentu, okazało się, że każdy produkt posiadał już po jednym kliknięciu komputerowego urządzenia wskazującego – myszki – możliwe do zidentyfikowania następujące parametry:

D11 – szwedzką nazwę produktu oraz numer identyfikacyjny wyrobu podany w układzie max 8 znaków – cyfr, których separatorem są kropki (2 sekcje po max 3 cyfry oraz jedna po max 2 cyfry oddzielone kropkami XXX.XXX.XX – w wynikach badań kod produktu podawany będzie jako zestaw ośmiu cyfr bez separatora),

D12 – cenę,

---

<sup>325</sup> Celowość wyboru polegała na tym, aby jeden produkt znajdował się w grupie pierwszych wskazanych na stronie internetowej, drugi plasował się w środku wyświetlonych produktów, zaś trzeci, wybrany został z grupy ostatnich pojawiających się na stronie – wyeliminować miałyby to efekt celowego pozycjonowania najlepiej opisanych produktów na stronie.

- DI3 – informację o gwarancji na produkt finalny w przypadku dłuższej niż 2 lata,
- DI4 – wymiar po złożeniu podany za pomocą parametrów: szerokość × głębokość × wysokość,
- DI5 – warianty artykułu (np. wybór konkretnego koloru),
- DI6 – główne informacje – szczegółowe wymiary uzupełnione o dodatkowe dane, jak np. szerokość siedziska czy też wysokość podłokietnika itp.,
- DI7 – skróconą instrukcję obsługi (dotyczącą podstawowych czynności typu pranie, wycieranie, czyszczenie itp.).

Po kolejnym użyciu kliknięciu „myszki”, można otrzymać dodatkowe dane dotyczące:

- DI8 – materiałów i środowiska naturalnego (opis produktu polegający na podaniu nazwy materiałów użytych do produkcji wyrobu finalnego, w niektórych przypadkach z udziałem procentowym danych surowców lub gęstością jak w przypadku pianki poliuretanowej),
- DI9 – montażu i dokumentacji (w formie plików \*.pdf możliwych do pobrania ze strony) pokazującej montaż produktu finalnego w której znajduje się także wykaz wszystkich elementów montażowych z podanym numerem identyfikacji części oraz liczbą sztuk zastosowaną w produkcie gotowym,
- DI10 – opakowania – informacji o opakowaniu podających liczbę i podstawowe wymiary opakowań produktu wraz z ich wagą.

Narzędzia on-line, zidentyfikowane jako ostatnia z możliwych do pozyskania dana, wymagały analizy szybkości dostępu do danych (liczba kliknięć), co wiązało się z instalowaniem lub wyrażaniem zgód na użycie konkretnych rozwiązań aplikacyjnych. Przyjęto, że w przypadku każdego narzędzia on-line wskazanego w punkcie DI11, liczba kliknięć przekraczała 7, a więc maksymalny pułap pozwalający otrzymać ocenę minimalną (wg metody oceny potencjału badawczego). Ostatnią zidentyfikowaną do badań daną jest dana DI11:

DI11 – narzędzia on-line do planowania oraz katalogi on-line.

Z zaprezentowanego badania wynika, że celowo dobranego przedsiębiorstwa referencyjnego, po maksymalnie trzech „kliknięciach” wskaźnika uzyskać można dość znaczną liczbę informacji. Należy także zauważyć, że dość duża liczba informacji dotyczących używanych w produkcie części montażowych zawarta jest w plikach instrukcji, co sprawia, że proces zbierania danych na pewno będzie utrudniony (Konieczność przenoszenia danych z instrukcji obsługi do tabel zbiorczych).

Należy przy tym zwrócić uwagę, że jest pewna grupa danych, które powinny zostać wyłączone z oceny potencjalnego wpływu na parametry produktu, są to:

DI1, nazwa i numer produktu – jest w zasadzie daną istotną z punktu widzenia agregacji danych, ponieważ zdecydowanie łatwiej dokonuje się wszelkich analiz, bazując na konkretnych ciągach liczbowych, aniżeli nazwach rodzajowych danego produktu,

- DI2, cena, która jest istotnym elementem dalszych analiz oraz badania relacji, ale jednak trudnym do oceny w kontekście parametrów produktu,
- DI3, informacja o czasie trwania gwarancji, podobnie jak w przypadku ceny.

Dane, które trzeba będzie traktować w formie pomocniczej to dane DI6 oraz DI7. Pierwsza z nich, informacje ogólne, dotyczy szczegółowych wymiarów jak np. wielkości poduszek, siedzisk czy też podłokietników, które z punktu widzenia prezentowanego opracowania nie są tak istotne. Druga, DI7, dotyczy skróconej instrukcji obsługi, w której niewiele jest informacji o parametrach produktu, choć przez analizę jakościową może dostarczyć pewnych informacji o logistycznej sprawności produktu. Ważnym elementem, który powinien zostać włączony do badań jest także stabilność i powtarzalność produktów przez kolejne lata, co pozwalałoby śledzić zmiany pokoleniowe w aspekcie logistycznej sprawności produktu. Postanowiono zatem włączyć ten element także do oceny potencjału badawczego.

Z zaprezentowanych argumentów wynika, że choć w ramach przedsiębiorstwa referencyjnego udało się zidentyfikować 10 podstawowych do pozyskania danych, to do badania potencjału badawczego danych w ramach opisywanego zjawiska, zostanie uwzględnionych tylko 6 zmiennych:

DI1 – wymiar po złożeniu podany za pomocą parametrów: szerokość × głębokość × wysokość,

DI2 – warianty artykułu (np. wybór konkretnego koloru),

DI3 – materiałów i środowiska naturalnego (opis produktu polegający na podaniu nazwy materiałów użytych do produkcji wyrobu finalnego, w niektórych przypadkach z udziałem procentowym danych surowców lub gęstością jak w przypadku pianki poliuretanowej),

DI4 – montaż i dokumentacja (w formie plików \*.pdf możliwych do pobrania ze strony pokazującej montaż produktu finalnego, w której znajduje się także wykaz wszystkich elementów montażowych z podanym numerem identyfikacji części oraz liczbą sztuk zastosowaną w produkcie gotowym),

DI5 – opakowanie – informacji o opakowaniu podających liczbę i podstawowe wymiary opakowań produktu wraz z ich wagą,

DI6 – także stabilność i powtarzalność produktów przez kolejne lata.

Uwzględniając zaprezentowane wytyczne modelu logistycznej sprawności produktu oraz dostępność w przypadku omawianego przedsiębiorstwa danych o produktach finalnych, przystąpiono do obliczenia wskaźnika potencjału badawczego przedsiębiorstwa referencyjnego. Jako pierwszy element oceny zidentyfikowano relacje między koniecznymi do pozyskania danymi a parametrami produktu w kontekście jego logistycznej sprawności (**WRP**) – tabela 20.

Jak wynika z tabeli 20, największy potencjał badawczy przy zaprezentowanym zbiorze danych mają standaryzacja i modułowość, podatność na pakowanie oraz cechy w postaci wymiarów. Tym trzem parametrom przyporządkowano



największą liczbę potencjalnych do uzyskania danych. Zatem, zaproponowana metoda badawcza pozwala uzyskać najwięcej danych i przeprowadzić najszerszy zakres badań w tych właśnie obszarach.

Tabela 20. Relacje danych do parametrów produktu w badaniach nad logistyczną sprawnością produktu przedsiębiorstwa referencyjnego

Relacje danych do parametrów produktu							Wsk. Obl.	Wsk. WRP
	D1	D2	D3	D4	D5	D6		
C1 Kształt/Materiał							2,3	1
C2 Wymiary							3,0	3
C3 Waga							2,3	1
W1 Odporność (Podatność) na transport							2	1
W2 Odporność (Podatność) na magazynowanie							2	1
W3 Podatność na pakowanie							3,7	3
A1 Standaryzacja/modułowość							4,3	3
A2 Multifunkcjonalność							2,7	1
A3 Konfigurowalność							4	3

– niski potencjał badawczy – 1 pkt.  
 – średni potencjał badawczy – 3 pkt.  
 – wysoki potencjał badawczy – 9 pkt.

Źródło: opracowanie własne.

Drugi wskaźnik odnosił się do jakości danych (**WJD**) oraz swobody dostępu do danych (**WSD**). Wyniki agregacji danych oraz ich oceny zaprezentowano w tabeli 21.

Tabela 21. Zagregowana tabela jakości danych oraz swobody do ich dostępu dla przedsiębiorstwa referencyjnego

Zidentyfikowane dane	Jakość danych	Jaki Parametr produktu opisuje dana	Liczba kliknięć dostępu do danych
D1		C1; C2; W3; A1	2
D2		W3; A1; A3	2
D3		C1; W1; W2; W3	3
D4		C1; W1; W2; W3; A1; A2; A3	4
D5		C2; C3; W1; W2; W3	3
D6		C1; C2; A1; A2; A3	7

DO Identyfikacja produktu: **NUMERYCZNA**

– dane istnieją, ale są niekompletne i niespójne 1 pkt.  
 – dane istnieją, ale są niekompletne i spójne 3 pkt  
 – dane istnieją, są kompletne i spójne 9 pkt

Źródło: opracowanie własne.

Jakość danych rozumiana przez kompletność i spójność jest na bardzo wysokim poziomie. Poza informacją o materiałach, która, jak przypuszczano wcześniej, jest lakoniczna, ale obecna, reszta informacji jest kompletna i spójna. Liczba „kliknięć” wskaźnikiem została zmierzona przez wykorzystanie strony internetowej w dniu 25.01.2018 i zweryfikowana 24.08.2018 roku.

Zaprezentowane zagregowane dane o przedsiębiorstwie referencyjnym pozwalają przejść do oceny potencjału badawczego przedsiębiorstwa referencyjnego, co prezentuje tabela 22. Uwzględnia ona potencjał badawczy jakości informacji oraz swobodę jej pozyskiwania, pokazuje, że największe możliwości prowadzenia badań znajdują się w sferze cech dotyczących wymiarów, właściwości dotyczących opakowań oraz architektury produktu, odnoszącej się do standaryzacji i modułowości, a także konfigurowalności. W tych właśnie obszarach powinny być prowadzone dalsze prace badawcze.

Tabela 22. Ocena potencjału badawczego referencyjnego obiektu badań

WPBP OB-PR					Potencjał badawczy parametrów produktu									
Swoboda dostępu do danych	PBPP				I	3	I	I	I	3	3	I	3	
	FID (1)	LK (2)	FID x LK	WSD	CI	C2	C3	WI	W2	W3	A1	A2	A3	
D1	3	3	9	9	9	9				9	9			
D2		3	9	9						9	9		9	
D3		3	9	9	3			3	3	3				
D4		2	6	3	9			9	9	9	9	9	9	9
D5		3	9	9		9	9	9	9	9				
D6		1	3	1	3	3						3	3	3
<b>Wskaźnik Potencjału Badawczego Parametru WPBP</b>					<b>138</b>	<b>495</b>	<b>81</b>	<b>135</b>	<b>135</b>	<b>891</b>	<b>576</b>	<b>30</b>	<b>333</b>	
<b>Wskaźnik Potencjału Badawczego (WPB) = SUMA WPBP</b>					<b>2814</b>									

Źródło: opracowanie własne.

Ponieważ dokonano analizy przedsiębiorstwa referencyjnego pod kątem potencjału badawczego, w tym samym kontekście postanowiono dokonać doboru przedsiębiorstw pokrewnych branżowych, posiadających w swojej ofercie meble oraz informację na ich temat.

Dobór przedsiębiorstw pokrewnych branżowo do porównania z przedsiębiorstwem referencyjnym miał trzy podstawowe założenia:

- 1) musi być to polskie przedsiębiorstwo (posiadające swoją siedzibę na terenie Polski oraz jej właścicielami są także Polacy),
- 2) musi istnieć na rynku nieprzerwanie od 1995 roku lub wcześniej,
- 3) zakres działania przedsiębiorstwa jest przynajmniej ogólnopolski.

Pierwsza faza doboru przedsiębiorstw pokrewnych musiała wyłonić potencjalną grupę przedsiębiorstw produkujących meble. Został on wykonany w taki sposób, że w wyszukiwarce internetowej wpisano hasło: meble, a następnie sprawdzano zakres informacji podawany o przedsiębiorstwach, dotyczących trzech

podstawowych założeń. W ten sposób dokonano wyboru 7 producentów mebli do których zaliczono:

- ABRA,
- BODZIO,
- BRW (Black Red White),
- FORTE,
- SWARZĘDZ,
- WÓJCIK,
- VOX.

Następnie dokonano analizy trzech wskaźników potencjału badawczego w ramach danych dostępnych o meblach na stronach internetowych, zgodnie z danymi uzyskanymi z modelu referencyjnego. Należy przy tym zauważyć, że dobór przedsiębiorstw do porównania miał założenie, że muszą być to polskie podmioty, oferujące meble, funkcjonujące na rynku od roku 1995 roku lub wcześniej; posiadające swoje salony meblowe w przynajmniej 5 miastach powyżej 300 000 mieszkańców. To założenie miało pokazać pewną zbieżność charakterystyki dobieranych obiektów do przedsiębiorstwa referencyjnego<sup>326</sup>. W ten sposób powstała lista 12 producentów i sprzedawców mebli. Następnie sprawdzano czy każdy z producentów posiada swoje salony meblowe w przynajmniej 5 miastach z 9 miast w których posiada swoje sklepy obiekt referencyjny. Po pozytywnej weryfikacji stworzono tabelę identyfikującą możliwość uzyskania danych ze stron internetowych odnośnie każdego sprzedawcy mebli co zostało zsyntetyzowane i zobrazowane w tabeli 23.

Tabela 23. Wstępna ocena potencjału badawczego przedsiębiorstw pokrewnych branżowo w stosunku do obiektu referencyjnego bazująca na stronach internetowych z dnia 18.03.2017 zweryfikowanego 27.08.2018

Nazwa producenta lub salonu sprzedaży mebli	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Abra	+	+	+	-	-	-
Bodzio	+	+	+/-	-	-	-
BRW	+	+	+	+	+	+/-
Forte	+	+	+	+	-	-
Swarzędz	+	+/-	-	-	-	-
Wójcik	+	+	+	+	+	-
Vox	+	+	+/-	-	-	-
+ dane istnieją - brak danych +/- dane istnieją częściowo						






















*Źródło: opracowanie własne.*

<sup>326</sup> Przedsiębiorstwo referencyjne posiada 10 sklepów w 9 miastach: Bydgoszcz, Gdańsk, Katowice, Kraków, Lublin, Łódź, Poznań, Wrocław, Warszawa (2 sklepy). Najmniejszą liczbę mieszkańców mają Katowice; niewiele ponad 300 000.

Wyraźnie widać, że wstępna ocena potencjału badawczego, bazująca tylko i wyłącznie na dostępności do danych pozwoliła wyłonić 3 przedsiębiorstwa, które mają więcej niż 50% możliwych do pozyskania danych: BRW; FORTE; WÓJCIK.

Na tej podstawie postanowiono dokładniej zbadać konkretne wskaźniki potencjału badawczego, a więc swobodę dostępu do danych oraz jakość danych. Do tego celu zaproponowano zagregowaną tabelę pozyskiwania danych dla obiektów badań tej samej branży co przedsiębiorstwo referencyjne, co prezentuje – tabela 24.

Tabela 24. Zagregowana tabela pozyskiwania danych dla obiektów badań branży pokrewnej co przedsiębiorstwo referencyjne

Zidentyfikowane dane	Jaki parametr produktu opisuje dana	BRW		FORTE		WÓJCIK	
		Jakość danych	Liczba kliknięć dostępu do danych	Jakość danych	Liczba kliknięć dostępu do danych	Jakość danych	Liczba kliknięć dostępu do danych
D1	C1; C2; W3; A1		2		4		2
D2	W3; A1; A3		2		4		3
D3	C1; W1; W2; W3		2		4		3
D4	C1; W1; W2; W3; A1; A2; A3		3		7		5
D5	C2; C3; W1; W2; W3		2		7		4
D6	C1; C2; A1; A2; A3		5		7		7+
DO Identyfikacja produktu		Tekstowo/numeryczne		Tekstowe		Tekstowo/numeryczne	
 – dane istnieją, ale są niekompletne i niespójne 1 pkt.  – dane istnieją, ale są niekompletne i spójne 3 pkt.  – dane istnieją, są kompletne i spójne 9 pkt.							

Źródło: opracowanie własne.

Aby można było obliczyć potencjał badawczy obiektów badań, zagregowana tabela pozyskiwania danych dla obiektów badań podobnej branży, powinna zostać naniesiona na tabelę prezentującą ocenę potencjału badawczego, każdej z trzech firm.

Podobnie jak w przypadku wstępnej oceny potencjału badawczego, tak i w tym wypadku dane każdego przedsiębiorstwa, zostaną przeliczone wg założeń podanych na początku tego rozdziału, aby finalnie ocenić potencjał badawczy każdej firmy osobno. Należy przy tym zwrócić uwagę, że nie powinno oczekiwać się tutaj wyboru jednego przedsiębiorstwa do porównania, a raczej zwrócenia uwagi, które parametry modelu logistycznej sprawności produktu mają największy potencjał badawczy wśród dobranych wstępnie przedsiębiorstw.

Na tej bazie utworzono tabelę 25, prezentującą syntetyczne zestawienie oceny potencjału badawczego trzech wybranych przedsiębiorstw oraz załącznik 1, prezentujący szczegółowe zestawienie oceny potencjału badawczego według modelu zaproponowanego w pracy.

Widać z nich wyraźnie, że sumaryczny potencjał badawczy, celowo dobranych obiektów badań mocno odbiega od referencyjnego przedsiębiorstwa. Składa się na to zarówno jakość informacji, jak i swoboda dostępu do nich. Na tej podstawie można już w tym miejscu wnioskować, że prowadzenie analiz porównawczych może być utrudnione. Niemniej, należy potraktować badane przedsiębiorstwa jako możliwe źródła pozyskania danych co do konkretnych parametrów produktu modelu logistycznej sprawności produktu.

Tabela 25. Wyniki ocen potencjałów badawczych dobranych obiektów badań

	Wskaźnik potencjału badawczego WPBP	Udział % IKEA do Innych
IKEA	2814	100,00%
BRW	936	33,26
FORTE	290	10,30%
WÓJCIK	906	32,20%

*Źródło: opracowanie własne.*

Tabela 25 pokazuje wyraźną dominację dwóch przedsiębiorstw BRW oraz Wójcik co do potencjału pozyskania danych. Przedsiębiorstwo Forte, posiada w zasadzie najmniejszy potencjał badawczy i to zarówno sumarycznie jak i w poszczególnych parametrach produktu. Obiekt ten będzie zatem traktowany jako rezerwowany obiekt badań. Firmy BRW i Wójcik posiadają zbliżone wskaźniki potencjału badawczego. Wynika to ze zbliżonego wskaźnika swobody pozyskania danych – który dla obydwu firm jest równy. Różnice polegają w zasadzie na dostępności i jakości poszczególnych danych, co powoduje, że wskaźniki sumaryczne potencjału badawczego są zbliżone.

Tym sposobem, zaprojektowanym narzędziem, dokonano doboru przedsiębiorstw, w których prowadzone będą badania. Zaprezentowany dobór obiektów badań pozwala przejść do opisu wyników badań nad identyfikacją uwarunkowań logistycznej sprawności produktu w przedsiębiorstwie referencyjnym (zostaną one zaprezentowane w kolejnym rozdziale) oraz przedsiębiorstwach pokrewnych branżowo (zostaną one zaprezentowane w dalszej części pracy).

### 3.2. Analiza i wyniki badań przedsiębiorstwa referencyjnego

Przyczynkiem do podjęcia badań nad logistyczną sprawnością produktu stały się zmiany w tych samych produktach na przełomie lat. Jednym z pierwszych celów badań, który naturalnie powinien wynikać z przeprowadzonej obserwacji, było dotarcie do danych produktów przedsiębiorstwa referencyjnego, które mogły zmienić swoje parametry. W ten sposób został zdefiniowany cel badawczy 1

– porównanie zmian parametrów produktu w dwóch identycznych produktach przedsiębiorstwa referencyjnego sprzedawanych w odstępie minimum 4 lat.

Realizacja tak zarysowanego celu badawczego, wiązała się z dotarciem, zarówno do nieistniejących już na stronach internetowych danych przedsiębiorstwa referencyjnego, jak i do instrukcji montażowych, które także zostały już wycofane ze stron internetowych. Prawdopodobnie jest to efektem polityki prowadzonej przez firmę. Przy każdej ogólnodostępnej i aktualnej instrukcji obsługi widnieje adnotacja, że do pobrania dostępna jest tylko najnowsza wersja instrukcji, co może oznaczać różnice między oferowaną przez strony www wersją, a wersją, która była wydrukowana i załączona do produktu.

Po przeprowadzeniu analizy potencjału badawczego przedsiębiorstwa referencyjnego, zauważono, że wiele danych o wyrobach można odnaleźć poza instrukcją obsługi. Kluczem stało się więc dotarcie do starych (obecnie niedostępnych) stron internetowych, które mogły dostarczyć informacji dotyczących takich elementów, jak wymiary, opakowanie, materiały itp. Instrukcje wiązały się raczej z elementami architektury produktu. Oznacza to, że oprócz dotarcia do plików pdf instrukcji, co jest nieco łatwiejsze, konieczne było dotarcie do dawnych stron www – to zadanie okazało się nieco trudniejsze do wykonania.

Wskutek badania dostępnych narzędzi informatycznych w tym zakresie, udało się zidentyfikować portal gromadzący tego typu dane: [www.web.archive.org](http://www.web.archive.org) (WayBackMachine), który stanowi swoistą bazę danych różnorodnych, archiwalnych stron internetowych. Jak prezentuje informacja zawarta na portalu, posiada on zarchiwizowanych 336 miliardów zachowanych stron internetowych. Należy jednak zauważyć, że aby dotrzeć do danego produktu, nie można było wpisać strony internetowej przedsiębiorstwa referencyjnego ani nazwy produktu. Wyszukiwarka działająca w ramach tego portalu jest w stanie dostarczyć informacji dotyczących identycznego kodu strony jak kod obecnej strony. Skoro skład obecnej strony internetowej przedsiębiorstwa referencyjnego ze wskazanym konkretnym produktem, wyglądał następująco: <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/50284204/>, gdzie 8 ostatnich cyfr oznacza kod produktu, to aby znaleźć właściwy odpowiednik tego produktu, musi istnieć założenie, że produkt ten był oferowany w poprzednich wersjach. Wiązało się to ze zgromadzeniem elektronicznych wersji wszystkich dostępnych katalogów i żmudnym ich studiowaniem. Czasami okazywało się jednak, że owszem istnieją informacje dotyczące danego produktu, ale poprzednia strona internetowa, miała je zdecydowanie bardziej ograniczone co do treści aniżeli obecna.

Jeśli udało się już ustalić, że produkt występował minimum 4 lata wcześniej, to skopiowany adres URL (*Uniform Resource Locator*) wpisywano w wyszukiwarkę portalu *WayBackMachine*, a ta dostarczała informacji o dostępnych w zasobach portalu stronach.

Skoro cała koncepcja logistycznej sprawności produktu rozpoczęła się od sofy, to w pierwszej kolejności postanowiono dokonać badań identyfikujących dane dotyczące sofy nazwanej umownie Sofa 1. Okazało się to nie lada wyzwaniem z prostego powodu. Sofa 1 co kilka lat ma zmieniany kolor pokrycia oraz

materiał z którego jest ono robione. I tak, obecne kolory nie obrazują wszystkich kolorów, które występowały kilka lat temu. O ile wyszukanie produktu po raz pierwszy pokazuje adres: <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/S49129209/>, to po wprowadzeniu tego produktu do bazy archiwum internetowego wystąpienia tego modelu mebla z tym pokryciem pojawia się najwcześniej w roku 2016, a to z kolei nie spełnia założeń badawczych, które mówiły o przeszukiwaniu produktów z minimum 4 letnim okresem funkcjonowania na rynku.

Zmiana koloru, modyfikowała adres URL w następujący sposób, <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/S49129209/#/S79129203>, pozostawiając produkt podstawowy jako bazę (zaznaczony na szaro) i przeszukując według produktu szukanego zaznaczonego na żółto. Aby zatem odnaleźć produkt oznaczony na żółto, konieczne było zredukowanie adresu URL do następującej postaci: <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/S79129203/> i włączenie go do poszukiwań w ramach archiwów internetowych – tutaj okazało się, że ten rodzaj poszycia został wprowadzony na rynek w roku 2016 – nie spełnia założeń.

Po analizie katalogów zauważono, że istnieją barwy pokryw powtarzające się praktycznie w każdym roku i były to barwy czerwona i biała. Dokonano zatem analizy produktów sofa S1 o barwie czerwonej. Sofa o barwie czerwonej miała kod produktu <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/S59133526/>, co po skopiowaniu jej do wyszukiwarki archiwum internetowego pokazało ponownie rok 2016 jako rok wejścia tego modelu pokrycia na rynek. Zadano więc pytanie, dlaczego Sofa 1 w kolorze czerwonym występuje praktycznie od roku 2008 (pierwszy z dostępnych katalogów internetowych), a poprzez przeszukiwanie archiwum stron okazuje się, że ten produkt występuje od roku 2016? Po dłuższym studiowaniu stron i katalogów okazało się, że zmienił się materiał pokrycia, a wskutek tego także i nazwa pokrycia, czego następstwem była także zmiana kodu. Zakres zebranych danych umożliwił zbudowanie tabeli 26, wraz z dodatkowymi wykresami prezentującymi zakres zmian w produkcji na przełomie lat.

Ponadto, zwrócono uwagę, że utrudnione jest sprawdzenie wielkości opakowania, ponieważ do roku 2011 strona internetowa IKEA zawierała dodatkowy link do danych o opakowaniach, który w ramach przeszukiwania archiwów stron internetowych nie miał możliwości dostępu – podobna zmiana dotycząca pozyskiwania danych ze strony www, nastąpiła w roku 2017. Było to spowodowane zastosowaniem innej techniki kodowania stron niż w roku 2011. Po roku 2011 dostęp do specyfikacji wielkości opakowań już był możliwy, co dawało szansę sporządzenia zestawienia uzyskanych danych produktowych. Możliwe było wtedy uzyskanie informacji o cenie produktu, liczbie opakowań (w tym wypadku podzielonych na ramę sofa i pokrycie) wymiarów opakowań, wagi opakowań oraz ceny końcowej wyrobu finalnego.

Przedstawione tam syntetyczne dane obrazują zmiany opakowań w ciągu 7 lat dotyczące nierozkładanej sofa trzyosobowej S1. Należy zwrócić uwagę, że dane te wykazują dość dużą stabilność zarówno w wypadku ramy, jak i pokryć.

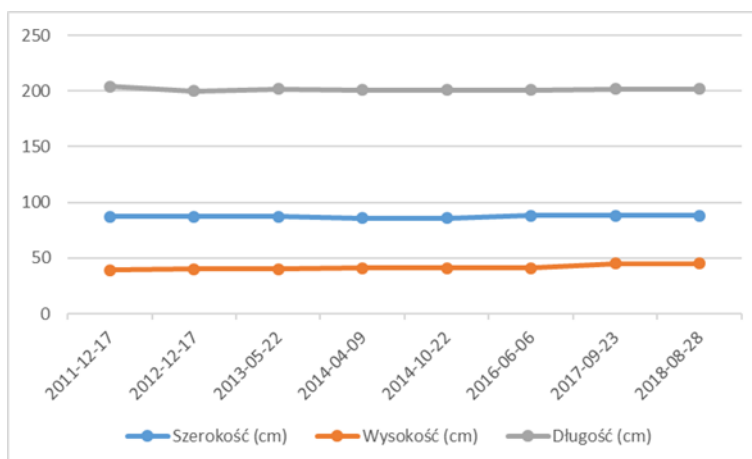
W przypadku tych drugich, dane w zasadzie się nie zmieniają pomimo zmiany tkaniny pokrycia co oznaczone jest w tabeli 26, kolorem szarym i żółtym (inne kody produktów i ich nazwy rodzajowe).

Tabela 26. Wyniki ocen potencjałów badawczych wybranych mebli

Data odczytu strony www	2.09.2010		17.12.2012		22.05.2013		09.04.2014		22.10.2014		06.06.2016		23.09.2017		28.08.2018	
Numer artykułu	201.685.12	201.850.31	201.685.12	201.850.31	201.685.12	201.850.31	201.685.12	201.850.31	201.685.12	201.850.31	503.223.24	201.850.31	503.223.24	201.850.31	503.223.24	201.850.31
Ilość artykułów (szt.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Szerokość (cm)	38	87	38	87	38	87	38	86	38	86	37	88	37	88	38	88
Wysokość (cm)	11	39	11	40	11	40	11	41	11	41	11	41	11	45	11	45
Długość (cm)	57	204	57	200	57	202	57	201	57	201	56	201	57	202	57	202
Waga (kg)	6,4	67,6	6,4	64,9	6,4	67,7	6,4	66,5	6,4	66,5	6,11	69,7	6,18	74,2	6,34	74,2
Cena PLN	1299		1399		1399		1399		1399		1399		1399		1699	
Nazwa elementu: P-Pokrycie R-Rama	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R

Źródło: opracowanie własne.

Wspomnianą zależność potwierdza także rysunek 19. Ewidentnie wynika z niego, że wszystkie wymiary opakowania ramy produktu (długość, szerokość, wysokość podane w cm), przez siedem lat pozostawały w zasadzie niezmiennione.



Rys. 19. Zmiany cech opakowania ramy sofy S1 na przełomie 7 lat

Źródło: opracowanie własne.



Takie założenie, wzięło się stąd, że skoro w pierwszym z opisywanych przypadków, sofa była już zmontowana, to instrukcja obsługi powinna ten fakt uwzględnić.

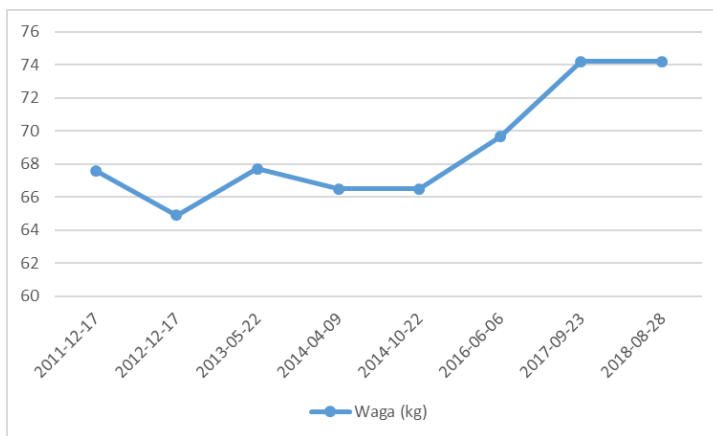
Kontynuując porównanie sof z lat 2011-2018, elementem, który postanowiono zweryfikować, był stopień standaryzacji części montażowych. Na podstawie instrukcji z roku 2011<sup>327</sup> (z datą wprowadzenia w roku 2009) oraz instrukcji z roku 2018<sup>328</sup> (z datą wprowadzenia w roku 2014) wyraźnie widać, że liczba części oraz ich materiał nie uległy zmianom. Prezentuje to tabela 27, która zebrała dane dotyczące części montażowych.

Tabela 27. Porównanie części montażowych z instrukcji z roku 2011 oraz 2018

	100837	110439	100712	114509	121303	120202
<b>Instrukcja 2011</b>	6 szt.	2 szt.	6 szt.	6 szt.	4 szt.	1 szt.
<b>Instrukcja 2018</b>	6 szt.	2 szt.	6 szt.	6 szt.	4 szt.	1 szt.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Kolejny etap badań związany był z dwoma parametrami produktu: wagą wyrobu gotowego – rysunek 20 oraz materiałami, z których zostały wykonane elementy ramy – tabela 28.



Rys. 20. Zmiany cech (waga) opakowania ramy sofa S1 na przełomie 7 lat

Źródło: opracowanie własne.

<sup>327</sup> <https://web.archive.org/web/20120618123228/http://www.ikea.com:80/pl/pl/catalog/products/S09875803> z dnia 12.09.2018 <https://web.archive.org/web/20120618123228/http://www.ikea.com:80/pl/pl/catalog/products/S09875803> z dnia 12.09.2018 dostępnej pod linkiem Instrukcja montażu – Pobierz (Pdf)

<sup>328</sup> <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/S79129203/> z dnia 12.09.2018 dostępnej pod zakładką montaż i dokumentacja.

Waga opakowania wyrobu gotowego na przełomie lat wzrosła maksymalnie o ok. 10% (rysunek 20), co pozwalało przypuszczać, że zmianie uległy materiały użyte do produkcji ramy sofy. Warunki zawarte w tabeli 28 nie potwierdzają jednak tego przypuszczenia, pokazują brak jakichkolwiek różnic w zastosowanych materiałach konstrukcyjnych ramy. Jedyne szczegóły dotyczące proporcji zastosowania konkretnych elementów i kwestia wodoodporności płyt wiórowych mogą obrazować tendencje zmian.

Można zatem podejrzewać, że zmianie uległa bądź to gęstość używanych w ramie produktów, bądź też zostały zastosowane większe elementy wpływające na wagę ramy wyrobu gotowego.

Prezentowany przykład obrazuje, że w ciągu siedmiu lat nie nastąpiły gruntowne zmiany w opakowaniu produktu. Oznacza to, że zaobserwowane zmiany w kontekście logistycznej sprawności produktu musiały nastąpić przed badanym okresem, ale ponieważ brak jest informacji dotyczących jednostek opakowaniowych w okresach wcześniejszych, dlatego niemożliwe było zaobserwowanie skali zmian w produkcji i opakowaniu. Kierując się jednak prezentowaną logiką, postanowiono przeanalizować jeszcze instrukcje montażowe badanej sofy z lat przed 2011 rokiem, które występują na ogół w formacie pdf i prawdopodobieństwo ich odnalezienia w archiwalnych zasobach internetowych byłoby większe.

Tabela 28. Wyniki ocen potencjałów badawczych dobranych obiektów badań

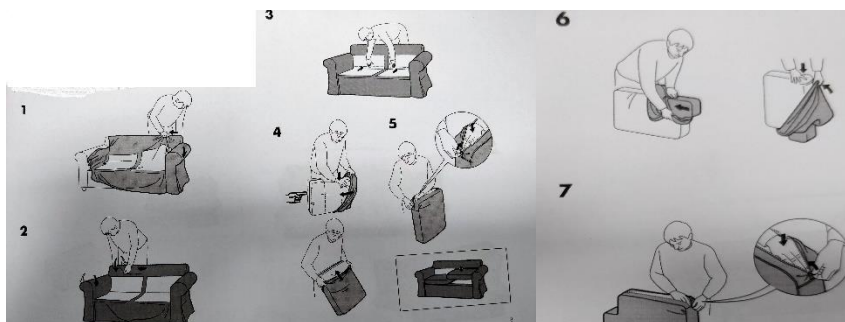
	2011	2018
Rama oparcia i siedziska	Płyta pilśniowa, wodoodporna płyta wiórowa, sklejka, pianka poliuretanowa 20 kg/m <sup>3</sup> , lita sosna	Płyta pilśniowa, płyta wiórowa, sklejka, pianka poliuretanowa 20 kg/m <sup>3</sup> , lite drewno
Oparcie	Pianka poliuretanowa 20 kg/m <sup>3</sup> , pianka poliuretanowa 25 kg/m <sup>3</sup> , watolina poliestrowa, lita sosna, płyta pilśniowa, wodoodporna płyta wiórowa, tektura	Pianka poliuretanowa 20 kg/m <sup>3</sup> , pianka poliuretanowa 25 kg/m <sup>3</sup> , watolina poliestrowa, lite drewno płyta pilśniowa, płyta wiórowa, tektura
Poduszka siedziska	Watolina poliestrowa, włókna polipropylenowa, pianka poliuretanowa o wysokiej sprężystości (zimna pianka) 35 kg/m <sup>3</sup> , 30% cięższej pianki poliuretanowej 70% włókien poliestrowych, włókna poliestrowe	Watolina poliestrowa, włókna polipropylenowa, pianka poliuretanowa o wysokiej sprężystości (zimna pianka) 35 kg/m <sup>3</sup> , włókna poliestrowe
Poduszka tylna	Włókna poliestrowe, włókna polipropylenowa	Włókna poliestrowe, włókna polipropylenowa

*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych ze źródeł internetowych – przypis 300 i 301.*

Nie udało się odnaleźć instrukcji obsługi sofy trzyosobowej sprzed 2011 roku w archiwach internetowych. Zwrócono jednak uwagę, że instrukcje z roku 2011

dotyczyły jednocześnie sof dwu i trzyosobowych. Rozpoczęto zatem poszukiwanie instrukcji sof dwuosobowych sprzed roku 2011, a także po roku 2015 (kierując się założeniem, że mają one bardzo zbliżoną budowę), aby potwierdzić ewentualną zgodność produktów.

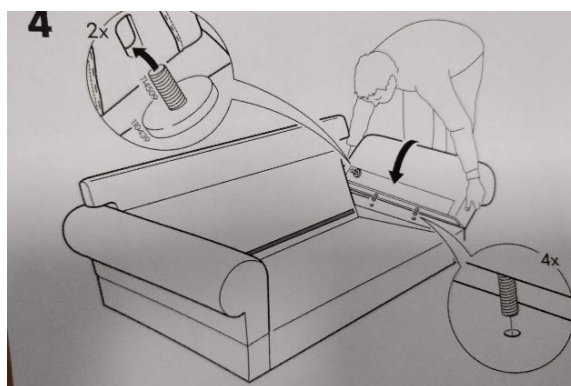
Poprzez przeszukiwanie archiwalnych stron www udało się dotrzeć do instrukcji montażu sof dwuosobowej z roku 2002<sup>329</sup> oraz z roku 2015<sup>330</sup>. Rysunek 21 prezentuje fragmenty instrukcji z roku 2002, na którym widać, że czynności montażowe są ograniczone jedynie do nałożenia pokrowca na ramę sof oraz nałożenia pokrowców na poduszki oparcia. Oznaczało to brak czynności montażowych przez klienta, co potwierdzało opisywany przypadek.



Rys. 21. Fragment instrukcji montażu sof S2 z 2002 roku

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Oglądając instrukcję obsługi z roku 2015 oraz wspólnej instrukcji z roku 2011 widać, że boki sof są montowane przez klienta, co oznacza, że mogą one pomniejszyć wielkość opakowania – rysunek 22.



Rys. 22. Fragment instrukcji montażu krok 4, sof EKTORP dwuosobowej z 2011 i 2015 roku

*Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w instrukcjach.*

<sup>329</sup> [https://www.ikea.com/ms/en\\_US/customer\\_service/assembly/E/E50119676.pdf](https://www.ikea.com/ms/en_US/customer_service/assembly/E/E50119676.pdf) z dnia 12.09.2018.

<sup>330</sup> <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/S19129178/> z dnia 12.09.2018 dostępnej pod zakładką montaż i dokumentacja.

Bardzo trudno odnieść się i szacować potencjalne zyski magazynowo-transportowe, nie mając konkretnego wymiaru opakowania. Można jednak przypuszczać, że w większym stopniu wykorzystana kubatura opakowania przyniosła wymierny efekt. Podobnie zresztą, jak sfera zaangażowania przedsiębiorstwa referencyjnego w obsługę klienta, która przez użycie tekturowego opakowania doprowadziła do **samoobsługiwalności logistycznej klienta**.

Ponieważ badanie dotyczące jednego przykładu produktu stanowi tylko swoisty pilotaż, pokazujący tendencje zmian w produktach przedsiębiorstwa referencyjnego, postanowiono poszerzyć zakres badań.

Zaprezentowany powyżej układ badań został ustrukturyzowany i podzielony na kroki:

- 1) przygotowanie narzędzia do zbierania danych,
- 2) celowy dobór konkretnej grupy mebli wraz z ustaleniem założeń badawczych,
- 3) weryfikacji czasowej mebli (identyfikacja roku wejścia konkretnego mebla na rynek),
- 4) badanie właściwe kluczowych parametrów produktu (mebla) w kontekście logistycznej sprawności na tych wyrobach, które spełniały założenia badawcze.

Narzędzie do zbierania danych powinno zapewnić nie tylko odwzorowanie parametrów produktu z modelu logistycznej sprawności, ale także umożliwić późniejszą analizę tych danych. Ponadto, ponieważ będzie ono bazować na analizie dokumentów elektronicznych i stron www, powinno być na tyle pojemne, by dane te były możliwe do zebrania w jednym miejscu. Do tego celu zaproponowano tabelę 29.

Na podstawie tabeli widać wyraźnie wyodrębnione obszary, które odpowiadają następującym parametrom produktu:

- C1 – materiał użyty do produkcji produktu finalnego,
- C2 – wymiary produktu finalnego,
- C3 – waga produktu finalnego,
- W3 – dane opakowania – wymiary i waga,
- A1 – standaryzacja elementów montażowych,
- A2 – multifunkcjonalność części,
- A3 – konfigurowalność (liczba wariantów i sposób personalizacji).

Tabela nie zawiera dodatkowych elementów związanych z podatnością transportową oraz magazynową. Wiąże się to z tym, że źródła pozyskania danych uniemożliwiają wypełnienie tych dwóch parametrów związanych z właściwościami produktu.

Należy przy tym zaznaczyć, że kategorie danych dotyczące materiałów użytych do produkcji mebla powinny być adekwatne do specyfiki samego mebla (w przypadku sof są to: pokrycie, rama, oparcie i nogi).

Tabela 29 została wykonana w taki sposób, aby można było zestaw zaprezentowanych w niej danych, w jak najszybszy sposób przeanalizować przy jednoczesnym odzwierciedleniu w niej parametrów produktu.

W tabeli przyporządkowano wierszom i kolumnom litery wielkie i małe, cyfry arabskie i rzymskie oraz kombinacje wielkich liter oraz cyfr arabskich. Cyfry arabskie oraz kolor ciemnoniebieski odpowiadają w tabeli 29 za produkt oferowany na rynku minimum trzy lata wcześniej. Analogicznie cyfry rzymskie oraz kolor jasnoniebieski odpowiadają za produkt obecnie oferowany na rynku.

Tabela 29. Tabela do zbierania danych dotyczących parametrów produktu z przełomu kilku lat

	1	2	3	4	5	6	I	II	III	IV	V	VI
A	STARY PRODUKT			NOWY PRODUKT								
B	Cena			Liczba warunków:		Nazwa produktu ID Produktu			Liczba warunków:			Cena UH z dnia
C	Url z dnia					Materiały	Materiały					
1CW		Op 2	Dane opakowań	Op 1	Nazwa części głównych	Starece i materiały części głównych		Nazwa części głównych	Op 1	Dane opakowań	Op 2	
2CW	Parametry opakowań cm lub kg		S D		Panel Główny / Panel Boczny / Tył			Panel Główny / Panel Boczny / Tył		S D		Parametry opakowań cm lub kg
3CW			W							S		
4CW										W		
5CW										Waga		
6CW										Waga sumaryczna	0	
7CW										S D		
8CW										W S		
9CW										W S		
1A										Części montażowe		
2A		Instrukcja z dnia									Instrukcja z dnia	
3A		ID Instrukcji									ID Instrukcji	
4A												
5A												
6A												
7A												
8A												
9A												
10A												
11A												
12A												
13A												
14A												
15A												
16A												
17A											Personalizacja	
18A												
19A												
20A												
21A												
22A												
24A												
25A												
26A												
D	URL:											URL:

Źródło: opracowanie własne.

Poszczególne wiersze oznaczone wielkimi literami A; B; C; D odnoszą się do danych ogólnych produktu i zaliczyć do nich można takie informacje, jak:

- nazwa produktu napisana przy użyciu polskich liter,
- numer identyfikacyjny produktu składający się z ciągu 8 cyfr łamanych przez kolejne 8 cyfr (zapis wykorzystywany do identyfikacji produktów w firmie referencyjnej pomijający separatory w formie kropek),
- cena produktu (stara i nowa),
- liczba wariantów produktu rozumiana jako liczba odmian identycznego produktu (możliwa zmiana to kolor, struktura tkaniny itp. – nie odnosi się to do serii produktu, a więc, do tego, że oprócz sofy dwuosobowej występują sofy trzyosobowe, fotele, sofy rozkładane itp.),
- „data URL” rozumiana jako data otwarcia strony internetowej, z której pozyskano konkretne dane.

Zestaw znaków oznaczonych cyfrą arabską oraz wielkimi literami CW oznacza, że dany wiersz reprezentuje dane przydatne zarówno parametrom produktu związanym z cechami, jak i z właściwościami. W przypadku tabeli 29, wiersz:

- 1CW odpowiada za liczbę opakowań oraz materiały i surowce użyte do produkcji danego mebla,
- 2CW odpowiada za długość każdego z opakowań oraz materiały i surowce użyte do produkcji danego mebla,
- 3CW odpowiada za szerokość każdego z opakowań oraz materiały i surowce użyte do produkcji danego mebla,
- 4CW odpowiada za wysokość każdego z opakowań oraz materiały i surowce użyte do produkcji danego mebla,
- 5CW odpowiada za wagę każdego z opakowań oraz materiały i surowce użyte do produkcji danego mebla,
- 6CW odpowiada za wagę sumaryczną opakowań oraz materiały i surowce użyte do produkcji danego mebla,
- 7CW odpowiada za długość wyrobu gotowego każdego z mebli oraz materiały i surowce użyte do produkcji danego mebla,
- 8CW odpowiada za szerokość wyrobu gotowego każdego z mebli oraz materiały i surowce użyte do produkcji danego mebla,
- 9CW odpowiada za wysokość wyrobu gotowego każdego z mebli oraz materiały i surowce użyte do produkcji danego mebla.

Należy w tym miejscu dodać, że dane zwarte na stronach www, często miały pomyłki dotyczące definicji długości, szerokości, głębokości i wysokości. Przyjęto zatem, że długość oznaczać zawsze będzie najdłuższy z podanych wymiarów, zaś wysokość zawsze najmniejszy z podanych wymiarów. Wynika to z analizy procesu zbierania danych, w której ponad 90% wymiarów miało właśnie taką tendencję, zaś pozostałe ok. 10% wykazywało oczywiste pomyłki.

Ostatni z elementów zawartych w tabeli odnosił się głównie do parametrów architektury produktu. W ramach wierszy oznaczonych wielką literą A oraz cyfrą arabską wyszczególniono dane dotyczące:

- wersji instrukcji, z której dane zostały zaczerpnięte,
- daty wejścia w życie instrukcji, z której dane zostały zaczerpnięte (w przypadku braku tej daty, podawana była data 1 stycznia roku, który widniał na ostatniej stronie instrukcji w ramach zapisu „Inter Ikea System BV 2009” – wtedy data instrukcji wskazana w tabeli wyglądała następująco 01.01.2009,
- numerów identyfikacyjnych części montażowych, składających się z sześciocyfrowego kodu zawierającego cyfry arabskie,
- numerów identyfikacyjnych narzędzi montażowych, składających się z sześciocyfrowego kodu zawierającego cyfry arabskie (z racji tego, że jest ich ograniczona liczba, w tabeli 29 wyodrębniono wszystkie narzędzia montażowe występujące w przeanalizowanych instrukcjach),
- analizy instrukcji pod kątem multifunkcjonalności, a więc zaobserwowania w instrukcjach, czy w którymś z miejsc występuje zastosowanie danej części montażowej w innym kontekście aniżeli dotychczas stosowane,
- uwag dotyczących personalizacji, a więc zidentyfikowanych zagadnień związanych z kastomizacją produktu.

Przygotowane i omówione narzędzie do zbierania danych pozwoliło przejść do kroku badawczego – celowego doboru badanej próby.

Ponieważ inspiracją do podjęcia badań nad omawianym tematem była sofa, postanowiono poszerzyć zakres badań o większą liczbę sof. Aby, jednak, mieć szersze spektrum poglądowe na badany temat, postanowiono także poddać badaniom meble spozycjonowane na stronie internetowej przedsiębiorstwa referencyjnego na dwóch kolejnych pozycjach do wyboru. Okazało się, że otwierając stronę internetową przedsiębiorstwa referencyjnego w ramach zakładki **produkty**, na pierwszym miejscu znajduje się zakładka kolekcja **wiosna lato 2018** (która z przyczyn oczywistych została pominięta), a na kolejnych trzech podstawowych miejscach pojawiają się następujące grupy asortymentowe<sup>331</sup>:

- sofy i fotele,
- regały i przechowywanie,
- stoły, stoliki, krzesła i ławki.

W ramach asortymentu pierwszego, **sof i foteli**, zdecydowano się na wybranie sof. Należy jednak zauważyć, że przedsiębiorstwo referencyjne ustanowiło następujące podkategorie w ramach asortymentu sofy i regały:

- sofy nierozkładane,
- sofy skórzane i ze sztucznej skóry,
- sofy rozkładane,
- sofy modułowe,
- podnóżki i pufy,
- fotele.

---

<sup>331</sup> <https://www.ikea.com/pl/pl/# z dnia 08.09.2018.>

W zaprezentowanych podkategoriach zdecydowano się zbadać sofy nierozkładane. Wynika to z faktu, że są to najprostsze meble w ramach asortymentu sof i regałów. Fotele, podnóżki i pufy, stanowią już nieco inne konstrukcyjnie produkty. Podobnie zresztą jak sofy rozkładane, które charakteryzują się konicznością zastosowania dodatkowego stelaża i w niektórych przypadkach materaca. Sofy skórzane i ze sztucznej skóry są w zasadzie rozkładane bądź też nierozkładane, ale wykorzystanie skóry jako materiału poszyciowego powoduje, że mają one nieco inną specyfikę. Wybór celowy sof nierozkładanych nie był jednak ostateczny. W ramach asortymentu sof nierozkładane istnieje ich dalszy podział na sofy:

- sofy dwuosobowe,
- sofy trzyosobowe,
- sofy narożne,
- sofy modułowe z pokryciem z tkanin.

Ponieważ specyfika sof dwu- i trzyosobowych jest zbliżona, dlatego zdecydowano się przeprowadzić badania na sofach dwuosobowych<sup>332</sup>.

Przegląd sof dwuosobowych z oferty internetowej Ikea pozwolił zauważyć, że sofy dwuosobowe nie stanowią względnie homogenicznej grupy. Istnieją bowiem w ofercie takie sofy, które posiadają podłokietniki z obydwu stron oraz takie, które ich nie posiadają bądź posiadają je tylko z jednej strony. Do badań wybrano ostatecznie sofy, które posiadają podłokietniki z obydwu stron. Pierwszym obiektem badań stały się **nierozkładane sofy dwuosobowe posiadające podłokietniki**. Tak zdefiniowane założenia badawcze, pozwoliły wyodrębnić **grupę 11 produktów spełniających założone kryterium**.

Podobną analizę przeprowadzono w asortymencie regały i przechowywanie. W ramach tej grupy asortymentowej występują tam:

- szafki RTV,
- system modułowy BESTA,
- regały,
- pudełka do regałów,
- biblioteczki,
- witryny,
- komody,
- półki ścienne,
- pudła, kosze i kartony,
- regały do spiżarni,
- system modułowy ALGOT.

W pierwszej iteracji wyłączono z badań najbardziej oczywiste grupy produktów, a więc: pudełka do regałów, półki ścienne, pudła, kosze i kartony. Takie podejście pozostawiło jednak jeszcze dość duży zakres potencjalnych obiektów badań. Postanowiono zatem odrzucić meble reprezentujące systemy modułowe, jako

---

<sup>332</sup> Bierze się to stąd, że najstarsza instrukcja pokazująca zmiany w produktach IKEA dotyczyła sof dwuosobowej co zostało wcześniej opisane.



potencjalne obiekty badań nad modułowością w logistycznej sprawności produktu, a także meble wykazujące się swoistą specyfiką, czyli: szafki RTV oraz regały do spiżarni.

Zwrócono także uwagę, że witryny, biblioteczki oraz regały mogłyby stanowić względnie jednorodną grupę, choć byłaby to grupa dość dyskusyjna (wykorzystanie regału jako biblioteczki jest bowiem także możliwe). Skoro tak, zdecydowano się na wybór komód jako reprezentantów grupy asortymentowej: regały i przechowywanie.

Ponieważ w dalszym ciągu grupa komód stanowiła dość różnorodną grupę, chociażby ze względu na liczbę szuflad, wymiary itp. to postanowiono zawęzić badania do **komód posiadających trzy wysuwane szuflady**. Tak zdefiniowane założenia badawcze, pozwoliły wyodrębnić **grupę 12 produktów spełniających założone kryterium**.

Ostatnia grupa asortymentowa to stoły, stoliki, krzesła i ławy, w skład których weszły następujące grupy produktowe:

- stoliki kawowe i nocne,
- stoły do jadalni,
- stoły rozkładane,
- krzesła jadalniane,
- krzesła składane,
- zestawy do jadalni,
- krzesła i stoły barowe,
- bufety, kredensy i witryny,
- stołki i ławy,
- krzesła dla dzieci,
- krzesła do karmienia dla dzieci,
- toaletki,
- stołki i ławy.

Analiza zaprezentowanego asortymentu oraz celowość doboru dwóch poprzednich grup obiektów badań, pozwoliła zdecydować się na wybór stołów do jadalni. Jest to związane z tym, że konstrukcja tego typu stołów jest stosunkowo prosta (blat i cztery nogi). Jeśli przyjąć, że grupy pozostałych dwóch obiektów badań są nieco bardziej skomplikowane, postanowiono zająć się właśnie tą grupę. Zarówno krzesła we wszystkich swoich odmianach, jak i wszelkiego rodzaju toaletki, stoliki i ławy mogą mieć tak skrajnie różne konstrukcje, że podjęcie decyzji o doborze właśnie takiej grupy wydaje się być racjonalne.

Oczywiście definicja stołu do jadalni opisana jako blat i cztery nogi nie wystarczyła. W ramach analizy asortymentu stołów jadalnianych okazało się, że jest ich dość dużo w różnych wymiarach. Największą grupę stanowiły stoły z długością minimalną od 100 do 200 cm i właśnie taki pojedynczy wymiar blatu uznano za kryterium doboru obiektu badań. Analiza stołów do jadalni przy takich warunkach brzegowych wykazała, że w tej wyselekcjonowanej grupie znajdują się stoły,

które mają i więcej niż 4 nogi i owalny blat (Gamleby)<sup>333</sup>, takie które mają mniej niż 4 nogi (Norberg)<sup>334</sup> lub montowane są do ściany (Norbo)<sup>335</sup>.

W ten sposób zdecydowano się zdefiniować docelową **grupę badanych obiektów jako stół posiadający prostokątny blat, cztery nogi i długość minimalną blatu 100 cm**. W tej grupie wyodrębniono **19 reprezentantów**.

Celowe wyodrębnienie potencjalnych obiektów badań **wymagało jeszcze weryfikacji czasowej**. Weryfikacją czasową nazwano proces identyfikacji obecności produktów na rynku. Przyjęto, że do badań włączone będą produkty, których okres występowania na rynku jest dłuższy niż 3 lata, tzn. istnieje dostępność do danych o tych produktach (istnieją archiwalne strony lub dokumenty elektroniczne pozwalające wypełnić całościowo tabelę), których data jest z roku 2015 i mniej.

Dane dotyczące liczby lat funkcjonowania produktu na rynku można było uzyskać w dwojaki sposób.

**Pierwszy sposób** polegał na tym, że zidentyfikowane w poprzednim etapie badań meble były wyszukiwane na stronie internetowej Ikea, a następnie przeszukiwano archiwa internetowe przy użyciu strony web.archiwe.org w celu odnalezienia najstarszych z możliwych informacji na temat danego produktu. Jeśli udało odnaleźć się produkt z roku 2015 lub wcześniejszych lat, wtedy przeszukiwano szczegółowo zawartości stron pod kątem skompletowania danych.

**Drugi sposób** polegał na odnalezieniu na stronie internetowej przedsiębiorstwa referencyjnego instrukcji montażu danego mebla i zweryfikowaniu, która jest to wersja instrukcji oraz jaka jest data przekazania użytkownikom – dane znajdują się na ostatniej stronie każdej instrukcji. I tak wspomniana już sofa S1 (id produktu 99129184) w najnowszej instrukcji montażu ma wyodrębniony kod instrukcji AA-21585-6 z dnia 2017-03-06. Obserwacje różnorodnych wydań instrukcji pozwoliły ustalić, że ostatnia cyfra kodu (w tym wypadku cyfra 6) oznacza kolejną wersję instrukcji. Czyli instrukcja dla sofy S1 jest już jej 6 wersją, co sugeruje, że sofa ta przebywa na rynku przez dłuższy czas.

Niedogodności, które towarzyszyły weryfikacji czasowej, były to zmiany kodów produktów wskutek zmian kolorystycznych mebla, a także jego pokryć czy też obić. Konieczne było wtedy przeszukiwanie katalogów na konkretne lata IKEA, w celu odnalezienia kodów produktów w odrębnych kolorach lub nazw np. pokryć.

Wskutek tego typu dwustopniowej weryfikacji okazało się, że próba badawcza znacznie się zmniejszyła, co zostało zaprezentowane w tabeli 30.

---

<sup>333</sup> <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/60247027/> z dnia 06.09.2018.

<sup>334</sup> <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/30180504/> z dnia 06.09.2018.

<sup>335</sup> <https://www.ikea.com/pl/pl/catalog/products/80091713/> z dnia 06.09.2018.

Tabela 30. Docelowa grupa obiektów badań IKEA

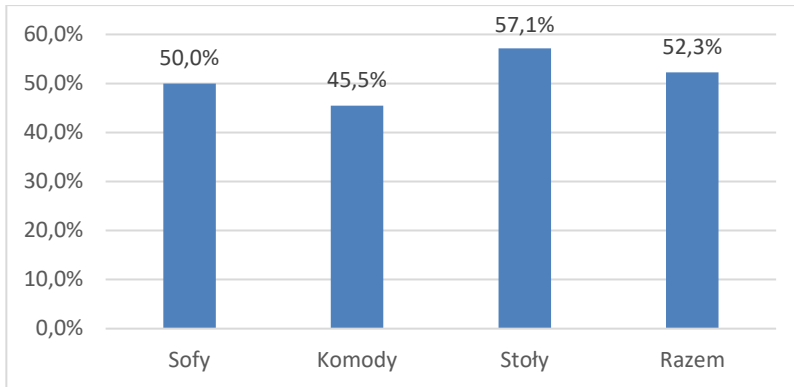
Sofy		Komody		Stoly	
Nazwa	Rok występujących danych	Nazwa	Rok występujących danych	Nazwa	Rok występujących danych
KIVIK	2012	MALM	2011	BJURSTA	2014
EKTORP	2012	BRIMNES	2012	LER-HAMN	2014
KNOPPARD	2017	HEMNES	2012	TARENDO	2013
DELAKTIG	2017	ASKVOLL	2017	MELLTORP	2014
KLIPPAN	2011	LOTE	2016	EKEDALEN	2018
VIMLE	2017	VIGRESTAD	2014	VANGSTA	2017
NORSBORG	2016	SONGESAND	2017	INGO	2011
YPPERLING	2017	RAST	2011	STORNAS	2012
TIDAFORS	2011	TARVA	2012	NORRAKER	2015
GRONLD	2018	KOPPANG	2017	INGATORP	2012
LANDSKRONA	2017	NORDLI	2017	IKEA PS 2012	2012
KARLSTADT	2011			TORSBY	2011
				LISABO	2015
				VA-STANBY	2015
				DAGLYSA	2018
				NOR-DMYRA	2018
				GLIVARP	2017
				OVRA-RYD	2017
				YPPERLING	2018
				INDUSTRIEL	2018
				TINGBY	2017

– Meble niespełniające kryteriów doboru obiektów badań  
 – Meble spełniające kryteria doboru obiektów badań

*Źródło: opracowanie własne.*

Z 44 potencjalnych obiektów badań do następnego etapu zakwalifikowano 23 obiekty badawcze, co stanowi nieco ponad 50% wszystkich zweryfikowanych czasowo obiektów badań – rysunek 23.

Widać, że około 50% celowo dobranych mebli w każdej grupie występowało na rynku powyżej 3 lat. Warunek ten był konieczny do spełnienia, aby można było zaobserwować potencjalne kierunki zmian w kontekście parametrów produktu z modelu logistycznej sprawności produktu. Zakończenie tego etapu pozwoliło przejść do kolejnej fazy, jaką było badanie właściwe kluczowych parametrów produktów.



Rys. 23. Procentowy udział wybranych do badań obiektów po weryfikacji względem kryterium czasu IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Wyniki badań właściwych dotyczących zmian generacyjnych w meblach rozpoczęto od sof. Po wstępnych badaniach danych ze stron internetowych uznano, że badany mebel można podzielić na cztery podstawowe elementy:

- 1) ramę,
- 2) pokrycie,
- 3) stopki,
- 4) oparcie (jeśli nie jest ono zintegrowane z ramą).

Jest to o tyle istotne, że w sposób naturalny struktura budowy mebla będzie wpływać na kształt tabeli do agregowania danych. Ponadto badanie parametrów produktu w aspekcie materiałów wykorzystywanych do produkcji konkretnych elementów stanowi pierwszą cechę parametrów produktu z modelu logistycznej sprawności produktu. Przykład tabeli z zagregowanymi danymi dotyczącymi pierwszej badanej sofki prezentuje załącznik 2.

Pierwszy parametr (C1 – kształt/materiał) to skład surowcowy wyrobu gotowego, który zmienił się najwięcej w przypadku pokrycia, gdzie bawełna została zastąpiona mieszanką bawełny i poliestru. Jeśli chodzi o materiały konstrukcyjne sofki, to w zasadzie nie uległy one zmianie. Pojawiają się różnice w uszczegółowieniu materiałów (np. lite drewno / lite sosna), ale same materiały pozostają w zasadzie niezmiennie. Drugi parametr C2 (wymiary produktu) pozostaje niezmienny od 6 lat, podobnie zresztą jak parametr A1 (standaryzacja), jeśli chodzi o elementy montażowe.

Należy przy tym zwrócić uwagę, że instrukcja związana ze starym produktem nie jest datowana (przyjęto datę 2009, jako jedyną która istniała w instrukcji), zaś instrukcja nowego produktu posiada ostatnie wydanie z roku 2016. Oznacza to, że firma prowadzi politykę utrzymywania minimalnej ingerencji zarówno w strukturę wyrobu, jak i instrukcje obsługi. Nieznacznie zmieniły się opakowania produktu, czyli **parametr W3**. Widać wzrost wagi opakowania sofki (opakowanie O1) oraz niewielki wzrost jego wymiarów (max. 3 cm na jednym

wymiarze). Wyraźną zmianę widać w przypadku **parametru A3** (personalizacja), gdzie prawie o 40% zmniejszyła się liczba możliwych do wyboru pokryć (z 14 do 9). Nie zidentyfikowano, aby w tym produkcie wykorzystana była jakakolwiek inna część według innego zastosowania w **ramach parametru A2**.

Na uwagę zasługuje fakt, że zmianie uległa cena oraz ID produktu, co wymaga wyjaśnienia. Firma Ikea w 2015 roku zmieniła nazwy pokryć (z powodu zmiany wykorzystywanych na pokrycia materiałów). Kolor pokrycia dla obydwu badanych sof jest więc identyczny (biały), ale nie było możliwości dotarcia do sof sprzed 2015 roku wg 8 cyfrowego ID produktu, ponieważ zmiana pokrycia wygenerowała nowe ID produktu. Dlatego wyszukano z katalogów sprzed 2015 roku nazwy pokryć i jako obiekt badań wybrano sofę o pokryciu w identycznym kolorze (choć ID produktu wskazuje, że jest to inny produkt).

Aby jednak można było syntetycznie zaprezentować wyniki badań, postanowiono zbudować narzędzie pokazujące zmiany oraz kierunki tych zmian w produktach na przełomie lat. Istota działania narzędzia polegała na porównaniu każdego z parametrów ilościowych (długość, szerokość, waga itp.) i na tej podstawie zobrazowania kierunku zmian (np. odniesienie nowemu wymiarowi odjąć stary wymiar). Jeśli zmiana wykazywała trend dodatni (zwiększyła się długość, waga, liczba opakowań, wariantów itp.) przyporządkowywano im kierunek zmian jako wzrost, którego symbolizowała strzałka skierowana górną stroną na ciemnoniebieskim tle – „↑”. Z kolei zmiana posiadająca kierunek odwrotny symbolizowana była strzałką skierowaną dolną stroną na jasnoniebieskim tle – „↓”. Materiały użyte do produkcji, podlegały ocenie jakościowej i znalazły także swoje miejsce w omawianym narzędziu. Wizualizacją omawianego narzędzia stała się tabela 31, która zobrazowała ilościowe i jakościowe kierunki zmian generacyjnych parametrów wyrobów w analizowanej grupie sof.

Jak widać w tabeli 31, większość sof nie zmieniała swoich wymiarów, a także liczby sztuk opakowań. Zmieniły się w kierunku dodatnim wymiary opakowań (w nowych produktach wymiary opakowań są większe niż w starych), a także w dwóch produktach zmienił się parametr standaryzacji, co oznacza zmianę liczby części montażowych – w jednym przypadku liczba części montażowych wzrosła, w jednym przypadku liczba części zmalała, a w trzech przypadkach pozostała bez zmian. W przypadku jednego produktu (sofy Klippan) zastosowano inne części montażowe. Wariantowość sof, związana z personalizacją miała tendencje spadkowe, co oznacza, że firma ograniczała różnorodność wyboru mebli (w przypadku sof, głównie pokryć mebli). Cena analizowanych produktów za każdym razem zmieniała się – rosła bądź malała. Warto odnotować fakt, że w przypadku sofy Klippan instrukcja montażowa nie zmieniała się od 12 lat, co oznacza, że przedsiębiorstwo nie ingerowało w konstrukcję produktu – tabela 31.

Tabela 31. Skumulowane wyniki badań nad parametrami produktów z kategorii sofy na przełomie minimum 3 lat dla firmy IKEA

	1	2	3	4	5
Parametry produktu	EKTORP	KIVIK	KLIPPAN	KARLSTAD	TIDAFORS
C2.1. Długość cm		↑			
C2.2. Szerokość cm				↓	
C2.3. Wysokość cm					
W3.1. Liczba sztuk opakowań	2	3	2	2	2
W3.2. Długość Op cm	↑ ↑	↑ ↑	↑ ↑		↓ ↓
W3.3. Szerokość Op cm	↑ ↑	↑ ↑	↑ ↑		↓ ↓
W3.4. Wysokość Op cm	↑ ↑	↑ ↑	↓ ↓		
W3.5. Waga Pr+Op kg	↑ ↑	↓ ↓	↓ ↓		↑ ↑
W3.6. Waga Suma kg	↑	↓	↓		↑
A1 Standaryzacja			X	X	
A1.1. Zmiana liczby części montażowych			↓	↑	
A3.1. Liczba Wariantów	X	X	X	X	X
A3.2. Zmiana Wariantów	↓	↓	↑	↓	↓
Cena	↑	↓	↓	↑	↑
Różnica lat między obowiązującymi instrukcjami	X				X
Różnica lat między rokiem 2018 a ostatnią instrukcją	2	9	15	9	7
Odstęp lat pomiędzy badanymi produktami na podstawie URL	6	6	7	4	7
C1 Materiał - analiza jakościowa	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Zmiana materiałów poszyciowych. Reszta materiałów bez zmian. Zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Zmiana materiałów poszyciowych. Reszta materiałów bez zmian. Zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Brak sprężyn w nowym modelu. Zmiana w opisie szczegółów materiałów	Zmiana materiałów poszycia. Minimalizacja materiałów użytych do produkcji ramy i oparcia. Zmiana szczegółów o materiałach
A1.2. Standaryzacja - analiza jakościowa			Zastosowanie innych części montażowych		

Kierunki zmian parametrów produktu – wartość parametru: wzrosła – ↑; zmalała – ↓; bez zmian × Pr – produkt; Op – opakowanie

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z zagregowanych tabel dotyczących sof.

Analiza jakościowa materiałów pokazuje nieliczne zmiany. Zauważalne jest zmniejszanie szczegółowości opisów dotyczących wykorzystywanych materiałów np. (lita sosna na lite drewno). Kierunek tych zmian jest taki, że w nowszych produktach liczba szczegółów maleje. Jedyne odstępstwo stanowi sofa Klippan, w której zmieniono materiały z litego drewna na sklejkę i płyty wiórowe oraz pilśniowe, ale skutkiem tego była przede wszystkim zmiana ceny wyrobu na korzyść klienta oraz parametrów logistycznych opakowań związanych głównie z wagą.

Drugą grupą produktów poddanych badaniom właściwym były komody. Jak wspomniano wcześniej, zaledwie 5 komód spełniało wszystkie założenia badawcze. Strukturę komód postanowiono podzielić na następujące grupy strukturalne:

- panel górny, panel boczny, tył komody,
- szuflada komody,
- uchwyt komody.

Następnie wszystkie badane parametry komody zebrano w tabeli agregacyjnej, w której występuje nieco inna specyfika niż w przypadku pierwszych badanych obiektów, jakimi były sofy. Wynika to ze złożoności produktu, a co za tym idzie wiąże się z występowaniem np. większej liczby części montażowych.

Podobnie jak w przypadku prezentowanej sofie, pierwszy parametr produktu jakim jest **wymiar i kształt (C1)** – tabela 32, w zasadzie nie uległ zmianie (zmienił się zakres szczegółowości opisu tego parametru). Drugi parametr **C2 – wymiary**, także nie uległ zmianie i pozostaje niezmienny od 6 lat. Analizując wartości średnie dotyczące wymiarów, średnia długość zmieniła się nieco ponad 1 cm. Wysokość o mniej niż 0,5 cm, zaś szerokość pozostała bez zmian. Parametr trzeci **C3 – waga** wykazywał największe tendencje do zmian. Maksymalnie waga wzrosła o nieco ponad 7 kg. Z kolei największa zmiana wagi *in minus* pojawiła się w sofie nr 2 – waga spadła o nieco ponad 15 kg. Średnia zmiana wagi wyniosła nieco ponad 2,5 kg.

Nieznacznie, niemalże kosmetycznie, zmieniły się wymiary parametru **W3 – opakowanie**. Średnio o 1 cm zmieniła się długość o 0,5 cm szerokość i ok. 5 cm średnio wysokość.

Jeśli chodzi o parametry **standaryzacji A1** to zmianie uległy 2 z 18 części (jedna została zamieniona przez inną, druga została wyeliminowana w młodszym modelu), co stanowi ok. 11% części. Warto odnotować fakt, że części otrzymały dodatkowe identyfikatory, co zostało odnotowane w polu inne. Powiększyła się liczba wariantów z jednego do dwóch – pojawił się dodatkowy kolor frontów w roku 2018 – co należy odnotować w kontekście parametru **A3 – personalizacja**.

Jeśli chodzi o **parametr A2** – multifunkcjonalność nie zidentyfikowano żadnej części, która zostałaby użyta w innym aspekcie funkcjonalnym. Ciekawostką jest jeszcze to, że cena produktu zmalała o ok. 7% przez 6 analizowanych lat dostępności produktu na rynku.

Tabela 32. Skumulowane wyniki badań nad parametrami produktów z kategorii komody na przełomie minimum 3 lat dla firmy IKEA

	1	2	3	4	5	6
Parametry produktu	BRIMNES	MALM	RAST	HEMNES	TARVA	VIGRESTAD
C2.1. Długość cm				↓		
C2.2. Szerokość cm				↓		
C2.3. Wysokość cm				↓		
W3.1. Liczba sztuk opakowań	1	1	1	2	1	1
W3.2. Długość Op cm	↓		↑	↑	↑	
W3.3. Szerokość Op cm	↑	↑	↑	↑	↑	
W3.4. Wysokość Op cm		↑	↓	↑	↓	
W3.5. Waga Pr+Op kg	↑	↑	↑	↓	↑	
W3.6. Waga Suma kg	↑	↑	↑	↓	↑	
A1 Standaryzacja	X		X	X	X	
A1.1. Zmiana liczby części montażowych	↓	↑	↑	↑		
A3.1. Liczba Wariantów	X	5	1	4	X	1
A3.2. Zmiana Wariantów	↑				↓	
Cena	↓	↑	↑	↑	↓	
Różnica lat między obowiązującymi instrukcjami	5	7	6	7	3	5
Różnica lat między rokiem 2018 a ostatnią instrukcją	1	0	1	0	3	1
Odstęp lat pomiędzy badanymi produktami na podstawie URL	6	7	7	6	6	4
C1 Materiał - analiza jakościowa	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów
A1.2. Standaryzacja - analiza jakościowa	Zmiana ok. 10% części oraz wprowadzenie nowych id części	Zmiana ok. 7% części oraz wprowadzenie nowych id części	Zmiana ok. 10% części oraz wprowadzenie nowych id części	Zmiana ok. 40% części oraz wprowadzenie nowych id części	Podmiana ok. 5% części oraz wprowadzenie nowych id części	Bez zmian

Kierunki zmian parametrów produktu – wartość parametru: wzrosła – ↑; zmalała – ↓; bez zmian ×  
Pr – produkt; Op – opakowanie

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z zagregowanych tabel dotyczących komód.



Podobnie jak w przypadku sof, tak i w komodach zbudowano tabelę porównawczą wszystkich przebadanych komód – załącznik 3. Połączono w niej wszystkie tabele agregacyjne danych, w których zostały zaprezentowane wyniki badań pozostałych czterech komód spełniających założenia projektu. Podobnie jak w przypadku sof, można zauważyć tendencję do braku zmiany materiałów, z których produkowane były wyroby oraz barku zmiany wymiarów produktów finalnych w badanych okresach czasu (wyjątkiem jest tutaj komoda HEMNES, której wszystkie wymiary (długość, szerokość, wysokość) nieznacznie zmalały. Średnia zmiana długości wyniosła 0,3 cm, a szerokości i wysokości 0,2 cm. Średnia waga badanych komód zmieniła się o 0,3 kg, przy czym największy przyrost generacyjny wagi zaliczyła komoda Brimnes (1,2 kg) zaś największy spadek wagi komoda Hemnes 1,2 kg.

Kwestia parametru **W3 (opakowanie)** wykazuje, podobnie jak w przypadku sof, tendencje wzrostowe i wartość zobrazowania jaka jest to skala wzrostu w stosunku do wymiarów pierwotnych. Warto także zwrócić uwagę, że większość prezentowanych instrukcji montażowych w zasadzie nie ulega zmianie i obowiązują one od dłuższego czasu. Przez lata, w zasadzie nie ulega zmianie liczba dostępnych wariantów, co świadczy, że firma stara się ograniczać konfigurowalność, poza komodą HEMNES, która pojawiła się w dodatkowym wariantcie kolorystycznym.

Widoczną zmianą jest także zmiana architektury produktów w parametrze A1 – standaryzacja, gdzie wyraźnie widać tendencje do wdrażania części substytucyjnych charakteryzujących się nowym identyfikatorem.

Kolejną i ostatnią grupą pozwalającą obserwować pokoleniowe zmiany w produktach pod kątem ich logistycznej sprawności były stoły. Warto przypomnieć, że docelowa grupa badawcza wynosiła 12 mebli, które spełniały założenia badawcze. Zmieniono kategorie związane ze strukturą materiałów – parametrem C1 i wyodrębniono w badanych obiektach następujące elementy:

- blat,
- ramę,
- nogi – załącznik 4.

Na przełomie 3 lat w badanym produkcie zmienił się jeden atrybut opakowania – waga, która w stosunku do starego obiektu wzrosła o 1 kilogram. Poza tym nie uległy zmianie żadne inne parametry. Bardzo interesującą rzeczą jest fakt ograniczenia części montażowych do zaledwie dwóch elementów, które także na przełomie lat nie uległy zmianie. Oznacza to, że parametry produktu związane z jego logistyczną sprawnością pozostają nie tylko stałe, ale także mocno zoptymalizowane jak ma to miejsce w przypadku parametru **A1 – standaryzacja**.

**Niezmiennosc wyrobów gotowych w czasie** stanowi ważny czynnik związany z logistyczną sprawnością produktu. Pozwala właściwie dostosować każdą ze sfer logistyki i doskonalić ją w jak największym zakresie. Stabilność wyrobów gotowych w czasie pozwala osiągnąć istotną przewagę wynikającą ze specjalizacji zarówno infrastruktury logistycznej, jak i reszty elementów związanych z logistyką o łańcuchem dostaw. Największym problemem jest jednak to, jak

utrzymywać na rynku względnie podobny produkt, przy tak drastycznie zmieniających się preferencjach nabywczych klientów oraz wzrastającym stopniu personalizacji wyrobów gotowych wymuszonych przez klienta. Odnalezieniem równowagi między sferą marketingu a projektowania wyrobu powinien zająć się w tym wypadku multidyscyplinarny zespół, który będzie w stanie pogodzić te dwa (lub więcej) na pozór sprzeczne obszary projektowania i zarządzania produktem.

Jak widać w tabeli 33, **parametr C2 produktu (wymiary)** uległ zmianie tylko i wyłącznie w jednym przypadku (stół MELTORP). Reszta stołów nie zmieniła swoich wymiarów bazowych przez minimum 3 lata. Proste wskaźniki pokazujące różnice wartości średnich badanych obiektów pokazały, że wymiary wyrobów finalnych praktycznie nie ulegają zmianie (średnia długość i szerokość wszystkich badanych wyrobów finalnych zmieniła się o niecałe 0,5 cm, zaś średnia wysokość o 0,1 cm).

Waga produktów także nie zmieniała się w sposób, który należałoby uznać za istotny. Maksymalny wzrost wagi wyniósł prawie 4,5 kg, zaś największy spadek o nieco ponad 2 kg. Średnia zmiana wagi dla wszystkich produktów wyniosła około 0,3 kg.

Parametr **W3 (opakowania)** miał w zasadzie różnorodne tendencje co do zmiany wymiarów i wagi opakowań. Można przypuszczać, że jest to związane ze zmianą wymiarów wyrobu gotowego, ale ponieważ wyrób gotowy nie zmieniał się na przełomie lat, dlatego przypuszczenie to musi być z góry odrzucone. Nie wpływają także na to zmiany materiałowe, bo jak widać z tabeli porównawczej ponad 80% wyrobów finalnych (10 z 12) nie wykazywało żadnych zmian w materiałach stosowanych do ich produkcji. Podobnie zresztą jak **parametr A1 (standardyzacja)**, który nie wykazuje szczególnych zmian w liczbie części podlegających wymianie, podmianie lub też zwiększeniu.

Wynika stąd, że zmianie ulega prawdopodobnie (jest to oczywiście przypuszczenie) sposób pakowania oraz wykorzystywane do pakowania materiały, których celem jest osiągnięcie optymalnych parametrów dla działań transportowych, magazynowych oraz manipulacyjnych.

Miary średnie pokazujące zmiany wynosiły dla opakowań: długość wszystkich opakowań zmieniła się nieco ponad 2 cm, zaś szerokość i wysokość o mniej niż 0,5 cm. Wyraźnie widać trend w kierunku zachowania wariantowości wyrobów na podobnym poziomie lub nawet ograniczania go. Wpisuje się to w logikę logistycznej sprawności produktu, w której ograniczona liczba wariantów wyrobów, pozwala przesunąć punkt rozdziału w kierunku dystrybucji i obsługi klienta.

Prześledzone zmiany pokoleniowe pozwalają uzyskać pogląd co do zmian w produktach na przełomie lat. Niestety wyniki badań nie pokazują istoty wszystkich zmian w kierunku logistycznej sprawności produktu. Wiąże się to prawdopodobnie z faktem, że przedsiębiorstwo udoskonalilo już swoje produkty w takim stopniu, że w chwili obecnej jest na etapie szczegółowego doskonalenia konkretnych parametrów produktu w kontekście jego logistycznej sprawności, nie zaś na etapie gruntownych zmian w produktach, których przykładem była badana Sofa 1 – EKTORP.

Tabela 33. Skumulowane wyniki badań nad parametrami produktów z kategorii stoły na przełomie minimum 3 lat dla firmy IKEA

Parametry produktu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	MELTORP	BURSTA	LERHAMN	TARENDO	INGO	STORNAS	NORRAKER	INGATORP	IKEA PS 2012	TORSBY	LISABO	VASTANBY
C2.1. Długość cm	↑											
C2.2. Szerokość cm	↑											
C2.3. Wysokość cm	↑											
W3.1. Liczba sztuk opakowań	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
W3.2. Długość Op cm	↓	↑		↓	↑	↑	↑	↑	↓	↓		
W3.3. Szerokość Op cm	↓	↑			↑	↑	↑		↓	↓		
W3.4. Wysokość Op cm	↓	↑	↑		↑	↑	↑		↓	↓		
W3.5. Waga Pr+Op kg	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	
W3.6. Waga Suma kg	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	
A1 Standaryzacja	X				X			X				
A1.1. Zmiana liczby części montażowych					↑			↑				
A3.1. Liczba Wariantów	1	X	1	1	2	X	1	1	1	X	1	1
A3.2. Zmiana Wariantów		↑		↓	↑	↓	↑		↓	↓		↓
Cena	↑	↑			↑	↓	↑		↓	↓		↓
Różnica lat między obowiązującymi instrukcjami	X		X	X	X	X		X	X		X	
Różnica lat między rokiem 2018 a ostatnią instrukcją	1	6	2	3	4	4	3	1	3	7	0	4
Odstęp lat pomiędzy badanymi produktami na podstawie URL	4	4	4	4	7	6	3	6	3	7	3	3
C1. Materiał - analiza jakościowa	Niektóre zmiany w blacie - lakier trydowy. Zmiana szczegółów dotyczących materiałów.	Niektóre zmiany w blacie - lakier trydowy. Zmiana szczegółów dotyczących materiałów.	Bez zmian	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian	Bez zmian	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian - zmiana szczegółów dotyczących materiałów	Bez zmian
A1.2. Standaryzacja - analiza jakościowa	Wymiana dwóch części na inne (40%). Podkładka dystansująca oraz zainfekowanie sreby	Bez zmian	Bez zmian	Bez zmian	Zmiana ok. 10% części	Dodatkowa 1 część w nowym meblu	Bez zmian	Zmiana ok. 30%	Bez zmian	Bez zmian	Bez zmian	Bez zmian

Kierunki zmian parametrów produktu – wartość parametru: wzrosła – ↑; zmalała – ↓; bez zmian ×

Pr – produkt; Op – opakowanie

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z zagregowanych tabel dotyczących stołów.

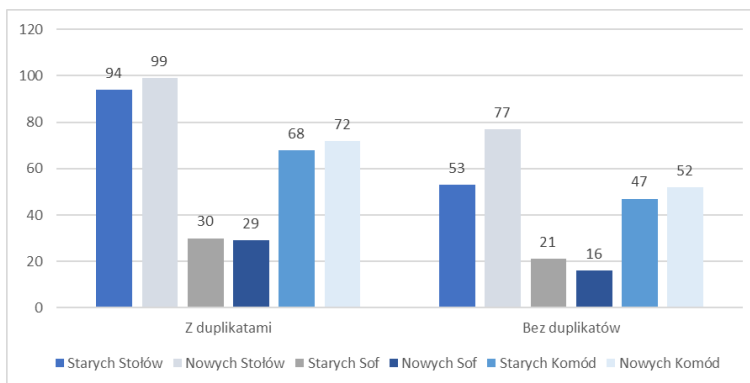
Zaprezentowane wyniki badań dają podstawę do pokazania kolejnego, istotnego kontekstu badawczego, odnoszącego się do stopnia standaryzacji części montażowych w badanych produktach. Wiązał się on ze zdefiniowaniem drugiego celu badawczego, który jest identyfikacją stopnia standaryzacji części w ramach badanych grup asortymentowych oraz w ramach wszystkich poddanych badaniom obiektów. Drugi cel badawczy mógł być zrealizowany przynajmniej w trzech podstawowych aspektach identyfikacji stopnia standaryzacji:

- w starych meblach, które istniały na rynku więcej niż 3 lata, które były obiektem badań pierwszego etapu,
- w meblach obecnie dostępnych na rynku, które były obiektem badań pierwszego etapu,
- w większej grupie mebli dostępnych obecnie na rynku i nie będących obiektem badań pierwszego etapu.

Identyfikacja stopnia standaryzacji na meblach, które były analizowane pokoleniowo pod kątem logistycznej sprawności produktu wymagała stworzenia dodatkowych tabel, obrazujących jakie rodzaje elementów montażowych były wykorzystywane w analizowanych grupach sof, komód oraz stołów. Ponieważ istniało duże prawdopodobieństwo powtarzania się konkretnych elementów montażowych w danych asortymentach mebli, co wiązało się z przypuszczeniem, że stopień standaryzacji części montażowych przedsiębiorstwa referencyjnego jest względnie wysoki. Należało przygotować proces analizy danych i w konkretny sposób go ustrukturalizować. Etapy procesu analizy wyników badań w badanych obiektach badawczych podzielono na następujące kroki:

- usunięcie duplikatów numerów identyfikacyjnych części w ramach danej grupy asortymentowej,
- zbudowanie graficznej macierzy prezentującej obrazowo stopień nasycenia produktów częściami montażowymi dla poszczególnych grup asortymentowych,
- usunięcie duplikatów numerów identyfikacyjnych części w ramach wszystkich grup asortymentowych, których wyniki badań zostały zaprezentowane w poprzednim rozdziale;
- zbudowanie graficznej macierzy prezentującej obrazowo stopień nasycenia produktów częściami montażowymi dla połączonych grup asortymentowych,
- zbudowanie graficznej macierzy prezentującej obrazowo stopień nasycenia produktów częściami montażowymi dla losowo wybranej grupy produktów oferowanych na rynku w latach 2017-2018.

Pierwszy etap związany z usunięciem duplikatów części wiązał się z identyfikacją liczby części ogółem oraz liczby części, która pozostała po usunięciu duplikatów – rysunek 24.

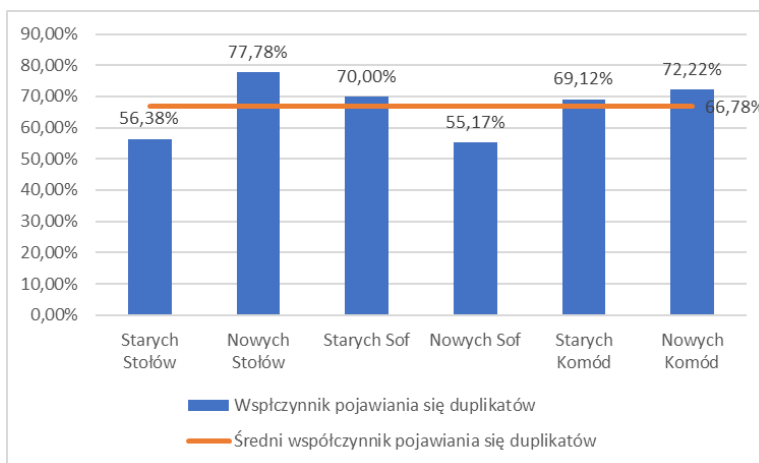


Rys. 24. Sumaryczna liczba części montażowych (z duplikatami) w danym asortymencie części w stosunku do sumarycznej liczby części (bez duplikatów) IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Widać, że najwięcej sumarycznie części montażowych miały stoły, które także po usunięciu zduplikowanych części wykazywały największą liczbę używanych do montażu części – rysunek 24. Liczba usuniętych części, które powtórzyły się w instrukcjach, może stanowić ważny wskaźnik pokazujący stopień standaryzacji. Jednakże wskaźnik ten jest nieco zaburzony, ponieważ nie ukazuje skali całościowego zjawiska (dana część może zostać zduplikowana jeden raz lub wiele razy czego nie widać z zaprezentowanej relacji ilościowej).

Podjęto się zatem przeliczenia procentowego wskaźnika duplikatów – stopień wskaźnika pojawiania się duplikatów prezentuje rysunek 25.



Rys. 25. Procentowy udział części pozostałych po usunięciu zduplikowanych elementów IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Największy odrzut powtarzających się części występuje w przypadku starych stołów oraz nowych sof, co obrazuje rysunek 25. Można zatem przypuszczać, że w tym wypadku stopień powtarzalności części będzie na wyższym poziomie, aniżeli w przypadku części posiadających niższy wskaźnik. Niestety, ten wskaźnik nie pozwala określić skali opisywanego zjawiska. Dlatego, aby jednoznacznie można było jakościowo porównać i przeanalizować dwa wspomniane parametry, zbudowano narzędzie o nazwie macierz standaryzacji, które znacznie lepiej przybliży wyniki badań.

Macierz standaryzacji została opracowana w taki sposób, aby mogła w sposób percepcyjny pokazać stopień standaryzacji części montażowych. Bazuje ona na układzie, w którym wiersze reprezentują konkretne wyroby gotowe, zaś kolumny części montażowe wykorzystywane do złożenia wyrobów finalnych – rysunek 26.

	105016	100469	131337	100843	118054	110912	101350	118331	103430	109060	100325	105163	100712
MELTORP	8												
		4											
			4										
BUURSTA				4									
					8								
						4							
							12						
								4					
									4				
										16			
											24		
LERHAMN												2	
													8
				8									
						4							
							2						
													8
				8									

Rys. 26. Fragment macierzy standaryzacji dla wybranych stołów, które istniały na rynku przed rokiem 2015 IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Stopień nasycenia barwą pomarańczową obrazuje zakres wykorzystania konkretnych części montażowych w danych wyrobach (rysunek 26). I tak, część o numerze identyfikacyjnym 100843 (czwarta kolumna) występuje we wszystkich trzech prezentowanych stołach jako element montażowy. Różnica polega tylko na liczbie sztuk użytej w prezentowanej grupie asortymentowej. Z kolei część o numerze identyfikacyjnym 100037 (ostatnia kolumna) występuje w identycznej liczbie tylko w dwóch meblach.

Analizując podobne grupy asortymentowe, można przypuszczać, że dana grupa asortymentowa powinna mieć dość wysoki wskaźnik standaryzacji części montażowych. Przypuszczenie to bierze się stąd, że np. grupa asortymentowa – stoły – w swej konstrukcji wydaje się tak prosta, że rzeczą nieprawdopodobną

byłoby zdywersyfikowanie części montażowych w kierunku, każdy stół posiada odrębny system montażowy.

Aby można było zweryfikować zaprezentowane przypuszczenie, przygotowano macierz standaryzacji dla każdej grupy oddzielnie, a także dla wszystkich grup razem. Ponieważ najciekawsze wydaje się być zaprezentowane przypuszczenie dotyczące grupy asortymentowej „starych” stołów – oferowanych na rynku przed rokiem 2015. Celowy dobór tej grupy mebli wynikał z dwóch powodów. Pierwszy, to największa liczebność badanej próby. Drugi, to jeden z największych wskaźników redukcji duplikatów. Analizę wyników badań parametru produktu A1 – standaryzacja stołów oferowanych na rynku przed rokiem 2015 prezentuje załącznik 5. Układ tabeli obrazuje obrócony o 90 stopni rysunek 26. Oznacza to, że oznaczenie kolumn znajduje się na dole i reprezentuje nazwy 12 stołów wyprodukowanych przed rokiem 2015. Wiersze, wraz z ich oznaczeniem, reprezentują numery identyfikacyjne części występujących we wszystkich przeanalizowanych instrukcjach, wyłączając z nich części powtórzone, czyli duplikaty. Idea załącznika 5 opiera się więc nie tyle na informacjach dotyczących konkretnych stołów lub konkretnych części, ale raczej na wzrokowym oszacowaniu stopnia nasycenia standaryzacji dla badanej grupy obiektów (im więcej będzie pomarańczowych pól w tabeli, tym większa będzie standaryzacja analizowanych obiektów badawczych).

Załącznik 5 pozwala odczytać co najmniej dwie bardzo ważne informacje. Pierwsza, widać wyraźnie przesuwanie się pomarańczowych pól z lewego dolnego obszaru do prawego górnego obszaru tabeli, przypominające funkcję liniową. Oznacza to, że istnieje spora grupa części montażowych, przyporządkowanych tylko i wyłącznie konkretnemu rodzajowi stołu. Jest to o tyle zastanawiające, że przypuszczenie postawione w tej części pracy zakładała, że dla tak prostych konstrukcyjnie obiektów badań (stół, posiadający blat i 4 nogi) stopień standaryzacji powinien być znacznie wyższy.

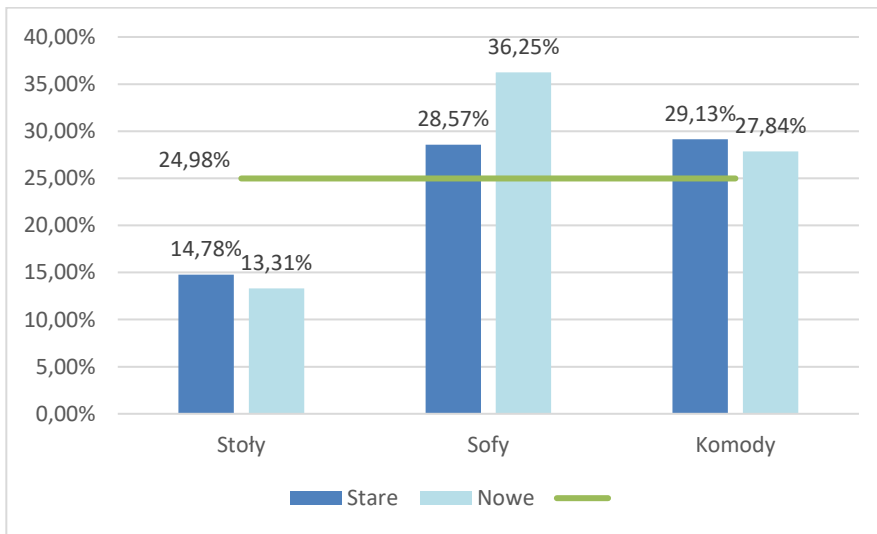
Druga informacja wynikająca z załącznika 5 to zakres wykorzystania standaryzacji. Wynika z niego, że nasycenie wnętrza tabeli jest raczej niskie, co z kolei pozwala stwierdzić, że IKEA nie traktuje standaryzacji części montażowych jako kluczowego elementu w projektowaniu swoich produktów. Oczywiście, taki sposób prezentacji wyników badań pozostawia wiele do życzenia. Pozwala on bowiem zobrazować tylko skalę zjawiska, nie wnioskując w szczególności z nim związane. Stąd konieczne jest wyposażenie prezentowanego histogramu (graficznej prezentacji wyników badań) w dodatkowe wskaźniki uzupełniające ilościową i jakościową stronę analizy parametru A1, w modelu logistycznej sprawności produktu.

Trzecia – wniosek, wynikający z obserwacji tabeli, mówi, że rozmiar tabeli pokazującej macierz standaryzacji będzie mniejszy wraz z rosnącym wskaźnikiem standaryzacji. W załączniku 5, liczba kolumn wynika z zastosowania pojedynczych części montażowych dla konkretnych produktów. Jeśli dana część montażowa byłaby ustandaryzowana, wtedy rozmiary tabeli powinny się zmniejszyć).

Skoro założono, że nasycenie kolorem pomarańczowym, wszystkich zaprezentowanych wewnątrz rysunku zaprezentowanego w załączniku 5, pól oznacza stopień standaryzacji, postanowiono posłużyć się także wskaźnikami, które stopień tej standaryzacji opiszą.

W załączniku 5 analizowanych jest 12 stołów, do montażu których użyto 53 rodzajów części montażowych. Oznacza to, że teoretycznie liczba możliwych do wypełnienia pól powstanie z iloczynu liczb 12 oraz 53 – czyli liczby 636. Liczba pól, które znalazły swoje odzwierciedlenie w postaci pojawienia się pomarańczowego koloru wraz z liczbą części montażowych, wynosi 94. Wykorzystując opisujący wskaźnik nasycenia standaryzacją w danej grupie produktów, oznacza to, że zaledwie 94 pola z 636 zostały wypełnione, a więc wskaźnik nasycenia standaryzacją wynosi blisko 15% (14,78%).

Stosując ten sposób obliczeń, można policzyć wskaźniki nasycenia standaryzacją dla wszystkich trzech badanych grup asortymentowych i to zarówno w kontekście „starych” mebli (oferowanych na rynku przed rokiem 2015), jak i nowych oferowanych na rynku w roku 2018 – rysunek 27.



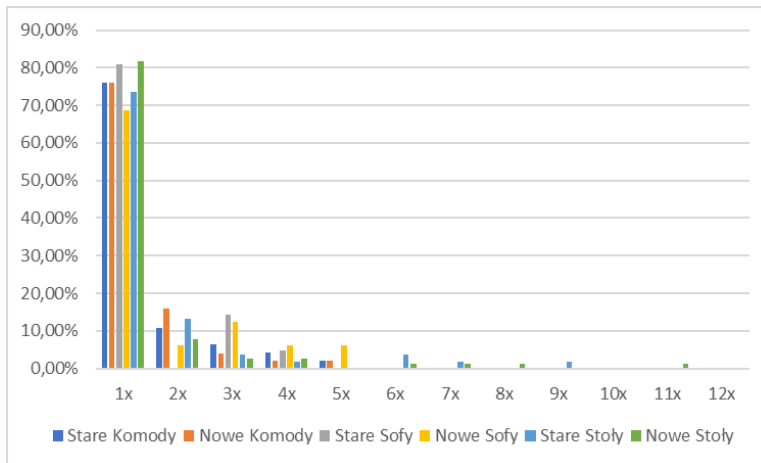
Rys. 27. Wskaźnik procentowy nasycenia standaryzacją  
Procentowy udział części pozostałych po usunięciu zduplikowanych elementów IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Wskaźnik nasycenia standaryzacją informuje o możliwym potencjale wykorzystania standardowych części i im jego wartość jest bliższa 100%, tym stopień standaryzacji w przedsiębiorstwie jest wyższy. W przypadku osiągnięcia przez wskaźnik nasycenia standaryzacją wartości 100%, przedsiębiorstwo wykorzystywałoby wszystkie części montażowe we wszystkich poddanych badaniom wyrobach.



Z zaprezentowanych rysunków można odczytać jaka jest powtarzalność części, lecz aby można było bardziej szczegółowo przyjrzeć się opisywanemu zjawisku wielce przydatny byłby wykres pokazujący procentowy rozkład powtarzalności części – rysunek 28.



Rys. 28. Wskaźnik procentowy powtarzalności części w danej grupie asortymentowej IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

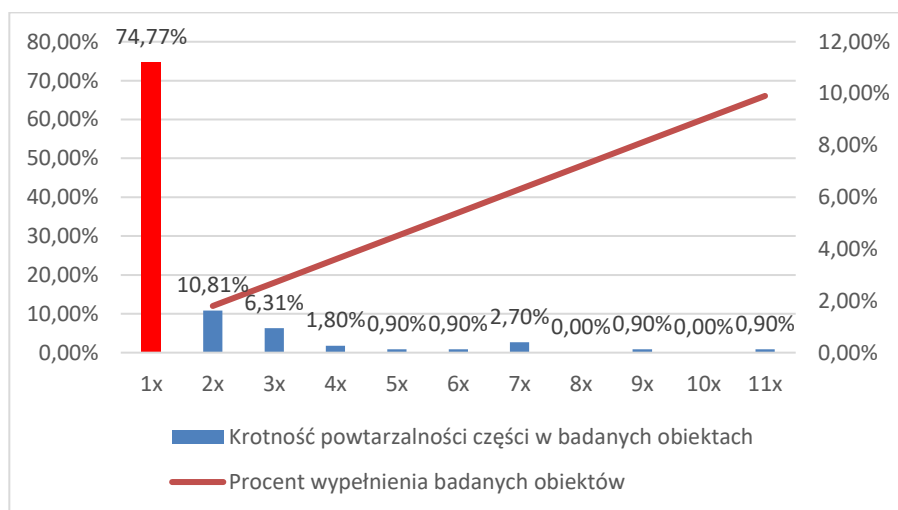
Omawiając rysunek 28, należy w pierwszej kolejności wyjaśnić jego założenia. Oznaczenia 1x, 2x itp., oznaczają ile razy dana część montażowa została przypisana do konkretnego produktu. Należy przy tym zaznaczyć, że liczebność badanych obiektów wynosiła odpowiednio: komód i sof – 5 sztuk, zaś stołów 12 sztuk. Skutkuje to tym, że komody i sofy nie będą występować w powtórzeniach 6x i więcej – będą tam występować tylko i wyłącznie stoły. Oznaczony kolorem żółtym wykres podpisany 5x, oznacza, że ok. 7% wszystkich części montażowych było wykorzystanych we wszystkich 5 badanych obiektach. Analogicznie, żółty wykres znajdujący się nad jednostką 1x, oznacza że mniej niż 70% części, zostało wykorzystanych w badanej grupie 5 nowych sof, tylko jeden raz – zostało użyte tylko do jednego produktu.

Na rysunku 28 widać, że średnio około 76% części montażowych wystąpiło tylko jeden raz w badanej grupie wyrobów. Oznacza to, że średnio około 24% części powtórzyło się 2 razy lub więcej w oferowanych na rynku wyrobach. Należy zauważyć, że oznaczone kolorem żółtym nowe sofy mają stosunkowo najwyższy, na tle opisywanej grupy, stopień wykorzystania standaryzacji. Potwierdza to także procent powtórzenia się danej części montażowej we wszystkich 5 analizowanych produktach.

Warto także zauważyć, że o ile występowanie pojedynczych części pokolewniowo spada w przypadku komód i sof to w przypadku stołów drastycznie wzrasta, co przy tak prostej konstrukcji budzi pewne zastanowienie.

Po zsumowaniu wszystkich części montażowych, które były zużyte we wszystkich badanych obiektach (suma wyniosła 111 elementów montażowych) postanowiono usunąć części duplikujące się, okazało się, że istnieje 9 powtórzeń części montażowych, z czego dotyczą one 7 części montażowych. Pozwoliło to przypuszczać, że stopień standaryzacji części montażowych we wszystkich wyrobach nie będzie tak wysoki. Sygnał śledzenia standaryzacji, obliczany jako iloraz liczby zduplikowanych części do wszystkich części sumarycznie, wyniósł około 6% (7 dzielone przez 120 = 5,83%).

Postanowiono zatem policzyć drugi wskaźnik nasycenia standaryzacją, który dla badanych obiektów wyniósł około 7,7% (188 pól było zaciemnionych, co obrazowało zastosowanie konkretnej części montażowej do konkretnego wyrobu, sumaryczna liczba pól wynosiła 2440) – załącznik 6. Wskaźnik powtarzalności części dla wszystkich wyrobów prezentuje rysunek 29.



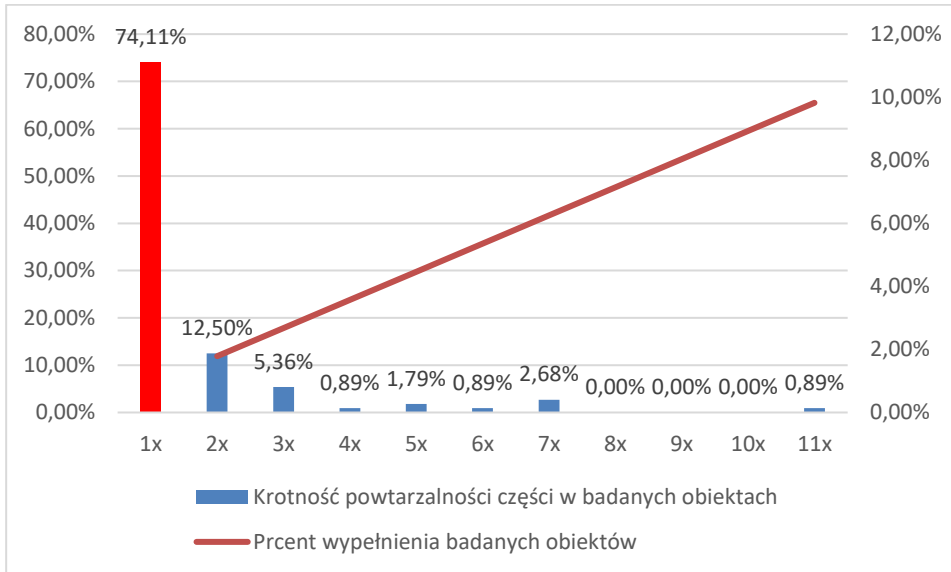
Rys. 29. Wskaźnik procentowy powtarzalności części w całej badanej grupie dla mebli oferowanych na rynku w roku 2015 i wcześniej IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Jak widać na rysunku 29 około 76% części montażowych przypisanych jest tylko do jednego produktu. Jedna część montażowa pojawia się w 11 produktach (dla całego wykresu przyjęto, że muszą być to meble przynajmniej z 2 kategorii) oraz jedna część montażowa pojawia się dziewięciokrotnie – w dziewięciu meblach. Stopień wykorzystania standaryzacji jako narzędzia logistycznej sprawności produktu jest w tym przypadku na względnie niskim poziomie.

Analizując w ten sam sposób wszystkie poddane badaniom meble (22 sztuki z 3 różnych asortymentów) oferowane na rynku w 2018, nie widać znaczącej poprawy wskaźników.

Sygnal śledzenia standaryzacji wyniósł podobnie 5,9% procenta (7 części ze 119 znalazło swój duplikat), a wskaźnik nasycenia standaryzacją wyniósł 7,91% (stopień wypełnienia tabeli – 2464 pola z których uzupełniono 195). Wskaźniki procentowe powtarzalności części nieznacznie się zmieniły – rysunek 30.



Rys. 30. Wskaźnik procentowy powtarzalności części w całej badanej grupie dla mebli oferowanych na rynku w roku 2018 IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

O około 5% wzrosła liczba części montażowych dedykowanych tylko i wyłącznie do jednego mebla, przy praktycznie zbliżonych poziomach pozostałych wskaźników. Zatem stopień wykorzystania standaryzacji (parametru A1 modelu logistycznej sprawności produktu) w badanym przedsiębiorstwie referencyjnym nie prezentuje wysokiego poziomu.

Zagregowane dane dotyczące badanej grupy mebli, pozwoliły zbadać stopień kompresji opakowaniowej jako analityczny wskaźnik parametrów produktu z obszaru właściwości (W3) modelu logistycznej sprawności produktu. Cel badawczy odnoszący się do kompresji opakowaniowej został sformułowany w następujący sposób: identyfikacja stopnia kompresji opakowaniowej w ramach badanych grup asortymentowych oraz w ramach wszystkich poddanych badaniom obiektów.

Realizacja tego celu wymagała następujących danych – parametrów produktu C2 (wymiary) oraz parametrów opakowań W3 (wymiary). Dane zebrane do tabel agregacji danych o wyrobach zostały zebrane do nowych tabel, w których wyliczono wskaźniki kompresji.

Zasada działania była następująca:

- zebranie danych dotyczących wymiarów wyrobu gotowego,
- obliczenie kubatury przestrzennej wyrobu gotowego,

- zebranie danych dotyczących opakowania lub opakowań,
- obliczenie kubatury opakowania lub wszystkich opakowań oddzielnie,
- zsumowanie kubatury opakowań,
- obliczenie wskaźnika kompresji.

Przykład tabeli prezentującej zebrane dane pozwalające wyznaczyć wskaźnik kompresji dla sof oferowanych na rynku przed rokiem 2015 prezentuje tabela 34.

Tabela 34. Tabela zawierająca dane i obliczenia dotyczące wskaźnika kompresji dla sof, które istniały na rynku przed rokiem 2015 IKEA

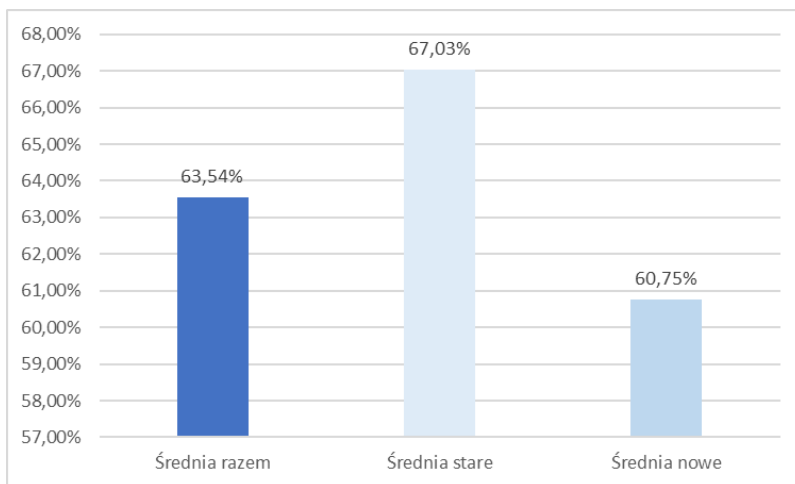
Parametry produktu	EKTORP		KIVIK			KLIPPAN		KARLSTADT		INGO	
	EKTORP	EKTORP	KIVIK	KIVIK	KIVIK	KLIPPAN	KLIPPAN	KARLSTADT	KARLSTADT	INGO	INGO
C2.1. Długość cm	179	179	190	190		180	180	165	165	190	190
C2.2. Szerokość cm	88	88	95	95		88	88	94	94	95	95
C2.3. Wysokość cm	88	88	83	83		66	66	80	80	99	99
W3.1. Liczba sztuk opakowań	2	2	2	2		1	1	2	2	2	2
W3.2. Długość Op cm	200	59	0	57		180	0	145	60	144	94
W3.3. Szerokość Op cm	87	37	0	38		89	0	80	39	89	68
W3.4. Wysokość Op cm	40	11	0	12		58	0	68	13	62	47
W3.5. Waga Pr+Op kg	56,2	5,2	77	6,5		52,5	0	42	4,6	42,49	23,56
W3.6. Waga Suma kg	68,51		83,5			52,5		46,6		66,05	
Kubatura Opakowań	696000	24013	0	25992	0	929160	0	788800	30420	794592	300424
Suma Kubat Opak	720013		25992			929160		819220		1095016	
Kubarura wyrobu got	1386176		1498150			1045440		1240800		1786950	
Wsk Komp Opak	51,94%		0,00%			88,88%		66,02%		61,28%	

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Kolorem ciemnoniebieskim została oznaczona sofa, co do której nie udało się ustalić wszystkich parametrów opakowania – konkretnie wymiarów ramy. Jak widać, pojawiła się tylko waga pojedynczych paczek oraz wymiar jednego z opakowań – sądząc po wadze – pokrycia. Kolejne poczynione w analizie kroki stanowią wiersze tabeli: kubatura opakowań, sumaryczna kubatura opakowań oraz kubatura wyrobu gotowego. Na samym końcu prezentowanej tabeli pojawia się wskaźnik kompresji.

Średnie wskaźniki kompresji dla „starych” i „nowych” produktów prezentuje rysunek 31. Jak widać, średni wskaźnik kompresji kształtuje się na poziomie ok. 63,5%<sup>336</sup>. Zauważyć też można wyraźną zmianę wskaźnika kompresji mebli starych i nowych.

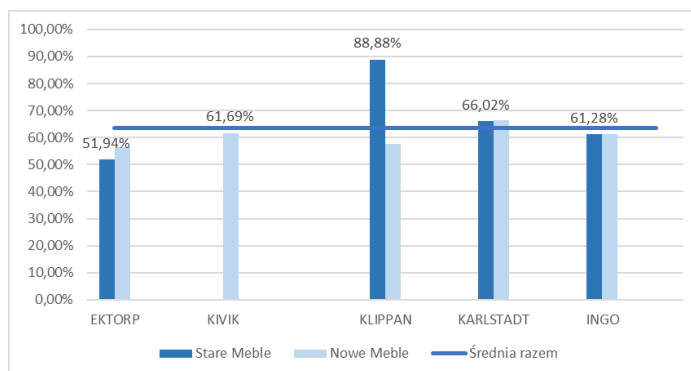
<sup>336</sup> Do obliczenia wskaźników kompresji nie włączono sof KIVIK oferowanej na rynku w roku 2015 i wcześniej.



Rys. 31. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych sof IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

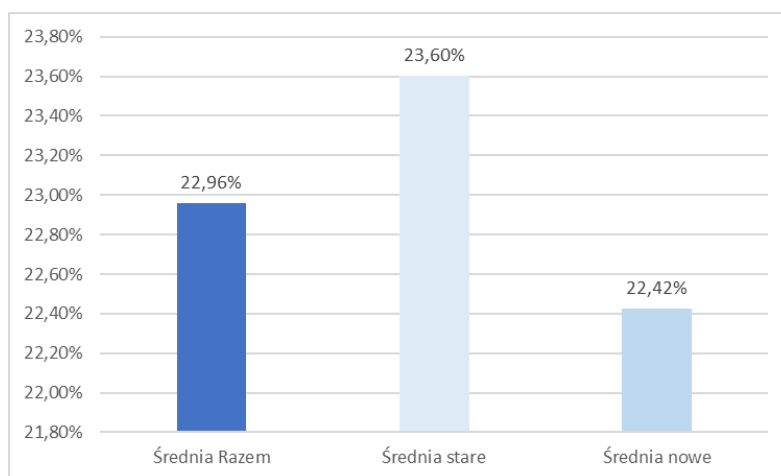
Ta dość duża różnica wskaźników kompresji pozwala postawić przypuszczenie, że badane przedsiębiorstwo stosuje zasady logistycznej sprawności produktu zmierzającej do optymalizacji kompresji opakowaniowej. Potwierdza to także rysunek 32, pokazujący zmiany wskaźników kompresji pojedynczych sof produkowanych i oferowanych na rynku w roku 2015 i wcześniej oraz w roku 2018.

Trzecia z sof (KLIPPAN) zmieniła znacznie swoją kompresję opakowaniową (z ok. 88% do ok. 58%). Nie jest to spowodowane zmianami konstrukcyjnymi, co udało się ustalić, dokonując dodatkowej analizy dostępnych w ramach archiwów internetowych instrukcji obsługi. Również części montażowe, nie zmieniły się na tyle, aby całość opakowania w tak drastyczny sposób zmieniła swoje wskaźniki kompresji. Oznacza to, że w sposobie pakowania zaszły zmiany zmierzające do zmniejszenia wskaźnika kompresji.



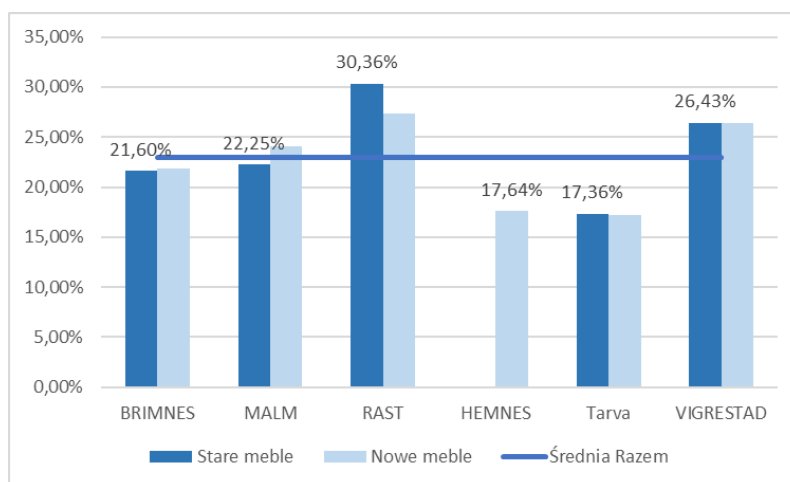
Rys. 32. Porównanie wskaźników kompresji opakowaniowej dla badanych sof IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Podobnej analizie poddano komody i stoły. Pierwsza z omawianych grup, komody, posiada średni wskaźnik kompresji na poziomie ok. 23% – rysunek 33.



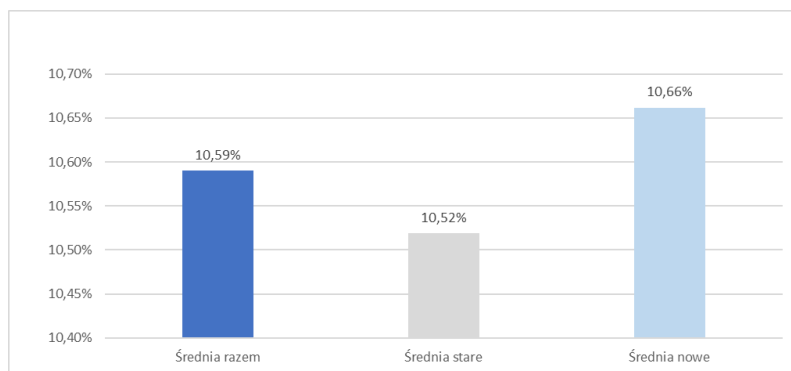
Rys. 33. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych komód IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Dokonując dalszej, szczegółowej analizy wszystkich badanych komód, widać wyraźnie, że najmniejszy wskaźnik kompresji opakowaniowej występuje w przypadku dwóch komód (Tarva i Hemnes) i jest on na poziomie 17%. W przypadku komody Rast – o największym wskaźniku kompresji, na poziomie ok. 30% dla starego mebla, widać wyraźnie, że komody Rast z 2018 roku mają mniejszy wskaźnik kompresji opakowaniowej – rysunek 34.



Rys. 34. Porównanie wskaźników kompresji opakowaniowej dla badanych komód IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Bardzo ciekawie prezentuje się także analiza wskaźnika kompresji opakowaniowej dla grupy produktowej – stoły. Średni wskaźnik kompresji opakowaniowej jest na poziomie ok. 10,6% i daje się zauważyć nieznaczny jego wzrost w nowych meblach – średnie wskaźniki kompresji prezentuje rysunek 35. Wspomniana różnica jest jednak nieznaczna i sprowadza się do kilku dziesiątych procenta.



Rys. 35. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych stołów IKEA

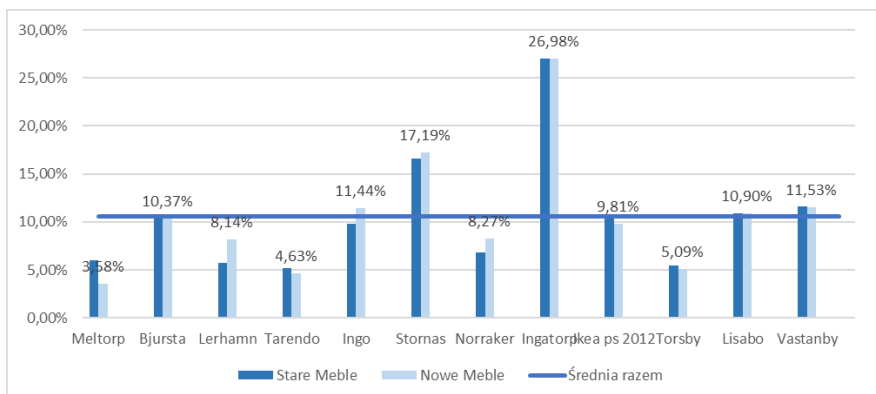
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Odnosząc te wyniki do sof i komód, wyraźnie widać, że stoły, co wynika także z ich konstrukcji, reprezentują najmniejszy średni wskaźnik kompresji opakowaniowej. Odnosząc go do sof, jest on sześciokrotnie mniejszy, a biorąc za punkt wyjścia komody, nieco ponad dwukrotnie mniejszy.

Analiza wskaźnika kompresji wydaje się być jeszcze bardziej interesująca, kiedy weźmie się pod uwagę szczegółową analizę wskaźników kompresji dla stołów. Wynika z niej, że dla tej względnie homogenicznej grupy badanych mebli, firmie IKEA udało się osiągnąć dla wybranych stołów wskaźnik kompresji na poziomie 3-4% – rysunek 36.

Jednocześnie zastanawiający jest fakt, że w przypadku jednego stołu (Ingatorp) wskaźnik kompresji opakowaniowej jest prawie ośmiokrotnie większy od stołów reprezentujących najmniejsze wskaźniki (Meltorp i Tarendo). Analizując zmiany generacyjne zachodzące między badanymi stołami, nie widać wyraźnych tendencji do zmian w opakowaniach. Co więcej, zmiany które występują w kubaturze opakowań na przełomie minimum 3 lat oscylują w przedziale 1-2% – rysunek 36.

Ostatnimi badanymi parametrami produktu mogą być podatność magazynowa oraz podatność transportowa. Należy przy tym zauważyć, że nie ma możliwości generacyjnej analizy wspomnianych wyżej podatności. Możliwe jest, i to za pomocą obserwacji ostatniego elementu łańcucha logistycznego – sklepu stacjonarnego, uchwycenie wykorzystywanych w firmie rozwiązań związanych z transportem i magazynowaniem.



Rys. 36. Porównanie wskaźników kompresji opakowaniowej dla badanych stołów IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Zaprezentowane wyniki badań porównujących wybrane generacje mebli nie pozwoliły wyodrębnić wyraźnych kierunków zmian w badanych produktach. Pozwoliły jednak zauważyć pewnego rodzaju zależności, które mogą być scharakteryzowane w następujących punktach odpowiadających parametrom produktu:

- materiały użyte w analizowanych meblach nie wykazują tendencji do szczególnych zmian na przełomie lat (**C1 – kształt/material**),
- wymiary wyrobów gotowych pozostają względnie niezmiennie na przełomie lat (**C2 – wymiar**),
- wskaźniki kompresji opakowaniowej są różne, dla różnych asortymentów produktowych i nie wykazują szczególnych zmian na przełomie lat (tendencja jest taka, że większe zmiany zachodzą w kierunku minimalizacji kubatury opakowań nowych w stosunku do starych, aniżeli odwrotnie) – (**W3 – opakowanie**),
- stopień standaryzacji elementów montażowych pozostawia duże możliwości do optymalizacji – (**A1 – standaryzacja**),
- możliwości personalizacji mebli mają tendencję malejącą i wiążą się tylko i wyłącznie z doбором koloru standardowego mebla albo z doбором pokrycia standardowego mebla – (**A3 – personalizacja**).

Brak wyraźnych tendencji do zmian konstrukcyjnych w wyrobach może być spowodowany faktem, że większość zbadanych produktów została już zoptymalizowana, co potwierdzałyby względnie stabilne wartości parametrów produktu na przełomie badanych lat.

Badanie przedsiębiorstwa referencyjnego mogłoby być poszerzone o szereg aspektów np.: tendencje w meblach modułowych i zakres wykorzystania modułowości czy też analiza podatności magazynowej i transportowej, ale te działania wymagałyby dodatkowych badań i wizyt w sklepie.

Kolejny etap badań wiąże się z porównaniem wybranych parametrów produktu z modelu logistycznej sprawności produktu między innymi firmami z podobnej branży.



### 3.3. Analiza i wyniki badań w przedsiębiorstwach pokrewnych branżowo

Zmiany generacyjne zaobserwowane na przykładzie przedsiębiorstwa referencyjnego IKEA pozwoliły zwrócić uwagę na pewne tendencje co do parametrów produktów w modelu logistycznej sprawności produktu i ich modyfikacji zachodzących na przełomie lat. Ponieważ podobna analiza nie była możliwa w przypadku przedsiębiorstw pokrewnych branżowo, postanowiono zbadać uwarunkowania logistycznej sprawności produktu na grupie wyrobów pokrewnych, wśród przedsiębiorstw z tej samej branży. Zaprezentowanie wyników badań i ich analizy powinny pozwolić uchwycić różnice wynikające z zastosowania koncepcji projektowania wspomagającego logistykę w przedsiębiorstwie referencyjnym oraz organizacjach z podobną specyfiką produkcji. Do badań porównawczych wybrano przedsiębiorstwa: meble Wójcik oraz BRW (Black Red White).

Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że wybrane do badania przedsiębiorstwa nie miały możliwości zastosowania analizy generacyjnej. Wiązało się to w większości przypadków z następującymi problemami:

- 1) zmiany asortymentu produktu, następowały znacznie szybciej aniżeli w przypadku przedsiębiorstwa referencyjnego IKEA (mniej niż trzy lata),
- 2) dostępność do archiwalnych instrukcji i stron www tych przedsiębiorstw była na bardzo niskim poziomie,
- 3) powtarzalność asortymentów w latach była praktycznie niezauważalna.

Ponieważ badania generacyjne przeprowadzono dla trzech podstawowych grup produktów (stoły, sofy, komody) przedsiębiorstwa referencyjnego, dlatego dobór obiektów badań nad identyfikacją uwarunkowań logistycznej sprawności produktów dla wyrobów trzech wspomnianych firm postanowiono przeprowadzić według tego samego klucza.

Postanowiono dokonać celowego doboru próby w sposób zbliżony do tego jak odbywało się to w przypadku analizy generacyjnej mebli IKEA. Taki sposób doboru próby pozwalał zagwarantować możliwość porównywania najnowszych mebli (oferowanych w roku 2018) względem siebie i na tej podstawie dokonywania wszelkich analiz. Ponieważ dobór próby do badań generacyjnych IKEA wyłączył pewne produkty z analizy badawczej, dlatego postanowiono w przypadku tego etapu badań wykorzystać część badań z poprzedniego etapu, dotyczących oferowanych aktualnie na rynku produktów, poszerzając je o te meble, które nie znalazły swojego odpowiednika generacyjnego – tabela 35. Wynika z niej, że badaniom poddano 22 stoły, 11 komód oraz 12 sof. Dobór próby mebli IKEA postanowiono poszerzyć także o badania nad serią sof Ektorp oraz o zestaw mebli modułowych (sofy VALENNTUNA), aby sprawdzić, czy w tym przypadku nie ma nieco innych zależności w aspekcie parametrów produktu.

Należy także zauważyć, że zakres zbieranych danych był determinowany dostępnością informacji ze stron www firmy IKEA. W przypadku dwóch pozostałych przedsiębiorstw, okazało się, że liczba informacji, które można było pozyskać ze stron internetowych firm BRW i Wójcik powiększyła się o zawarte

w instrukcjach dane dotyczące elementów konstrukcyjnych. W przypadku firmy Wójcik były to tylko wymiary, liczba sztuk oraz oznaczenia paczek, w których konkretne elementy montażowe się znajdowały. W przypadku mebli BRW doszły jeszcze kody konkretnych elementów konstrukcyjnych, które pozwalały identyfikować skalę powtarzalności elementów konstrukcyjnych w badanych meblach.

Na podstawie zaprezentowanych argumentów było konieczne zmodyfikowanie narzędzia badawczego związanego z pozyskiwaniem danych ze stron. Musiało ono bowiem zostać uzupełnione o miejsce, gdzie można byłoby wpisywać dane dotyczące elementów konstrukcyjnych – załącznik 7.

W ramach parametrów produktu modelu logistycznej sprawności produktu badanie przeprowadzone na trzech wybranych do tego celu przedsiębiorstwach wraz z ich trzema grupami asortymentowymi miały na celu wykonanie dwóch typów analiz:

- 1) analizy parametrów produktu grup asortymentowych oraz wszystkich wybranych mebli wewnątrz każdego przedsiębiorstwa,
- 2) analizy parametrów produktu grup asortymentowych oraz wszystkich wybranych mebli wewnątrz względem wszystkich przedsiębiorstw jednocześnie.

Każde z badanych zagadnień oparto o trzy podstawowe elementy modelu logistycznej sprawności produktu, tj. cechy, właściwości oraz architekturę. W ramach badania cech dokonano badań i analizy materiałów używanych do produkcji mebli, wymiarów mebli, wagi wyrobów finalnych. Badania dotyczące właściwości związanych głównie z podatnością magazynową, transportową oraz opakowaniową wraz z samym opakowaniem były już nieco trudniejsze ze względu na dostępność niezbędnych do badań informacji. Jeśli chodzi o firmę IKEA, informacje te były możliwe do uzyskania poprzez obserwację magazynu samoobsługowego oraz magazynu zamkniętego z miejsca dostępnego dla każdego klienta.

W przypadku mebli BRW i Wójcik taki sposób badań nie był możliwy do realizacji ponieważ punkty sprzedaży funkcjonują jako salony meblowe posiadające ekspozycję wybranych mebli, a nie otwarte, samoobsługowe magazyny. Jedyną zatem szansą było odszukanie informacji dotyczących jednostek ładunkowych za pośrednictwem stron www. Firma Wójcik nie udostępniała tego typu informacji w ramach stron internetowych katalogujących meble. Natomiast przedsiębiorstwo BRW posiadało dodatkowy plik pdf o nazwie karta produktu, w którym znajdowały się informacje o opakowaniach, ale także o jednostkach ładunkowych opisywanych jako maksymalna liczba sztuk, która może zmieścić się na naczepie o pojemności 80 m<sup>3</sup> (2,45 m szeroka × 13,6 m długa × 2,4 m wysoka). Oceniono jednak, że analiza porównawcza firmy IKEA oraz BRW na podstawie możliwych do użycia metod badawczych różni się na tyle, że będzie niemożliwa obiektywna analiza opisywanych zjawisk.

Ostatnim możliwym do zbadania parametrem produktu była trzecia grupa elementów związanych z architekturą. W ramach architektury, można było zbadać kwestię standaryzacji i modułowości, multifunkcjonalności oraz personalizacji objawiającej się liczbą wariantów oraz logistycznym sposobem operacjonalizacji

wariantów. Każdy z tych punktów miał potencjał badawczy, przy czym zawartość informacji o elementach konstrukcyjnych w przypadku mebli BRW i Wójcik poszerzało nieco spectrum badań.

Prezentację wyników badań postanowiono przeprowadzić w następującym układzie:

- 1) meble IKEA jako obiekt referencyjny,
- 2) meble WÓJCIK,
- 3) meble BRW.

Wybór ten był podyktowany logiką wynikającą z chęci odniesienia przedsiębiorstwa referencyjnego (wykorzystującego logistyczną sprawność produktu) do przedsiębiorstw pokrewnych branżowo. Stosunkowo najmniejszym asortymentem mebli pochwalić się mogła firma Wójcik, która nie miała w ofercie sof, ale także grupa mebli asortymentowo związana ze stołami i komodami była reprezentowana przez najmniejszą liczbę obiektów.

Firma BRW posiadała już reprezentantów w postaci konkretnych mebli w każdym asortymencie w liczbie zbliżonej do oferty IKEA.

Prezentacja wyników badań każdego przedsiębiorstwa będzie realizowana według kolejności wynikającej z modelu logistycznej sprawności produktu, a więc: cechy, właściwości i architektury.

Aby zachować pewien logiczny ciąg badań oraz porównywalność wyników, przedsiębiorstwa pokrewne branżowo otrzymały dodatkowe założenia badawcze, które wyglądały następująco:

- stoły:
  - konstrukcja musiała zawierać blat i cztery nogi (inne rodzaje podpór blatu nie były brane pod uwagę);
  - minimalna długość blatu musiała mieścić się w przedziale 100 cm-140 cm;
  - stół mógł być rozkładany;
- sofy:
  - sofy trzyosobowe;
  - sofy mogły mieć funkcję spania;
- komody:
  - musiały posiadać wyłącznie szuflady;
  - musiały posiadać minimalnie 3 – maksymalnie 4 szuflady;
  - szerokość komód powinna zawierać się pomiędzy 50 a 120 cm.

Zaprezentowane założenia dotyczące próby badawczej wynikają zarówno z pierwszej części badań, jak i dostępności informacji dotyczących konkretnych mebli w ramach stron www. Wynikały one z wcześniejszych badań pilotażowych, dzięki którym zauważono, że taki dobór obiektów badań pozwalał stworzyć względnie homogeniczne grupy badanych produktów. Na tej podstawie można było wyróżnić konkretne modele mebli z asortymentu stołów, sof i komód podlegające badaniom – tabela 35.

W sumie przebadano 97 mebli, z czego 44 meble pochodziły z przedsiębiorstwa referencyjnego IKEA (ok. 45%), 34 z przedsiębiorstwa BRW (ok. 35%), zaś 19 z przedsiębiorstwa meble Wójcik (ok. 20%).

Tabela 35. Tabelaaryczne zestawienie obiektów badań dla wszystkich trzech badanych przedsiębiorstw

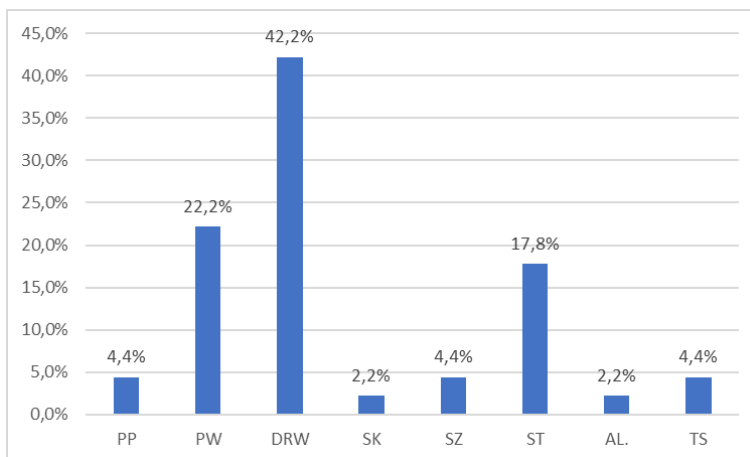
Lp.	STOŁY			SOFY		KOMODY		
	IKEA	WÓJCIK	BRW	IKEA	BRW	IKEA	WÓJCIK	BRW
1	MELLTORP	CORTINA	DSTO 150	EKTORP	DARIA III	BRIMNES	LINATE	KOEN 2
2	LERHAMN	HAVANA	BRYK2	KIVIK	ZUMA LUX 3DL	MALM	MONACO	LIBERA
3	TARENDO	IMPERIAL	HOLTEN	KLIPPAN	BRUNON III	RAST	ANGEL	KENT
4	INGO	LINATE	AJPI	KARLSTADT	CLARC II LUX	HEMNES	MONACO	BAWARIA
5	NORRAKER	LYON 03	AMMAN	TIDAFORS	CORNET III	TARVA	PELLO	RAFLO
6	TORSBY	LYON 04	DINARO	STRANDMON	FAROL LUX	VIGRESTAD	SUMMER	KASPIAN
7	LISABO	PELLO	RESTEN	KNOPPARD	NOVA 3K	ASKVOLL	LINATE	OREGON
8	VASTANBY	SUMMER	UMMA	DELAKTIG		LOTE	MONACO	GENT
9	BJURSTA	TOLEDO	POSSI LIGHT	VIMLE		KOPPANG		RINGO
10	STORNAS	TORONTO	CANNET	YPPERLING		NORDLI		ELPASSO
11	INGATORP	VENTI	ALEVIL	GRONLD		SONGESAND		OPTICA
12	IKEA PS 2012		RAFLO	LANDSKRONA				SENEGAL
13	EKEDALEN		BRYK					VENOM
14	VANGSTA							AZTECA
15	DAGLYSA							
16	NORDMYRA							
17	GLIVARP							
18	OVRARYD							
19	YPPERLING							
20	INDUSTRIEL							
21	TINGBY							

Źródło: opracowanie własne.

Na początku zostaną zaprezentowane wyniki badań prowadzone w przedsiębiorstwie referencyjnym IKEA. Ponieważ badania pokoleniowe, prezentowane we wcześniejszych rozdziałach, pokazywały tylko wybrane modele mebli (takie, które istniały na rynku przynajmniej 3 lata) dlatego prezentowane w tym miejscu wyniki badań bazują na poszerzonej grupie badawczej, która uwzględnia wszystkie meble dostępne w roku 2018.

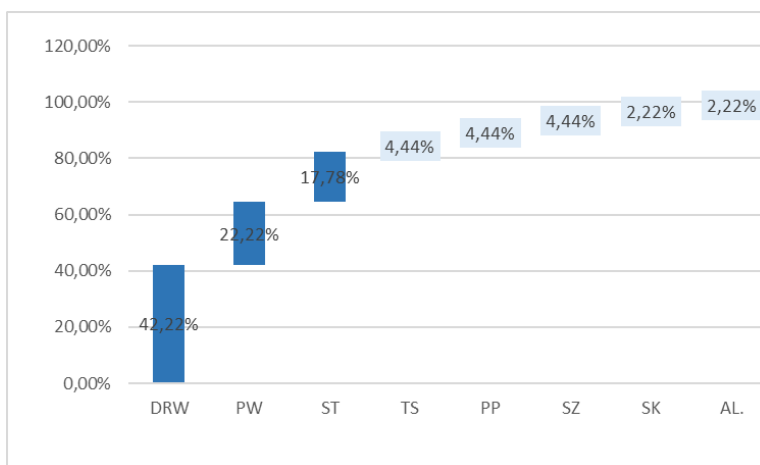
Dobór próby badawczej był celowy, a analizie poddano wszystkie wyroby spełniające założenia badawcze, a więc: 21 stołów, 12 sof oraz 11 komód.

Pierwszy badany parametr logistycznej sprawności produktu dotyczył cech produktu związanych z wykorzystywanymi w badanych meblach materiałami. Wstępne wyniki badań pokazały, że zakres wykorzystywanych przez IKEA materiałów konstrukcyjnych stołów jest szerszy. Występują tam płyta pilśniowa (PP), płyta wiórowa (PW), drewno (DRW), sklejka (SK), szkło (SZ), stal (ST), aluminium (AL), tworzywo sztuczne (TS) – rysunek 37.



Rys. 37. Wykaz materiałów użytych do badanej grupy stołów IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

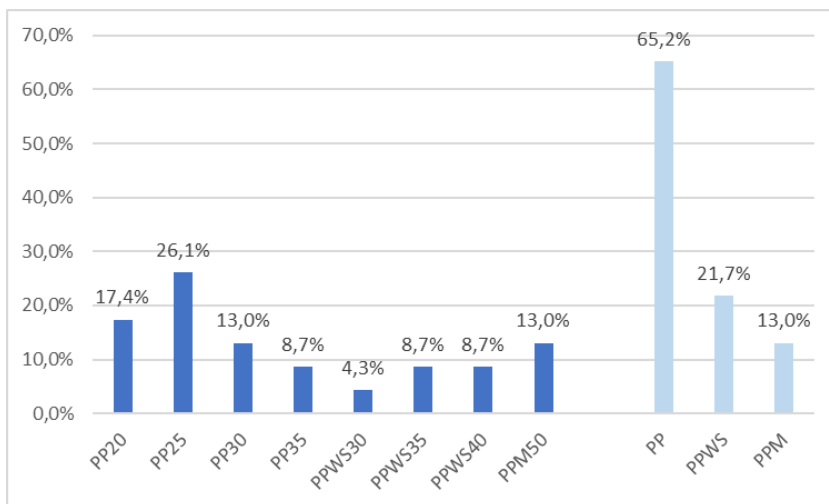
Widać wyraźnie materiały dominujące, do których zaliczyć można drewno, płytę wiórową oraz stal. Wykonując analizę Pareto z wykresem Lorenza, daje się zauważyć, że około 38% materiałów występuje w ponad 80% produktów – rysunek 38.



Rys. 38. Rozkład Pareto materiałów użytych do badanej grupy stołów IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

W przypadku sof badaniom poddano materiały związane z wypełnieniem siedzeniowym i oparciowym. Ikea wykorzystuje w zasadzie trzy grupy materiałów: najczęściej piankę poliuretanową (PP), piankę poliuretanową wysokiej sprężystości (PPWS), piankę poliuretanową memory (PPM)<sup>337</sup> – rysunek 39.

<sup>337</sup> Oznaczenia na rysunku 39 – PPxx – pianka poliuretanowa xx kg/m<sup>2</sup>, PPWSxx – pianka poliuretanowa wysokiej sprężystości xx kg/m<sup>2</sup>, PPMxx – pianka poliuretanowa memory xx kg/m<sup>2</sup>.

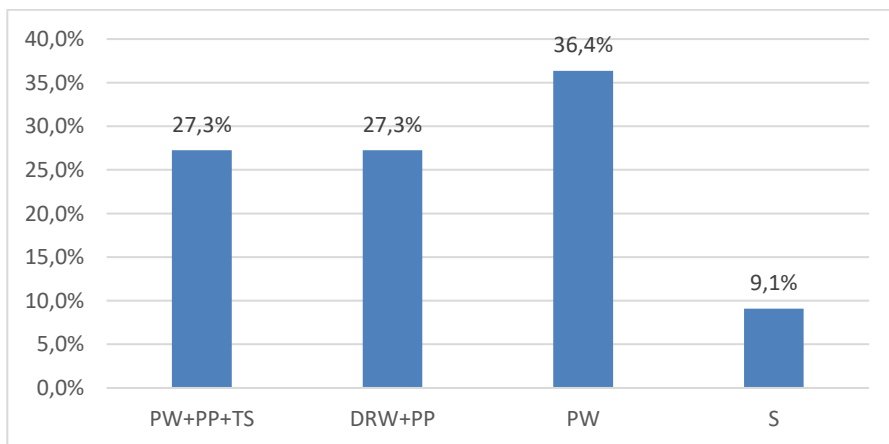


Rys. 39. Wykaz materiałów wypełniających siedzenia i oparcia, użytych do badanej grupy sof IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Na rysunku 39 widać, że dominującym materiałem siedzeniowo-oparciowym jest pianka poliuretanowa o różnej sprężystości (ponieważ proces produkcji pianki poliuretanowej polega głównie na spienianiu przy użyciu wody, to sprężystość jest ściśle powiązana z procesem spieniania i użycia wody, dzięki czemu jest on dość elastyczny).

Analizując komody, daje się także zauważyć trzy dominujące materiały konstrukcyjne: płyta wiórowa (PW), drewno (DRW) oraz płyta pilśniowa (PP) – rysunek 40.

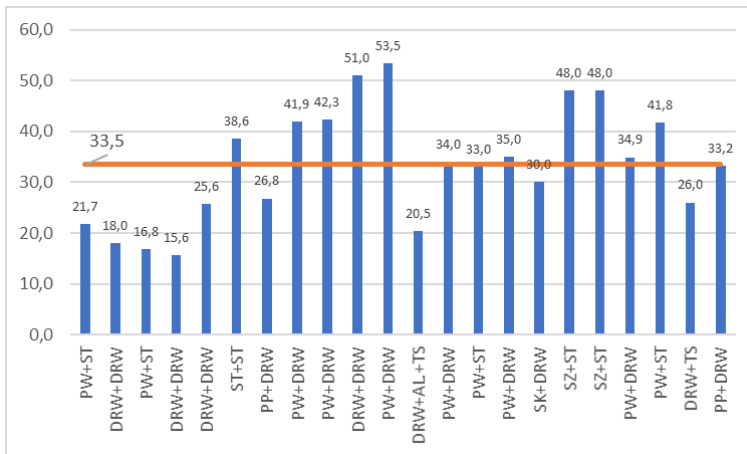


Rys. 40. Wykaz materiałów konstrukcyjnych użytych do badanej grupy komód IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Analiza wymiarowa nie mogła być przeprowadzona, ponieważ dostęp do wymiarów dotyczących elementów konstrukcyjnych nie był możliwy przez zastosowanie prezentowanej metodyki badań.

Nieco inaczej wyglądała analiza wagi badanych produktów, jest zależna od wykorzystanych do konstrukcji mebla materiałów – rysunek 41.

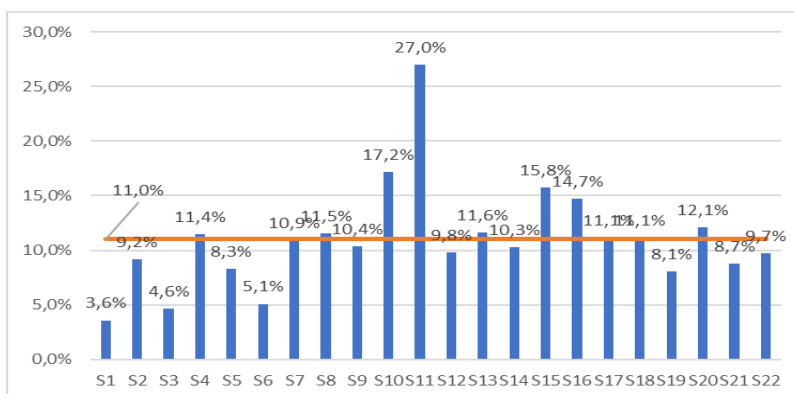


Rys. 41. Relacja wagi produktów z opakowaniem do materiałów wykorzystywanych do produkcji stołów IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Średnia waga produkowanych stołów wraz z opakowaniem wynosi 33,5 kg i jest najmniejsza wśród wszystkich trzech badanych przedsiębiorstw.

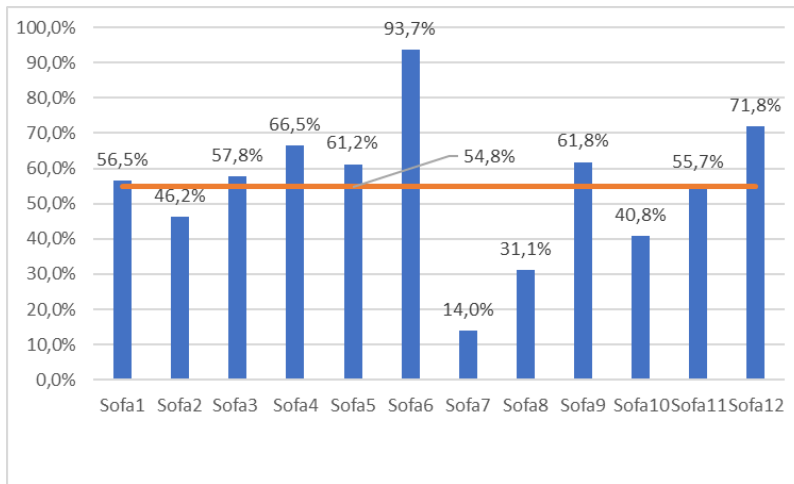
Jeśli chodzi o drugą grupę parametrów produktu – właściwości, to badaniom były poddane tylko opakowania oraz wskaźniki i wskaźniki, które pozwoliły określić stopień kompresji wyrobów gotowych do celów logistycznych. Stopień kompresji opakowaniowej stołów oraz średnią kompresję opakowaniową prezentuje rysunek 42.



Rys. 42. Wskaźnik kompresji opakowaniowej w badanej grupie stołów IKEA

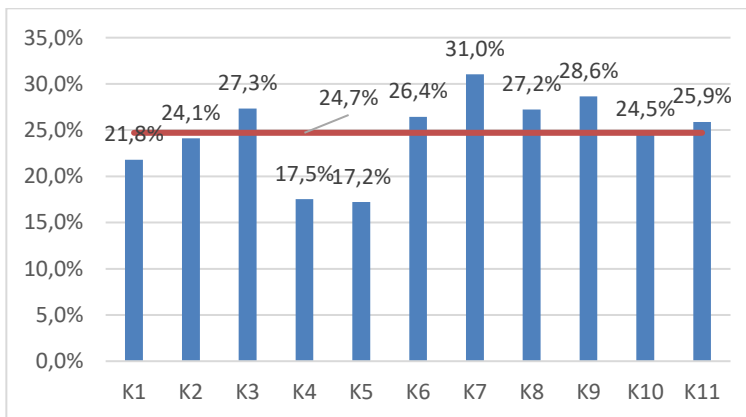
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Wskaźnik kompresji opakowaniowej w badanej grupie sof został przedstawiony na rysunku 43.



Rys. 43. Wskaźnik kompresji opakowaniowej w badanej grupie sof IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

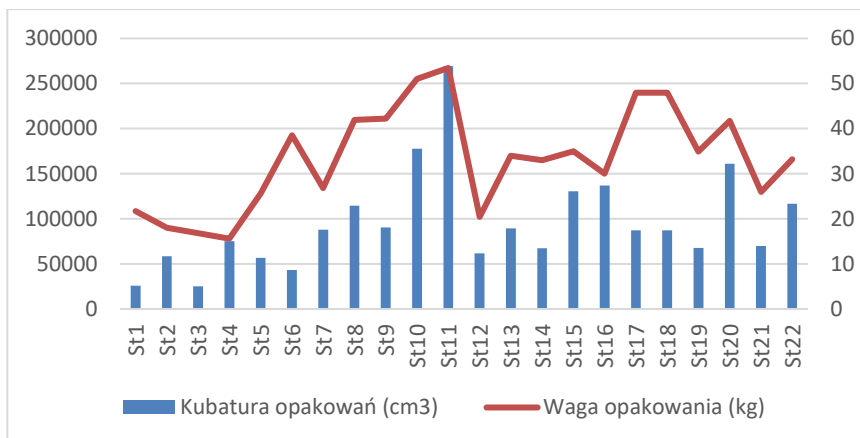
Wyznaczono także wskaźniki kompresji opakowaniowej dla komód. Podobnie jak w przypadku stołów, sof jest on najmniejszy w porównaniu z wynikami przedsiębiorstw pokrewnych branżowo – rysunek 44.



Rys. 44. Wskaźnik kompresji opakowaniowej w badanej grupie komód IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Próbując odnaleźć dodatkowe relacje pomiędzy obszarami cech i właściwościami, można wyznaczyć jeszcze zależności kubatury opakowaniowej w stosunku do wagi produktu – rysunek 45.

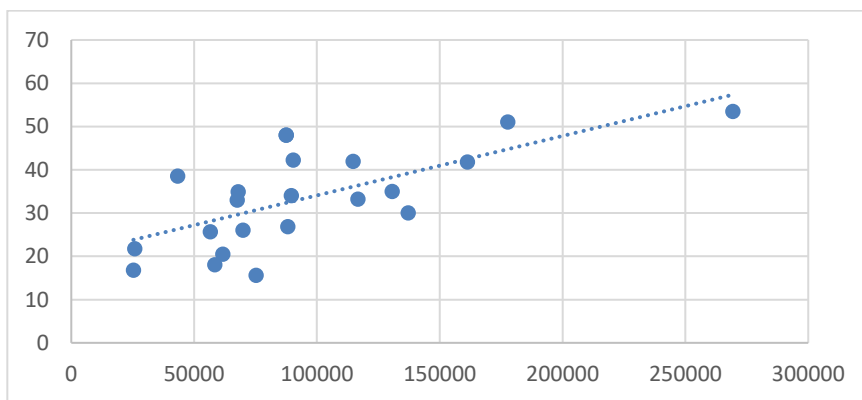




Rys. 45. Relacja kubatury opakowań do wagi stołów IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Widać wyraźnie, że waga produktu wykazuje korelację z jego kubaturą. Aby można było zmierzyć siłę wspomnianej korelacji posłużono się wskaźnikiem korelacji Pearsona. Wartość wskaźnika korelacji Pearsona wyniosła 0,6723, co wykazuje silną korelację między wagą opakowań a ich kubaturą. Wspomnianą zależność ilustruje rysunek 46.

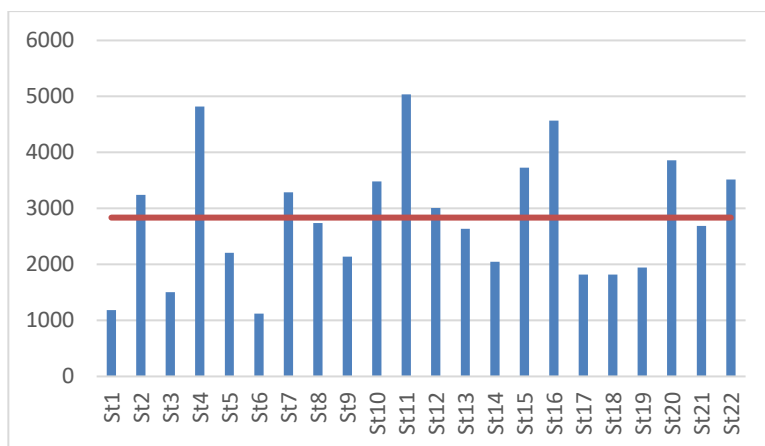


Rys. 46. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla stołów IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

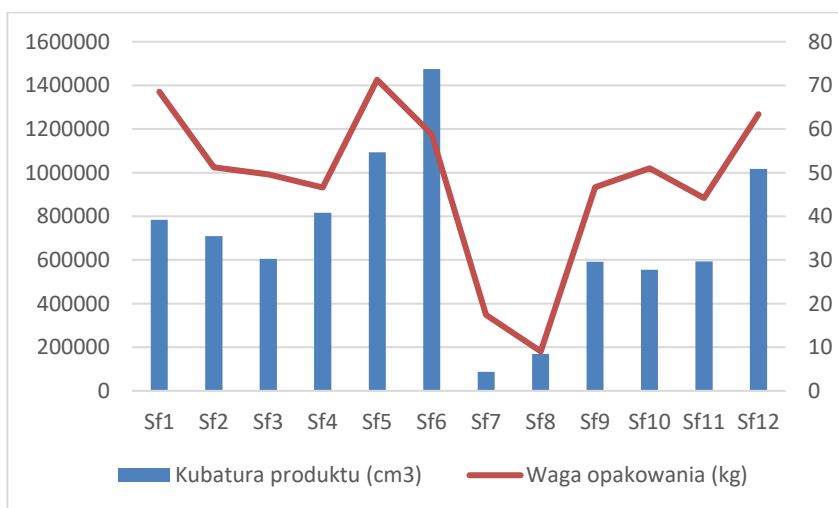
Na tej podstawie możliwe jest także wyznaczenie wskaźników kubaturowo-wagowych, które prezentuje rysunek 47.

Średnia wartość wskaźnika kubaturowo-wagowego dla badanej grupy stołów wynosi 2836,4 cm<sup>3</sup>/kg. Oznacza to, że średnio 1 kg zapakowanych stołów posiada ok. 3000 cm<sup>3</sup> kubatury. Może być to parametr bardzo istotny we wstępnych planowaniu procesów transportu i magazynowania.



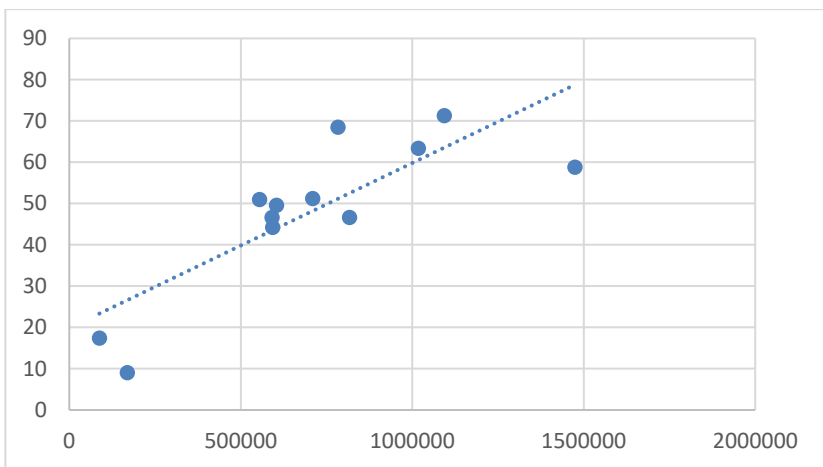
Rys. 47. Wskaźniki kubaturowo-wagowe dla badanej grupy stołów IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Podobne analizy można przygotować także dla sof i komód. W przypadku sof relacje pomiędzy kubaturą produktu, a jego wagą prezentuje rysunek 48.



Rys. 48. Relacja kubatury opakowań do wagi sof IKEA  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

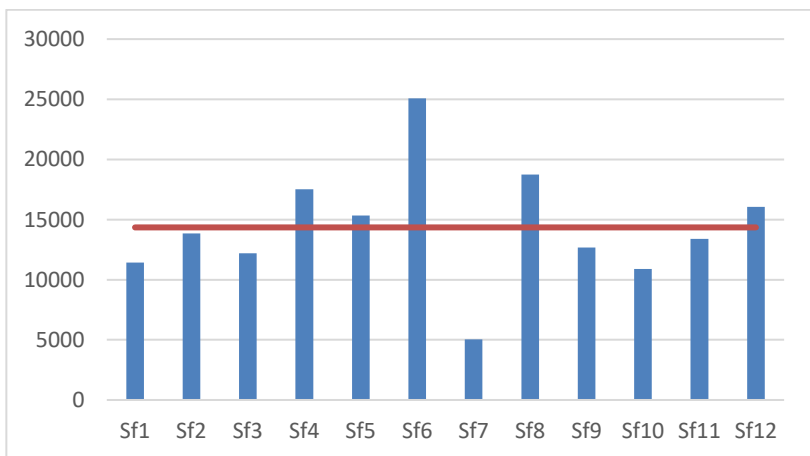
Widoczna zależność została obliczona przy użyciu wskaźnika korelacji Pearsona. Na tej podstawie określono silną korelację, a wskaźnik korelacji Pearsona wyniósł 0,8153. Punktowy diagram korelacji wraz linią trendu dla przebadanej grupy sof prezentuje rysunek 49.



Rys. 49. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla sof IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Podobnie jak w przypadku stołów, policzono także miernik kubaturowo-wagowy, który pośrednio może zobrazować wpływ badanych produktów na procesy magazynowania i transportu – rysunek 50.

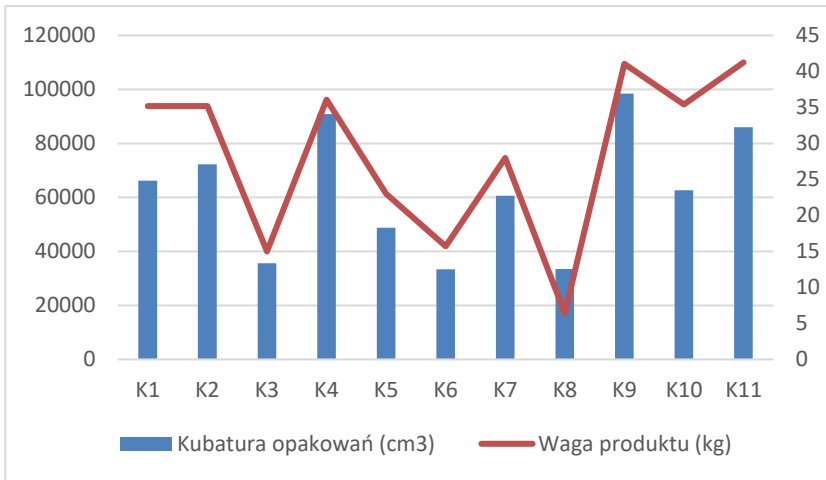


Rys. 50. Wskaźniki kubaturowo-wagowe dla badanej grupy sof IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Średnia wartość wskaźnika kubaturowo-wagowego wyniosła 14347 cm<sup>3</sup>/kg, co pokazuje, że na 1 kg opakowanej sofy przypada ok. 15000 cm<sup>3</sup> kubatury opakowania. Dość wysoki wskaźnik odchylenia standardowego wskaźników kubaturowo-wagowych (4898,2) świadczy o dużej rozpiętości tego wskaźnika wśród badanych obiektów i wskazywałby na konieczność głębszej analizy konstrukcyjnej badanej grupy mebli.

Ostatnia grupa analizowanych produktów to komody. Relacja kubatury do wagi wykazuje podobne korelacje jak w przypadku dwóch poprzednich elementów – rysunek 51.

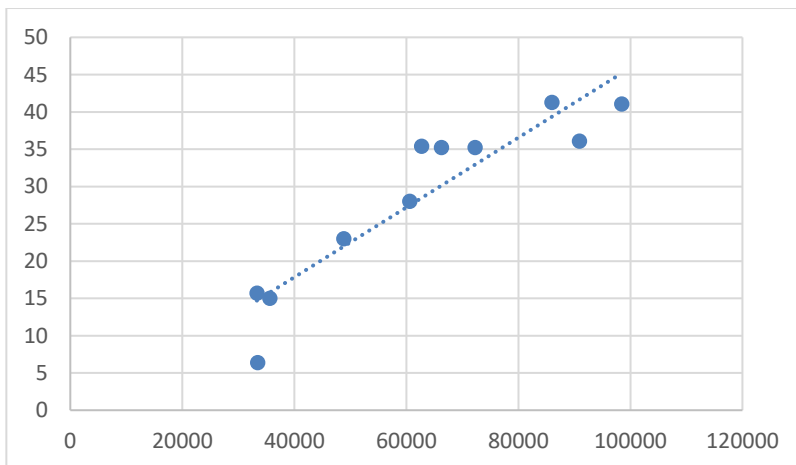


Rys. 51. Relacja kubatury opakowań do wagi komód IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Potwierdza to wskaźnik korelacji Pearsona, który wyniósł 0,9231, a punktowy diagram korelacji przedstawia rysunek 52.

Z wszystkich trzech badanych produktów relacja kubatury opakowań w stosunku do ich wagi w tym wypadku jest najsilniejsza.



Rys. 52. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla komód IKEA

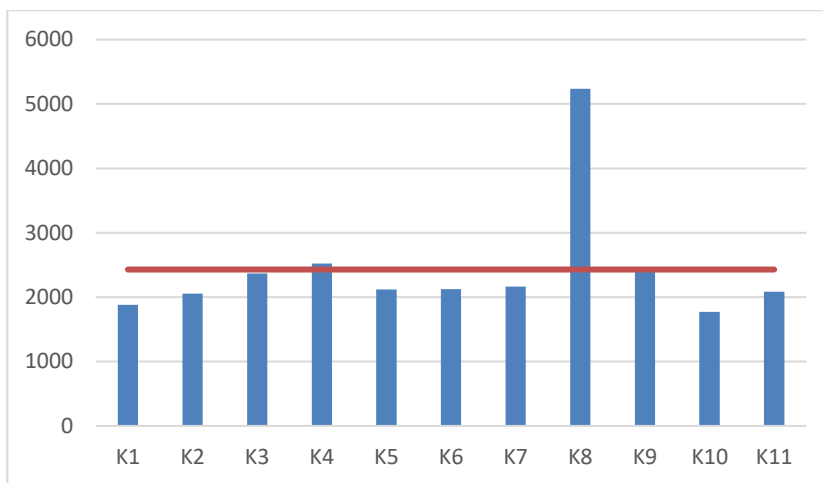
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Dodając do tego średni miernik kubaturowo-wagowy, którego wartość wynosi 2428,8  $\text{zm}^3/\text{kg}$  widać wyraźnie, że komody reprezentują grupę produktów, która cechuje się najcięższą kubaturą o najmniejszym odchyleniu standardowym z grupy trzech przebadanych asortymentów mebli IKEA.

Miernik kubaturowo-wagowy wraz w jego wartością średnią dla badanych komód prezentuje rysunek 53.

Ostatnia grupa parametrów produktów dotyczyła kwestii architektury produktu w tym w głównej mierze problematyki standaryzacji. Dokonując badań związanych z określeniem sygnału śledzącego standaryzację – wskaźnik duplikatów, ilościowej powtarzalności standaryzowanych części oraz wskaźnika nasycenia standaryzacją, można pokazać pewne zależności oraz odnieść je do wyników obiektów pokrewnych branżowo.

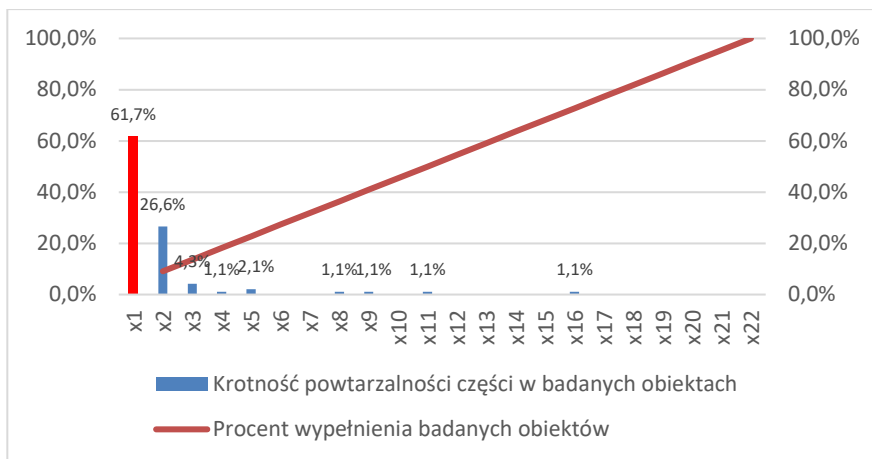
Pierwsza grupa badanych mebli – stoły charakteryzuje się dość prostą konstrukcją oraz, jak pokazywały wcześniejsze wyniki badań, względnie niskimi wskaźnikami standaryzacji. Sygnał śledzenia standaryzacji (wskaźnik duplikatów) wykonany dla 22 stołów zredukował 178 części, które występowały w badanej grupie obiektów do 94 części –  $\text{WD} = 52,8\%$ . Wskazuje on na powtarzalność konkretnych części w wyrobach.



Rys. 53. Wskaźniki kubaturowo-wagowe dla badanej grupy komód IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

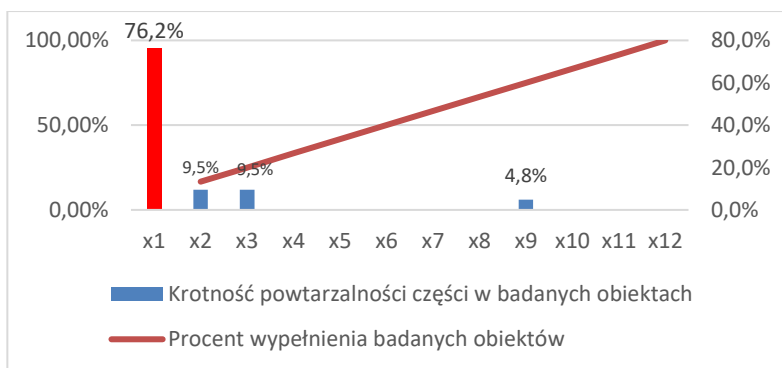
Niestety, ilościowa analiza występowalności standaryzowanych części pokazuje, że w ponad 25% konkretne części powtarzają się tylko 2 razy. Wynika z tego, że żadna część nie pokrywa, wszystkich 22 stołów (krotność powtarzalności części w badanych obiektach, dla 100% procentowego wypełnienia badanych obiektów wynosi 0%) – rysunek 54. Jedna część (stanowiąca nieco ponad 1% wszystkich części) wystąpiła w 16 stołach.



Rys. 54. Wskaźnik ilościowy krotkości powtarzania się części montażowych w badanej grupie stołów IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Analizując podobnym sposobem sofy firmy IKEA, które konstrukcyjnie znacznie różnią się, można zauważyć, że sygnał śledzenia standaryzacji jest znacznie wyższy i wynosi 60% (po usunięciu zduplikowanych części występujących w 12 badanych sofach, z 70 części pozostało 42). Ilościowe wskaźniki krotkości powtarzania się części montażowych w badanej grupie sof zaprezentowane zostały na rysunku 55.

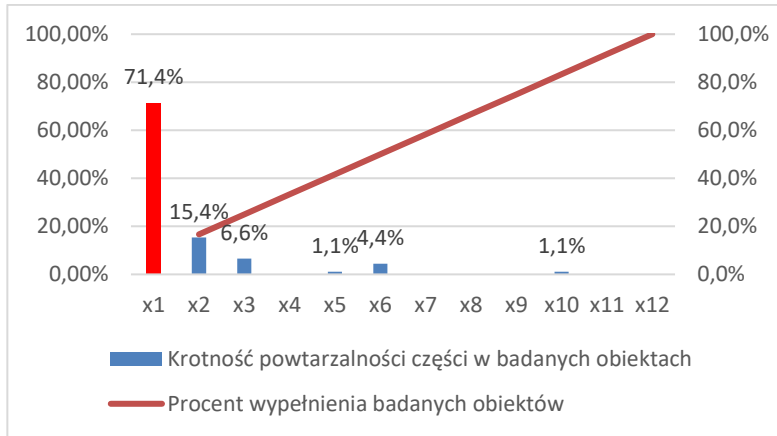


Rys. 55. Wskaźnik ilościowy krotkości powtarzania się części w badanej grupie sof IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Wskaźniki ilościowe krotkości powtarzania się części w badanej grupie komód przedstawia także rysunek 56. W tym wypadku 70% części zostało zastosowanych tylko raz, co oznacza, że zaledwie ok. 30% powtarza się w wybranych produktach. Jeśli dodać do tej liczby liczbę procentowego udziału części, które powtórzyły się

2 i 3 razy, to stanowi to w sumie ponad 90% części. Można zatem uogólnić zaprezentowane wyniki badań i stwierdzić, że standaryzacja części montażowych między asortymentami tych samych produktów nie jest na najwyższym poziomie.



Rys. 56. Wskaźnik ilościowy krotności powtarzania się części w badanej grupie komód IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Na samym końcu zostały zaprezentowane wskaźnik duplikatów, bądź też wskaźnik śledzenia standaryzacji dla komód. Dla wybranej grupy 12 obiektów badań, wskaźnik WD wyniósł 60,7%. Oznacza to, że w badanych meblach w 40% wystąpiły duplikaty. Podobnie jak w przypadku stołów i sof wskaźniki ilościowej krotności powtarzania się części wykazywały niski stopień wykorzystania standaryzacji części montażowych. Zaledwie jedna część (około 1%) powtórzyła się dziesięciokrotnie, zaś 4 części powtórzyły się sześciokrotnie. W dalszym ciągu najczęściej krotności powtarzania występuje w grupie dwóch lub trzech powtórzeń, pozwalając tym samym zauważyć, że standaryzacja nie jest wykorzystywana w tak wysokim stopniu jak mogłaby być wykorzystywana.

Wraz z zaprezentowaniem wskaźników duplikatów oraz ilościowych wskaźników krotności powtarzania się części, warto byłoby także przeanalizować, wskaźniki nasycenia standaryzacją. Dla trzech przebadanych grup mebli, wskaźniki nasycenia standaryzacją wynoszą odpowiednio:

- dla stołów – 8,6%,
- dla sof – 12,3%,
- dla komód – 15,9%.

Jak można się spodziewać, jeszcze mniejsze wskaźniki nasycenia standaryzacją oraz sygnały śledzenia standaryzacji występują w przypadku sumarycznego zestawienia wszystkich badanych mebli w liczbie 44 (22 stoły, 12 sof, 10 komód). Sygnał śledzenia standaryzacją wyniósł nieco ponad 5%.

W sposób oczywisty rzutuje to na wskaźnik nasycenia standaryzacją, który ostatecznie wyniósł dla całej badanej grupy 1,8%. Jeśli przyjąć, że 100% wartości

wskaźnika oznaczałoby, że każda część montażowa pojawia się w każdym wyrobie, to wskaźnik tak bliski 0%, oznacza, że większość części dedykowana jest tylko i wyłącznie konkretnemu produktowi – nie widać powiązań między asortymentami produktowymi.

Analiza wyników badań dotyczących uwarunkowań logistycznej sprawności produktu przedsiębiorstwa referencyjnego pokazała rezultaty, które można odnieść do przedsiębiorstw pokrewnych branżowo. Na tej podstawie można próbować określić, czy przedsiębiorstwo referencyjne stosuje rozwiązania związane z projektowaniem wspomagającym logistykę i łańcuch dostaw. Do głównych uwarunkowań tego rozwiązania można zaliczyć:

- wskazanie dominującej grupy materiałów konstrukcyjnych (wykorzystanie drewna, płyty wiórowej laminowanej; pianki poliuretanowej),
- wyznaczenie wskaźników kompresji opakowaniowej,
- wyznaczenie wskaźników standaryzacji.

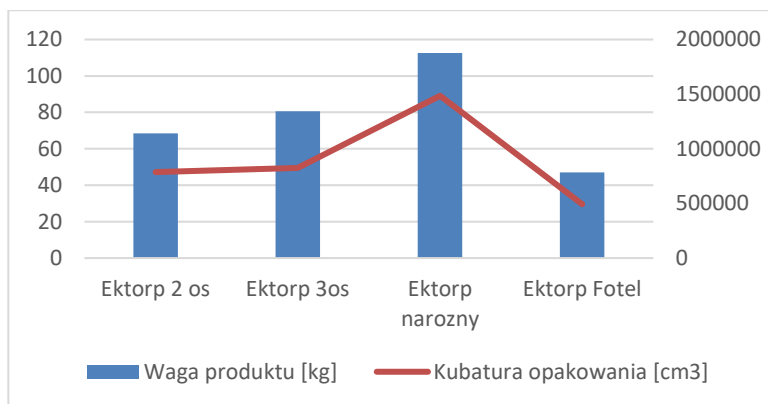
Ponieważ w ofercie IKEA pojawiają się dość często całe serie produktów oraz rozwiązania oparte na modułowości, postanowiono także przeanalizować w podobny sposób serię sof Ektorp oraz serie sof modułowych Vallentuna.

Do pierwszej grupy badań zaklasyfikowano cztery dostępne w ramach oferty IKEA meble Ektorp, tj.:

- sofę dwuosobową,
- sofę trzyosobową,
- sofę narożną – rozkładaną,
- fotel.

W wypadku cech pierwszego parametru produktu, zauważono, że cała seria posiada identyczne materiały konstrukcyjne. Rama produktu składa się z płyty pilśniowej, płyty wiórowej, sklejki, litego drewna oraz pianki poliuretanowej 20 kg/m<sup>3</sup>, Oparcie składa się z płyty pilśniowej, płyta wiórowej, litego drewna, pianki poliuretanowej 20 kg/m<sup>3</sup> oraz 25 kg/m<sup>3</sup>, watalina poliestrowa i tektury. Pokrycia dostępne w 6 kolorach składają się z mieszanki poliestru oraz bawełny w różnych proporcjach.

Waga produktów jest ściśle związana z kubaturą opakowań – rysunek 57.

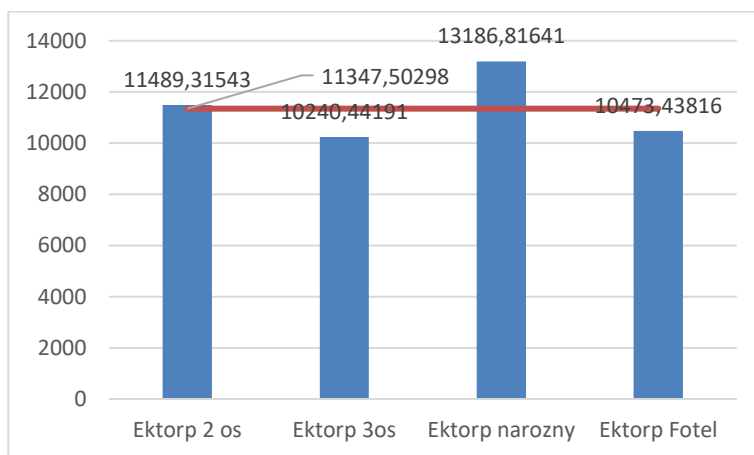


Rys. 57. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla serii Ektorp IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*



Dane przedstawione na rysunku 58, pozwalają wyznaczyć także wskaźnik wagowo-kubaturowy liczony jako stosunek kubatury do masy i pozwalający określić jaką kubaturę podaną w  $\text{cm}^3$  stanowi 1 kg wyrobu w opakowaniu.

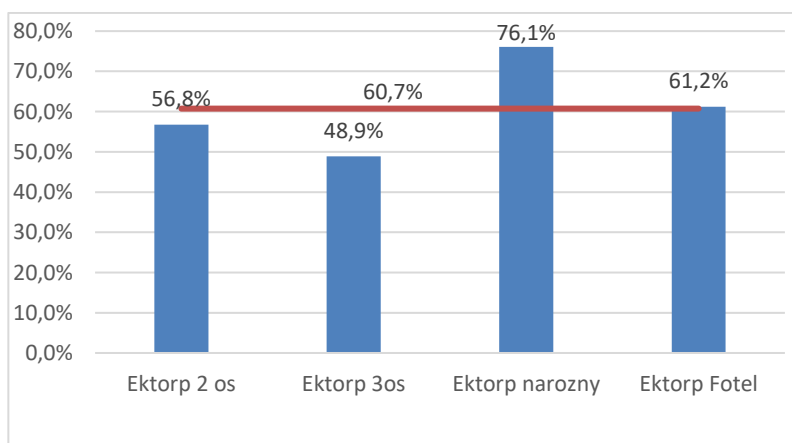


Rysunek 58. Wskaźniki wagowo-kubaturowe dla obiektów badań wraz z wartością średnią IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Wskaźnik korelacji Pearsona dla badanej serii produktów wyniósł 0,9799, a odchylenie standardowe od wskaźnika kubaturowo-wagowego wyniosło  $1340 \text{ cm}^3/\text{kg}$ .

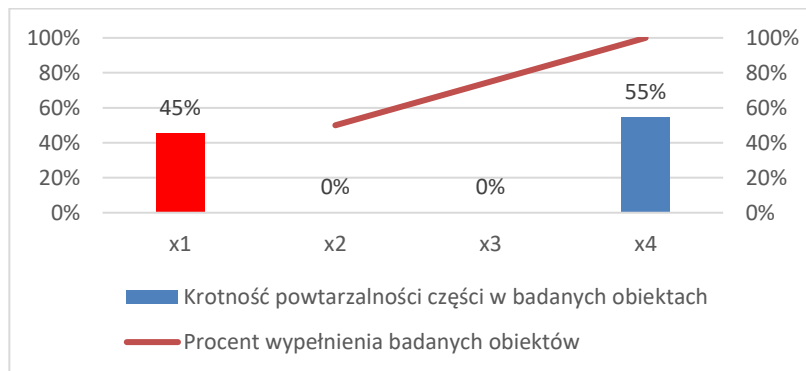
Kolejnym badanym elementem były wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanej serii sof. Średni wskaźnik kompresji opakowaniowej dla badanej grupy wyniósł 60,7% – rysunek 59.



Rys. 59. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanej serii sof IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

W przypadku tego wskaźnika trudno jest zauważyć jakiegokolwiek zależności związane choćby z jego relacją do kubatury. Najmniejszy wskaźnik kompresji opakowaniowej ma sofa 3 osobowa, mniejszy od sofa dwuosobowej i fotela. Największy jak można przypuszczać ma sofa narożna.



Rys. 60. Wskaźnik ilościowej krotności powtarzania się części montażowych dla badanej serii sof IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Zdecydowanie ciekawiej przedstawiają się wyniki badań związanych ze standaryzacją części montażowych badanych obiektów. Wskaźnik śledzenia standaryzacji (WD) wyniósł dla badanej grypy mebli 37,9%, a więc na tle poprzednich wyników badań był względnie niski, co z punktu widzenia logistycznej sprawności produktu może przepowiadać względnie wysokie wskaźniki nasycenia standaryzacją. Wstępnie potwierdzają to też wskaźniki ilościowej krotności powtarzania się części montażowych w badanej grupie sof – rysunek 60.

Graficzna prezentacja stopnia nasycenia standaryzacją – rysunek 61 potwierdza wysoką wartość omawianego wskaźnika, co z punktu widzenia logistycznej sprawności produktu jest korzystne.

	100837	110439	100712	114509	120202	121303	100728	121647	102428	121234	121235
S1	6	2	6	6	1	4					
S2	6	2	6	6	1	4					
S3	14	3	6	6	1	4	3	5	1	2	1
S4	6	2	6	6	1	4					

Rys. 61. Graficzna prezentacja stopnia nasycenia standaryzacją dla badanej serii sof IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Wskaźnik nasycenia standaryzacją, dla badanej serii sof, wyniósł WNS = 65,9%.

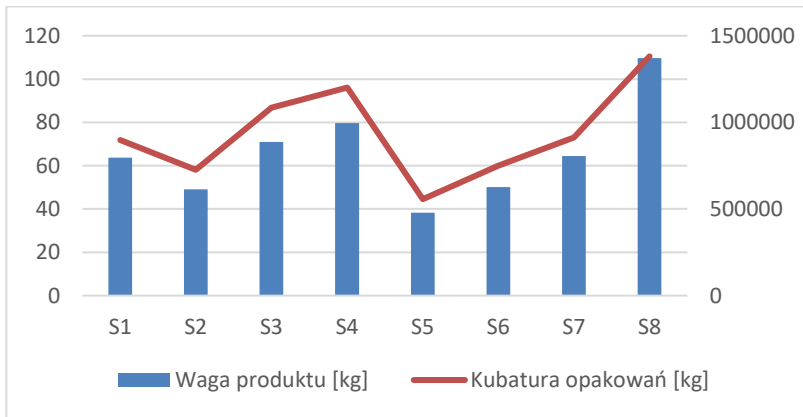
W podobnym kontekście postanowiono zbadać serię sof modułowych Vallentuna. W skład każdej sofa mogą wejść trzy podstawowe elementy:

- moduł siedziska (z pojemnikiem lub bez pojemnika),
- moduł oparcia,
- pokrycie modułu siedziska oraz modułu oparcia.

Ponieważ liczba kombinacji modułów, personalizacji produktu, jest pewnie skończona, ale posiadająca bardzo wiele możliwości, dlatego do badań wybrano pierwszych 8 propozycji sof Vallentuna, które pojawiły się na stronie www firmy IKEA.

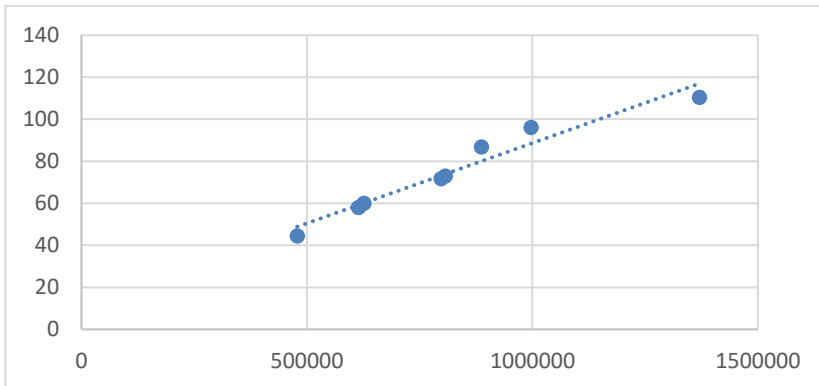
Podobnie jak w przypadku pierwszej serii wyrobów (sof Ektor) tak i w tym przypadku badanie cech związanych z wykorzystywanym materiałem dało identyczne wyniki. Rama i oparcie każdego modułu składa się z tych samych materiałów do których zaliczyć można: lite drewno, sklejkę, płytę wiórową, piankę poliuretanową 30 kg/m<sup>3</sup> oraz watolinę poliestrową. Pokrycia badanych sof składają się z mieszanki bawełny poliestru lub poliuretanu (w różnych proporcjach) wraz z mniejszą ilością innych domieszek materiałów.

Podobnie jak w przypadku sof Ektor, można zauważyć zależność kubatury produktu i jego wagi – relacje te prezentuje rysunek 62.



Rys. 62. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla serii Vallentuna IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*



Rys. 63. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla badanej serii sof IKEA

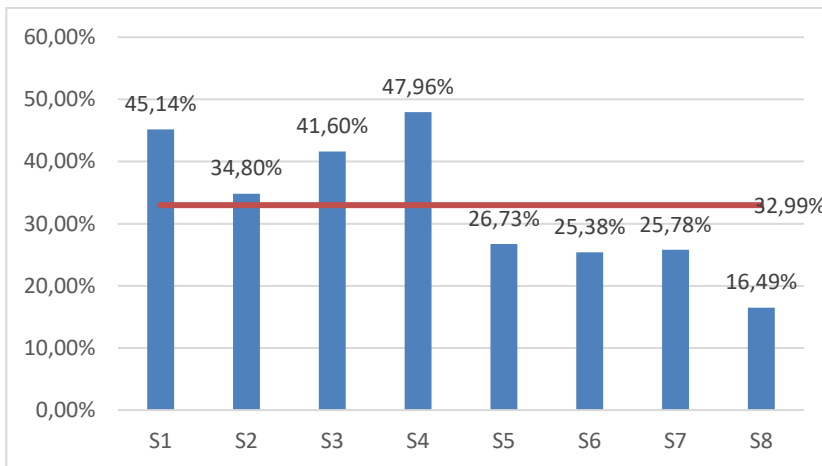
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Wskaźnik korelacji Pearsona wykazał silną zależność dodatnią (0,9741), co pokazuje i potwierdza rysunek 63.

Średnia wartość wskaźnika wagowo-kubaturowego pokazała, że na 1 kg produktu wraz z opakowaniem przypada 10863 cm<sup>3</sup>. Wskaźnik ten jest nieco mniejszy od wskaźnika prezentowanego w serii sof Ektorp, ale odchylenie standardowe związane ze wskaźnikiem kubaturowo-wagowym jest zdecydowanie mniejsze (696 cm<sup>3</sup>/kg).

W przypadku sof, na wskaźnik kompresji opakowaniowej znaczny wpływ ma ich konstrukcja – rysunek 64. Sofa S8, posiadająca najniższy wskaźnik kompresji opakowaniowej jest sofą narożną, w skład której wchodzi 14 opakowań. W tym przypadku kubatura wyrobu gotowego uwzględnia ten narożnik, tworząc sztuczny przyrost kubatury. W ten sposób wskaźnik kompresji jest tak niski.

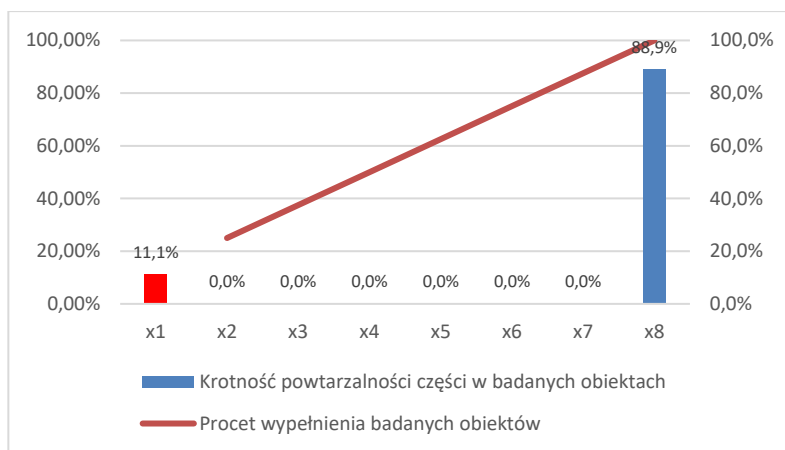
Daje to wyraźny sygnał, że wskaźnik kompresji opakowaniowej jest podatny na tego typu zmiany, a co za tym idzie wymaga dokładnego doboru przedmiotów badań pod kątem ich homogeniczności wewnątrz asortymentu, także konstrukcyjnej.



Rys. 64. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanej serii sof IKEA

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Ostatnia grupa badanych parametrów produktu odnosi się do właściwości związanych ze standaryzacją elementów montażowych. We wszystkich badanych sofach z serii Vallentuna wykorzystano w sumie 65 części montażowych. Sygnał śledzenia standaryzacji wyniósł dla badanej grupy mebli 10,2%, co pozwalało sądzić, że wskaźniki krotności powtarzanych części powinny przyjmować wysokie wartości. Potwierdza to analiza rysunku 65, że z 9 pozostałych części montażowych, aż 8 – czyli około 89% – znajduje zastosowanie w każdym produkcie. Jedna część została wykorzystana tylko w jednym produkcie, była to jedyna z 8 sof, która miała funkcję rozkładania.



Rys. 65. Wskaźnik ilościowej krotności powtarzania się części montażowych dla badanej serii sof IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Oczywiście należy zauważyć, że liczba występujących części w ramach każdej spersonalizowanej sofie będzie silnie skorelowana z ilością modułów, które wchodzi w skład skomponowanego mebla. Nie mniej ograniczenie liczby montowanych części do 9 stanowi bardzo wysoki wskaźnik.

Potwierdza to wskaźnik nasycenia standaryzacją, który wyniósł dla badanej serii sof 90,3%, co stanowi jeszcze lepszy wynik niż w przypadku serii Ektor – rysunek 66.

	147786	117145	147789	108490	100272	147788	148327	147787	CZ1
S1	6	2	2	1	4	2	2	2	
S2	6	2	2	1	4	2	2	2	
S3	10	3	4	1	4	2	2	2	
S4	10	3	4	1	4	2	2	2	
S5	6	2	2	1	4	2	2	2	
S6	10	3	4	1	4	2	2	2	
S7	10	3	4	1	4	2	2	2	
S8	14	4	6	2	4	2	2	2	2

Rys. 66. Graficzna prezentacja stopnia nasycenia standaryzacją dla badanej serii sof IKEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Zaprezentowana analiza trzech grup produktów obiektu referencyjnego pozwala zauważyć kierunki wykorzystywanych rozwiązań w ramach projektowania wspomagającego logistykę tworzącego produkty logistycznie sprawne, najważniejsze to:

- tendencja do wykorzystywania dominujących materiałów konstrukcyjnych w produkcji (standaryzacja surowców i materiałów wejściowych),
- tworzenie serii produkcyjnych dla których parametry logistycznej sprawności produktu są wyraźnie lepsze niż dla grup asortymentowych,

- wysokie wskaźniki korelacji kubatury opakowań do ich wagi pozwalające dokonywać wstępnych planów procesów transportowo-magazynowych.

Wśród zaprezentowanych wyników badań należy także znaleźć liczne możliwości doskonalenia. Zaliczyć do nich można:

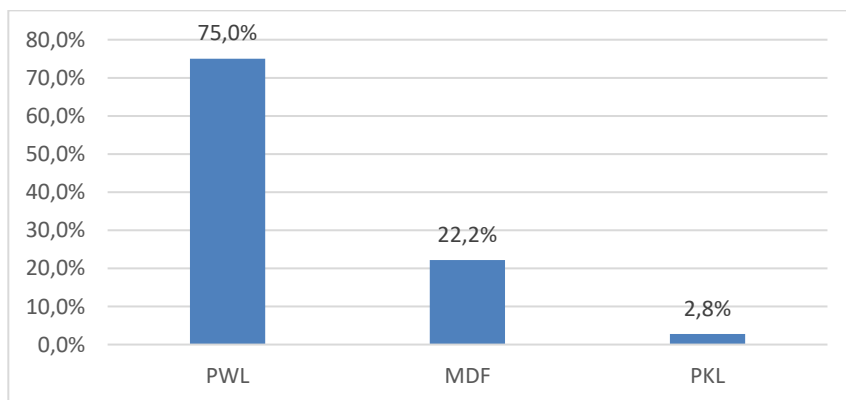
- zawężanie liczby wykorzystywanych materiałów konstrukcyjnych z wyraźną tendencją do wyboru grupy materiałów dominujących,
- doskonalenie wskaźników kompresji opakowaniowej, które w wielu przypadkach mają duży rozrzut,
- zwiększanie wskaźników nasycenia standaryzacją w ramach grup asortymentowych oraz pomiędzy grupami asortymentowymi.

Kolejny etap badań powinien zaprezentować, w jaki sposób kształtują się wyniki zebranych danych dla przedsiębiorstw pokrewnych branżowo do przedsiębiorstwa referencyjnego na tych samych grupach asortymentowych.

Druga grupa z badanych obiektów (meble Wójcik) była reprezentowana przez przedstawicieli dwóch asortymentów – stołów i komód. Dobór celowy próby pozwolił wyodrębnić dwie grupy: pierwszą, składającą się z 12 obiektów badań – stołów, druga grupa to komody – była reprezentowana przez 6 obiektów. W ramach oferty meble Wójcik nie zidentyfikowano sof, dlatego zostały one wyłączone z opracowania.

Pierwsze opisywane parametry produktu dotyczyły cech w aspekcie materiałów użytych do produkcji mebli, wymiarów oraz wagi.

Przedsiębiorstwo Wójcik wykorzystuje trzy podstawowe materiały główne (pochodzenia drzewnego), a więc płytę wiórową laminowaną (PWL), płytę pilśniową średniej gęstości (MDF) oraz płytę komórkową laminowaną (PKL). Przedmiotem badań stało się jednak określenie wykorzystania danego materiału w badanej próbie – rysunek 67.



Rys. 67. Zakres wykorzystania różnorodnych materiałów dla badanych stołów WÓJCIK

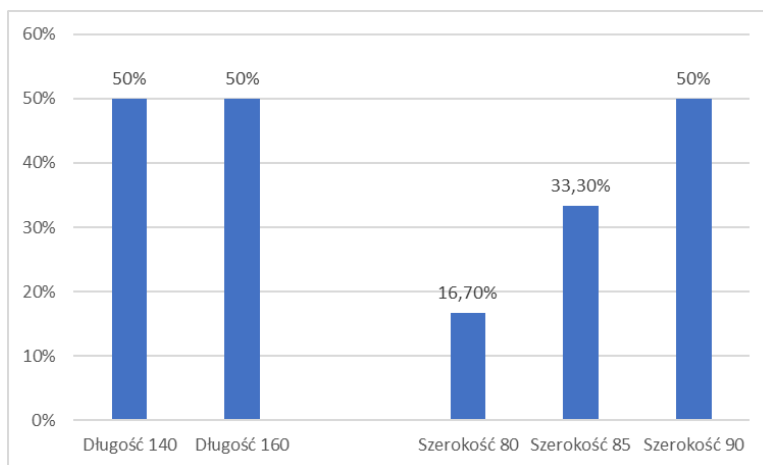
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Przedsiębiorstwa korzystają głównie z dwóch typów materiałów, a więc płyty wiórowej laminowanej (wykorzystywanej do blatów, ram i nóg) w 75% przypadków oraz płyty MDF w ponad 20% przypadków (rysunek 67). Płyta komórkowa PKL zastosowana została tylko i wyłącznie w jednym przypadku (wykonanie nóg w jednym ze stołów).

W każdym badanym stole zastosowano prowadnicę synchroniczną, przy czym w 8 przypadkach było to podane to w informacjach opisu technicznego swobodnie dostępnych na stronie, a w pozostałych czterech przypadkach można było to odczytać z instrukcji montażu, w której prowadnice były znaczone literą T. Jak pokazują późniejsze wyniki badań odnoszące się do standaryzacji części (czyli aspektu architektury), do produkcji 11 stołów wykorzystuje się cztery warianty prowadnic.

Drugi z omawianych parametrów produktów dotyczący cech odnosił się do wymiarów. Postanowiono sprawdzić jakie są wymiary minimalne badanych mebli oraz jakie są powtarzalności wymiarów poszczególnych części. Do zaprezentowania wyników badań wykorzystano minimalny wymiar mebla po złożeniu, a także w przypadku mebli Wójcik dane zawarte z instrukcji obsługi opisujące płaskie wymiary poszczególnych części, tzn. długość i szerokość.

Jeśli chodzi o minimalne wymiary mebla złożonego, to warto zwrócić uwagę, że wśród badanej grupy dominują dwa wymiary długości (140 cm i 160 cm) oraz trzy wymiary szerokości (80 cm, 85 cm oraz 90 cm). Procentowy rozkład dominujących wymiarów wśród badanej grupy dwunastu mebli prezentuje rysunek 68.

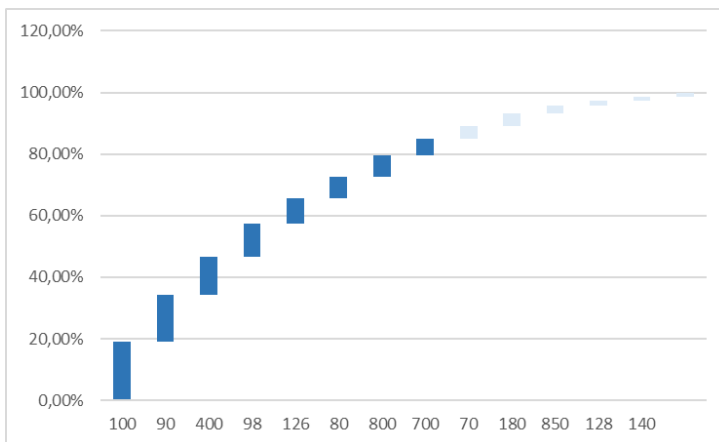


Rys. 68. Zakres wykorzystania różnorodnych wymiarów dla badanych stołów WÓJCIK.

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

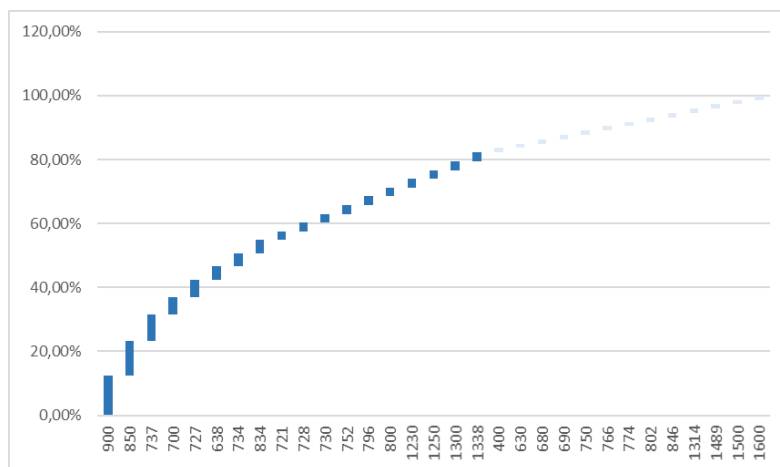
Ponieważ firma Wójcik udostępniała w swoich instrukcjach montażowych dane dotyczące wymiarów elementów konstrukcyjnych mebli, postanowiono zbadać także, czy wśród wymiarów dotyczących długości i szerokości części konstrukcyjnych stołów nie pojawiają się dominujące wymiary wykazujące tendencje do ich ujednolicenia i standaryzacji co do długości oraz szerokości. Warto w tym

miejscu zwrócić uwagę na brak analizy wymiarów związanych z grubością, ale oczywisty jest fakt, że jest ona ściśle skorelowana z rodzajem wykorzystywanego materiału, a więc płyty wiórowej laminowanej, płyty komórkowej laminowanej oraz płyty MDF.



Rys. 69. Zakres wykorzystania różnorodnych wymiarów związanych z szerokością dla badanych stołów WÓJCIK

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*



Rys. 70. Zakres wykorzystania różnorodnych wymiarów związanych z długością dla badanych stołów WÓJCIK

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

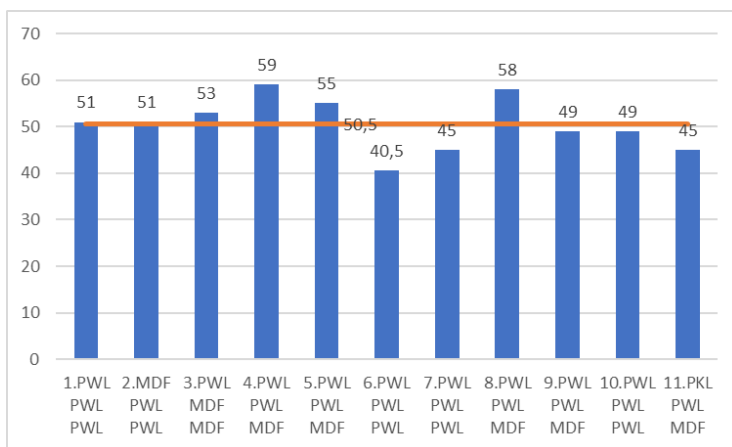
Aby można było w łatwiejszy sposób uchwycić prezentowane wyniki badań, postanowiono zaprezentować je na wykresie Lorenza bazującym na rozkładzie



Pareto (80-20)<sup>338</sup>. Nieco ponad 57% wymiarów dotyczących szerokości pojawia się w ponad 80% badanej grupy mebli – rysunek 69. Oznacza to, że zależność przypomina raczej rozkład liniowy aniżeli rozkład wykładniczy. Podobnie wygląda rozkład najczęściej wykorzystywanych wymiarów związanych z długością – rysunek 70.

Z rozkładu Pareto wynika, że ponad 58% wymiarów dotyczących długości pojawia się w ponad 80% badanej grupy. Taki rozkład jest o tyle zastanawiający, że przy dominujących długościach minimalnych 140 cm i 160 cm, wydawać by się mogło, że stopień standaryzacji wymiarowej elementów konstrukcyjnych powinien mieć nieco wyższy wskaźnik.

Ostatni z omawianych obszarów w ramach parametrów produktu wynikających z jego logistycznej sprawności dotyczy wagi produktu z opakowaniem. Ponieważ waga produktu wynika z wykorzystywanych opakowań, należy zwrócić uwagę, że zakres błędu w stosunku do wagi wyrobu finalnego będzie zbliżony i nie powinien rzutować na wyniki badań. Rozkład wagi produktu wraz z zastosowanymi materiałami konstrukcyjnymi prezentuje rysunek 71.



Rys. 71. Zakres wagi [kg] produktów w stosunku do stosowanych materiałów konstrukcyjnych dla badanych stołów WÓJCİK

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Kolejny z badanych parametrów dotyczył kwestii właściwości. W przypadku przedsiębiorstwa Wójcik, nie było możliwości uzyskania danych dotyczących podatności transportowej i magazynowej jednostek handlowych i ładunkowych, ponieważ takie informacje nie były zawarte na stronie www producenta.

W tej kwestii jednym z możliwych rozwiązań byłoby wykorzystanie narzędzia informatycznego związanego z optymalizacją układu zwymiarowanych opakowań na palecie, a następnie na naczepie lub w kontenerze, aby w ten sposób

<sup>338</sup> 20% przyczyn determinuje 80% skutków.

umożliwić porównanie opakowań pod kątem ich podatności transportowej i magazynowej. Tego typu rozwiązanie wymagałoby w pierwszej kolejności zidentyfikowania na rynku dostępnych w tym zakresie rozwiązań informatycznych, następnie ich analizy i oceny wraz z wyborem optymalnego wariantu. Ponieważ badania zakładały łatwość pozyskiwania danych, a także optymalizację analiz, nie zastosowano w tym miejscu tego typu logiki działań.

Istotnym elementem podlegającym analizie w kontekście logistycznej sprawności produktu może stać się opakowanie, dla którego możliwe jest wyznaczenie wskaźnika kompresji opakowaniowej. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę, że wskaźnik ten obciążony jest bardzo poważnym błędem, wynikającym z konstrukcyjnych cech badanego wyrobu<sup>339</sup>.

W przypadku możliwości uzyskania dodatkowych danych, związanych z wymiarami elementów konstrukcyjnych, wskaźnik kompresji opakowaniowej mógłby być uzupełniony o jeszcze jeden wskaźnik, różniący się diametralnie co do istoty obliczeń. Zwiększony zakres szczegółowości danych, które mogłyby być użyte do opisywanego wskaźnika (pomijające pustą przestrzeń kubaturową) powinny być obciążone mniejszym błędem obliczeniowym. Istota wskaźnika opiera się bowiem na założeniu, że znając wymiary kluczowych elementów konstrukcyjnych, możliwe byłoby wyznaczenie procentowego wskaźnika, mówiącego o jaką wartość kubatura opakowania jest większa od kubatury elementów znajdujących się w jego wnętrzu. Wskaźnik taki mógłby nosić nazwę wskaźnika wypełnienia opakowaniowego i wrażyć się wzorem (10), zaprezentowanym poniżej.

$$Wwo = \frac{\sum_1^n S_n * D_n * W_n}{S_o * D_o * W_o} \quad (10)$$

gdzie: S – szerokość, D – długość, W – wysokość,  
n – n-ty element mebla; o – opakowanie.

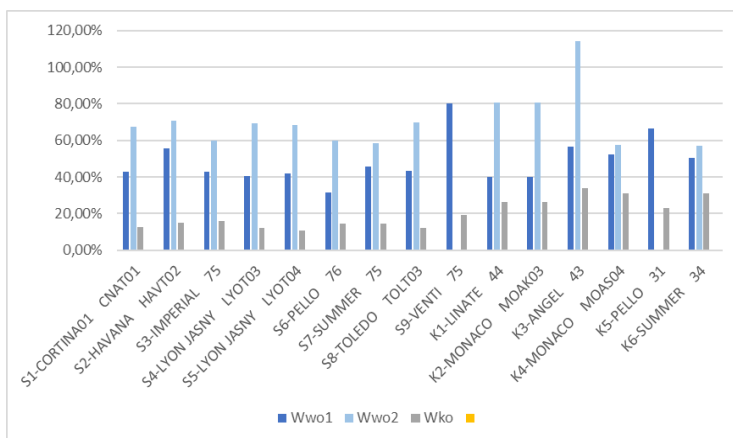
Licznik wzoru stanowi sumę pojedynczych kubatur elementów montażowych mebla, zaś mianownik kubaturę opakowania, w które zostały spakowane uwzględnione w liczniku elementy konstrukcyjne. W tym miejscu należy zauważyć, że logistyczna sprawność produktu w tej części parametru produktu, powinna zmierzać do wymiarów opakowań, których optymalny z punktu widzenia logistyki wymiar byłby najbardziej zbliżony do najdłuższego wymiaru konstrukcyjnego lub logistycznie celowo zwiększony. Wskaźnik obrazuje stopień wypełnienia elementami konstrukcyjnymi opakowania.

W przypadku pierwszego wariantu wiązałyby się to z tym, że wartości szerokości, długości i wysokości elementów konstrukcyjnych produktu powinny być powiększone o wymiar ścian i ewentualnych materiałów zabezpieczających opakowania. W ten sposób optymalnie ułożone byłyby nie tylko elementy konstrukcyjne mebla, ale także i elementy montażowe, które wchodziłyby w miejsca pustych przestrzeni w opakowaniu – o ile takie przestrzenie występowałyby.

---

<sup>339</sup> Produkty finalne posiadające w ramach swoich konstrukcji większą kubaturę wolnej przestrzeni, powinny mieć niższy wskaźnik kompresji opakowaniowej, aniżeli produkty z mniejszą kubaturą wolnej przestrzeni.

W przypadku celowo powiększanych wymiarów, aspekt logistycznej sprawności produktu wchodziłby na znacznie wyższy poziom – integracji logistycznej opakowania z łańcuchem dostaw, ale tego typu rozwiązania wymagałyby dodatkowych badań.



Rys. 72. Wyniki badań prezentujące wskaźnik kompresji opakowaniowej (Wko) odniesiony do wskaźników wypełnienia opakowania (Wwo) WÓJCIK

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Wyniki badań pokazujące wskaźnik kompresji opakowaniowej oraz jego odniesienie do wskaźnika wypełnienia opakowaniowego prezentuje rysunek 72.

Na rysunku daje się zauważyć trzy istotne kwestie. Po pierwsze, zaprezentowana grupa mebli jest mniejsza od liczby zbadanych obiektów, aniżeli wynika to z doboru próby, co wynika z braku wszystkich danych dotyczących każdego mebla, np. informacji logistycznych o opakowaniu czy też informacji o częściach. W sposób istotny uniemożliwia to badanie.

Po drugie, ważnym elementem jest komoda 3 o oznaczeniu K3-ANGEL 43, w której wskaźnik wypełnienia opakowania pierwszego (Wwo) przekracza 100%, co w sposób ewidentny pokazuje, że w danych podanych przez producenta na stronie www istnieją błędy.

Po trzecie, w badanej grupie pojawiają się produkty, które zostały zapakowane tylko w jedno opakowanie np. stół 9 oraz komoda 5.

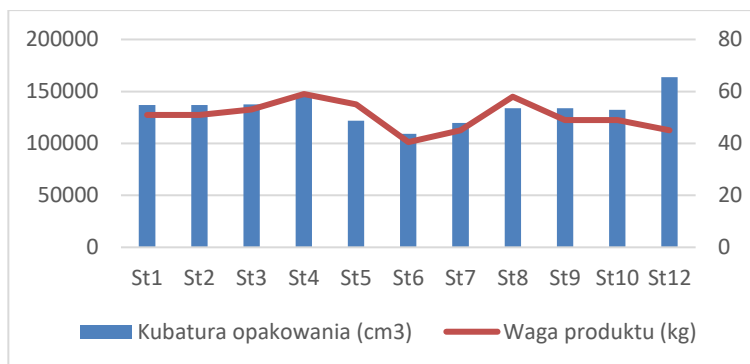
Przy tej okazji warto pokazać także wyniki średnie omawianych wskaźników, oczywiście wyznaczone bez wartości 0 dla dwóch mebli – punkt trzeci omawiany powyżej oraz wartość przekraczającą 100%, uznaną jako niewątpliwie błędna – tabela 36.

Tabela 36. Wartości średnie analizowanych wskaźników WÓJCIK

	Stoly	Komody
<b>Wwo1</b>	47,11%	50,9%
<b>Wwo2</b>	65,45%	68,9%
<b>Wko</b>	14,10%	28,6%

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Wskaźnik kompresji opakowaniowej pozostaje w pewnej relacji z konstrukcją mebla (np. objętości pustych przestrzeni w danym wyrobie). Może więc być on rozpatrywany i porównywany we względnie jednorodnej grupie podlegającej badaniom. Z kolei wskaźnik wypełnienia opakowania daje możliwość dokładniejszego porównywania wielu grup mebli, pokazując obiektywne wyniki zagospodarowania przestrzeni wewnątrz opakowania.

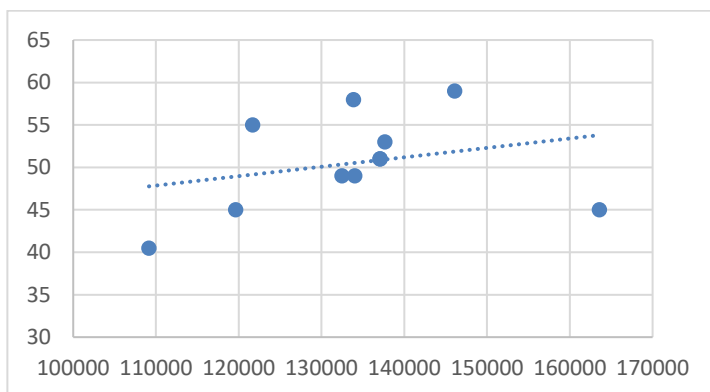


Rys. 73. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla stołów WÓJCIK

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Ponieważ znane są już wskaźniki kompresji opakowaniowej oraz wagi, można wyznaczyć wskaźniki kubaturowo-wagowe. Aby to uczynić konieczna jest prezentacja wykresu obrazującego relacje między kubaturą opakowania a wagą produktu (rysunek 73).

Aby można było określić siłę relacji między kubaturą opakowania produktu a jego wagą należałoby obliczyć wskaźnik korelacji Pearsona, który dla badanej grupy stołów wyniósł 0,2792 – punktowy diagram badanej korelacji wraz z linią trendu przedstawia rysunek 74.

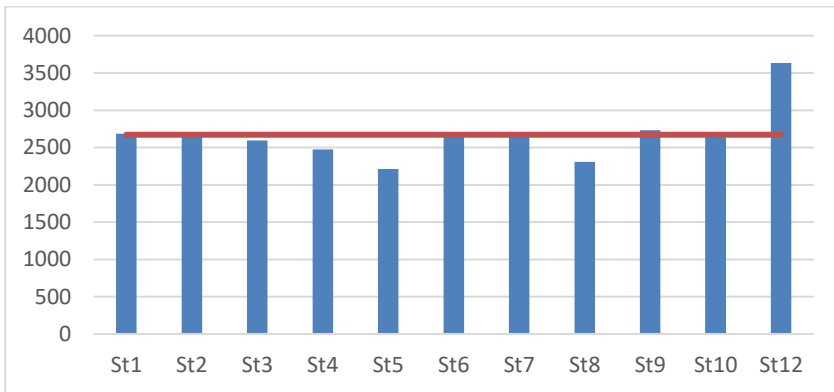


Rys. 74. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla badanej serii stołów WÓJCIK

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Oznacza to, że istnieje słaba korelacja dodatnia, choć na tle wyników, które uzyskane były na podstawie tej samej grupy mebli IKEA, cały wynik jest wyraźnie niższy.

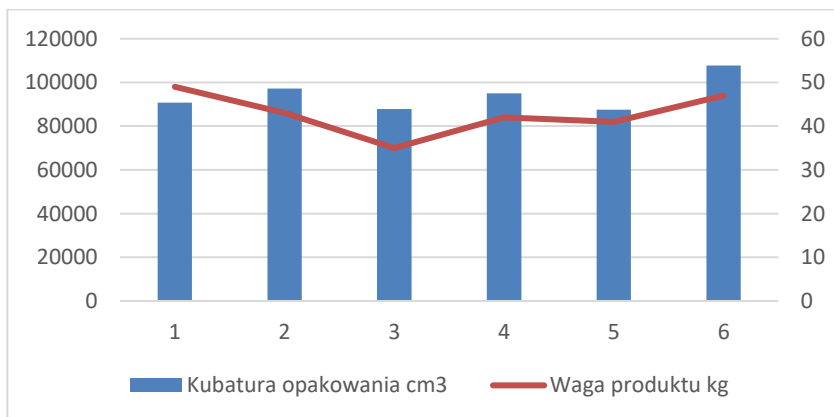
Równie interesująco wygląda wykres wskaźnika kubaturowo-wagowego – rysunek 75. Średnia wartość wskaźnika kubaturowo-wagowego wyniosła 2672 cm<sup>3</sup>/kg, a odchylenie standardowe dla tych wartości wyniosło zaledwie 364 kg.



Rys. 75. Wskaźniki wagowo-kubaturowe dla obiektów badań wraz z wartością średnią – stoły WÓJCIK

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

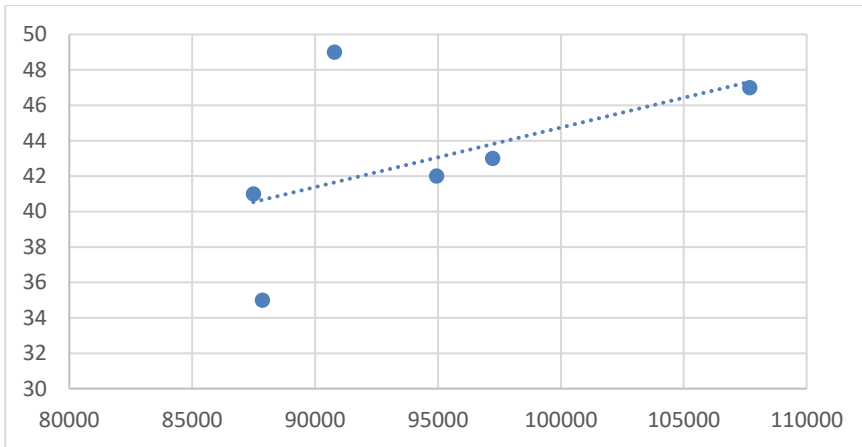
Podobną analizę przeprowadzono dla asortymentu komód, przedsiębiorstwa Wójcik. Relacja wagi wybranych komód do ich kubatury opakowania prezentuje rysunek 76.



Rys. 76. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla komód WÓJCIK

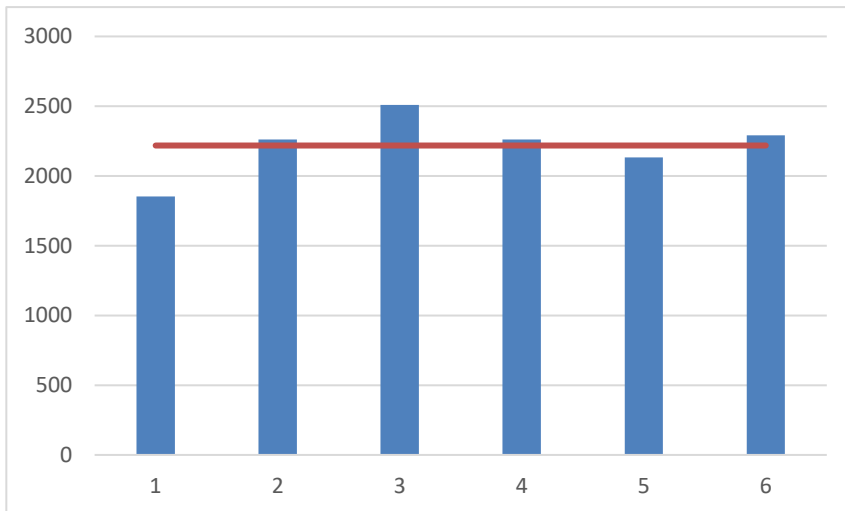
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Wskaźnik korelacji Pearsona jest znacznie niższy aniżeli w przypadku podobnych asortymentów mebli IKEA i wynosi 0,5197 – rysunek 77.



Rys. 77. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla badanej serii komód WÓJCIK  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Wskaźnik średni miernik kubaturowo-wagowy wyniósł 2218 cm<sup>3</sup>/kg, a odchylenie standardowe tego wskaźnika wyniosło 216 cm<sup>3</sup>/kg – rysunek 78.



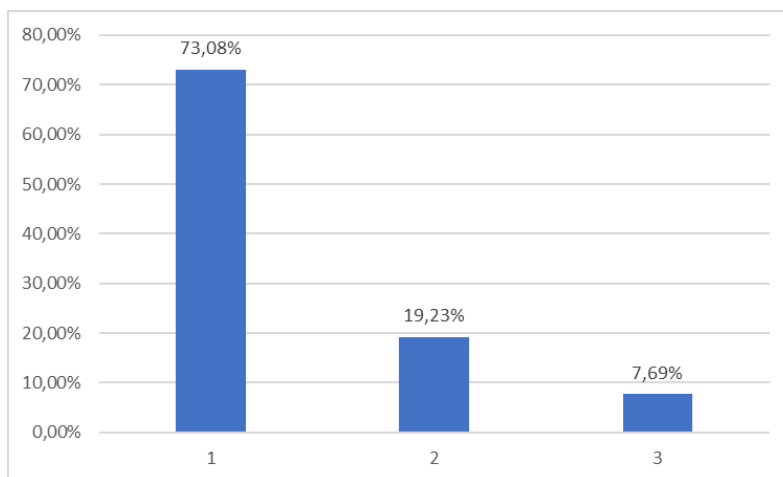
Rys. 78. Wskaźniki wagowo-kubaturowe dla obiektów badań wraz z wartością średnią – komody WÓJCIK  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Ostatni omawiany element będzie dotyczyć trzeciego parametru produktu jakim jest architektura produktu. Kwestia standaryzacji badana będzie podobnymi wskaźnikami jak działo się to w przypadku mebli Ikea, tzn. wskaźnik śledzenia standaryzacji, wskaźnik nasycenia standaryzacją oraz wskaźnik powtarzalności

części. Do tego celu zagregowano dane oddzielnie dotyczące stołów oraz komód (należy przypomnieć, że przedsiębiorstwo nie posiadało w swojej ofercie sof). W przypadku mebli Wójcik, można było także przeprowadzić badanie dotyczące standaryzacji elementów konstrukcyjnych. Ponieważ firma meble Wójcik dysponowała dodatkowymi informacjami znajdującymi się w instrukcji montażu, dotyczącymi wymiarów poszczególnych elementów konstrukcyjnych stołów, dlatego postanowiono przeanalizować, w jakim stopniu powtarzają się wymiary elementów konstrukcyjnych w badanej grupie wyrobów.

Ponad 70% elementów konstrukcyjnych występuje tylko jeden raz w danym meblu, a około 20% elementów konstrukcyjnych pojawiało się w dwóch wyrobach finalnych – rysunek 79. Wyniki badań pokazują, że w zasadzie wymiary elementów konstrukcyjnych nie powtarzają się, co oznacza, że trudno mówić w tym miejscu o standaryzacji i powtarzalności elementów konstrukcyjnych. W przypadku prezentacji tych samych parametrów produktu odnoszących się do komód producenta mebli Wójcik, sytuacja wygląda w miarę podobnie, z tą różnicą, że komody mają zdecydowanie gorszy potencjał porównawczy ze względu na to, że mają skomplikowaną konstrukcję.

Wyniki badań dotyczących standaryzacji części montażowych pozwalają także zaobserwować w jakim stopniu przedsiębiorstwo realizuje działania projektowe uwzględniające kwestie logistyki.



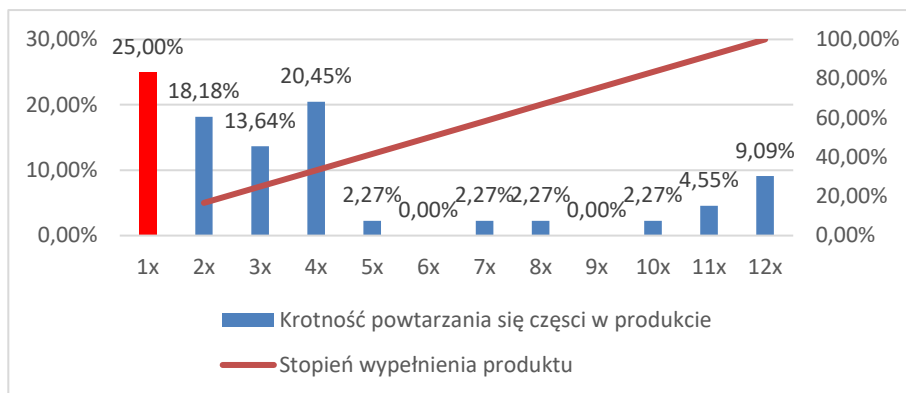
Rys. 79. Procentowa częstość występowania konkretnych części w danych wymiarach dla badanych stołów WÓJCIK

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Analizę danych dotyczących standaryzacji części montażowych należałoby rozpocząć od obliczenia wskaźnika duplikatów oddzielnie mierzonego dla stołów, komód i wynoszącego odpowiednio:

- $WD_{\text{stoły}} = 24,3\%$ ,
- $WD_{\text{komody}} = 36,9\%$ .

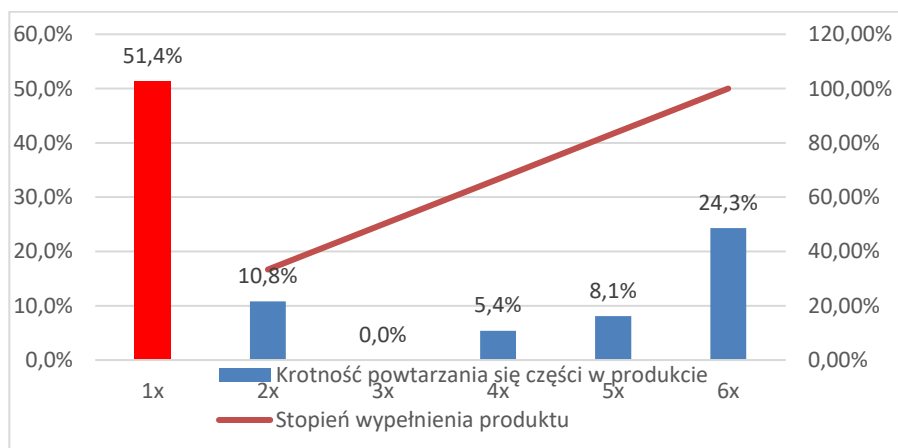
Dla przeprowadzonej analizy wyników badań wskaźniki te prezentują powtarzalność konkretnych zduplikowanych części, a uzupełnione o wyliczone częstotliwości ich powtarzania pokazują już pewien obraz sytuacji – rysunki 80 i 81.



Rys. 80. Procentowa częstość występowania konkretnych części w danych wymiarach dla badanych stołów WÓJCIK

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Na wykresach widać, że istnieje pewien procent części, powtarzający się zarówno dla wszystkich badanych stołów – około 10%, części i dla wszystkich badanych komód – około 25% części. Analizując bardziej szczegółowo, widać, że około 75% powtarzających się części w przypadku stołów, zostało wykorzystane ponownie (od jednego do czterech wyrobów gotowych), w przypadku komód ponad 60% części zostało wykorzystane ponownie (od jednego do dwóch wyrobów gotowych).



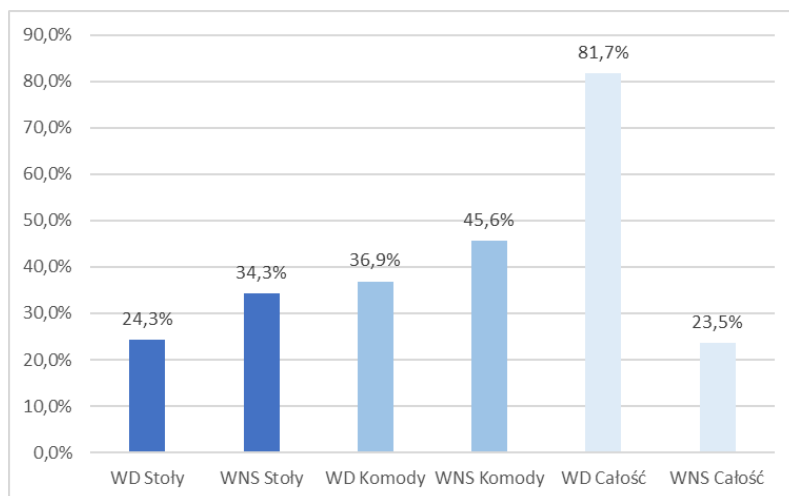
Rys. 81. Procentowa częstość występowania konkretnych części montażowych dla badanych komód WÓJCIK

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.



Wskaźniki te stanowią jednak wstępną wersję analizy i powinny zostać potwierdzone przez wskaźniki nasycenia standaryzacją, których graficzną prezentacją jest wykres nasycenia standaryzacją – załącznik 8.

Wskaźniki nasycenia standaryzacją wynoszą ponad 34% dla części montażowych stołów oraz ponad 45% dla komód. Wskaźniki te odpowiadają stopniowi wypełnienia konkretnych pól – załącznik 8. Wartość 100% wskaźnika nasycenia standaryzacją oznaczałoby zastosowanie identycznych części montażowych w każdym z analizowanych produktów. Sumaryczny wskaźnik nasycenia standaryzacją (jednocześnie dla stołów i komód) wyniósł 23,55%, co oznacza, że w przypadku analizy między-asortymentowej ulega on obniżeniu przy równie wysokim wskaźniku duplikatów oznaczających znacznie mniejszą powtarzalność konkretnych części montażowych w obydwu analizowanych grupach – rysunek 82.

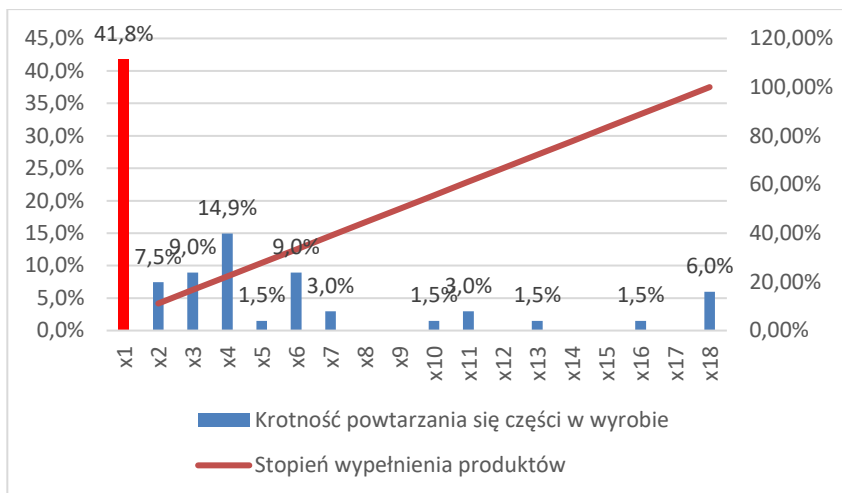


Rys. 82. Procentowa częstość występowania konkretnych części montażowych dla badanych stołów, komód oraz sumarycznie WÓJCIK

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Należy w tym miejscu zauważyć, że im wyższy jest wskaźnik duplikatów (sygnał śledzenia – większa liczba części nie znajduje swojego odpowiednika) tym niższy jest wskaźnik nasycenia standaryzacją – co wydaje się logiczne.

Przy analizie obydwu grup, wyraźnie spada także krotność powtarzalności danych części w poszczególnych meblach. Ponad 70% części powtarza się jeden, dwa lub trzy razy. Spada także powtarzalność części we wszystkich 18 wyrobach. Tylko 5 części występuje we wszystkich badanych wyrobach, co stanowi około 6% całej badanej grupy części montażowych. Omawiane udziały procentowe prezentuje rysunek 83.



Rys. 83. Procentowa częstość występowania konkretnych części montażowych sumarycznie dla badanych stołów i komód WÓJCIK

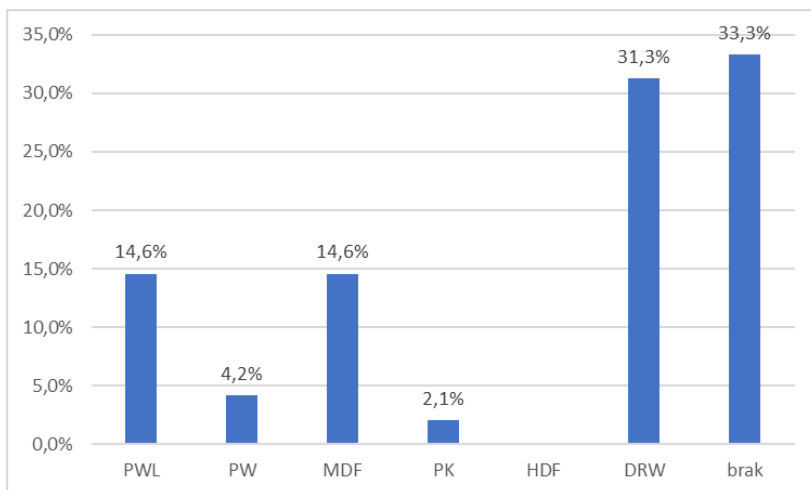
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Logika prowadzenia analizy wyników badań została „krok po kroku” zaprezentowana na przykładzie grupy mebli IKEA i Wójcik, w następnym etapie zostanie ona powtórzona dla mebli BRW.

W tym miejscu należy jeszcze zwrócić uwagę, że w przypadku mebli BRW obliczanie wskaźnika wypełnienia opakowania będzie utrudnione. Wynika to z faktu, że w instrukcjach obsługi mebli BRW niepodawany jest wymiar wysokości części konstrukcyjnych, zaś w instrukcjach mebli IKEA te dane nie istniały – nie są częścią instrukcji. Ponadto, w ramach analizy danych mebli BRW okazało się, że część danych jest niedostępna. Dlatego postanowiono uzupełnić dane. Użytko brakujące dane, korzystając z informacji uzyskanych w punkcie obsługi klienta (BOK) firmy BRW.

Prezentacja wyników badań dotycząca przedsiębiorstwa BRW rozpoczyna się od pierwszej grupy parametrów produktu związanych z obszarem cech. Pierwsza dotyczy materiałów wykorzystywanych do produkcji konkretnych grup asortymentowych. Z analizy wyników badań wynika, że przedsiębiorstwo wykorzystuje różnorodne materiały, zarówno w grupach asortymentowych, jak i we wszystkich grupach mebli. Jeśli wziąć pod uwagę grupę asortymentową mebli, to nie można zauważyć w niej specjalnej tendencji do zwiększonego wykorzystania konkretnej grupy materiałów konstrukcyjnych – rysunek 84.

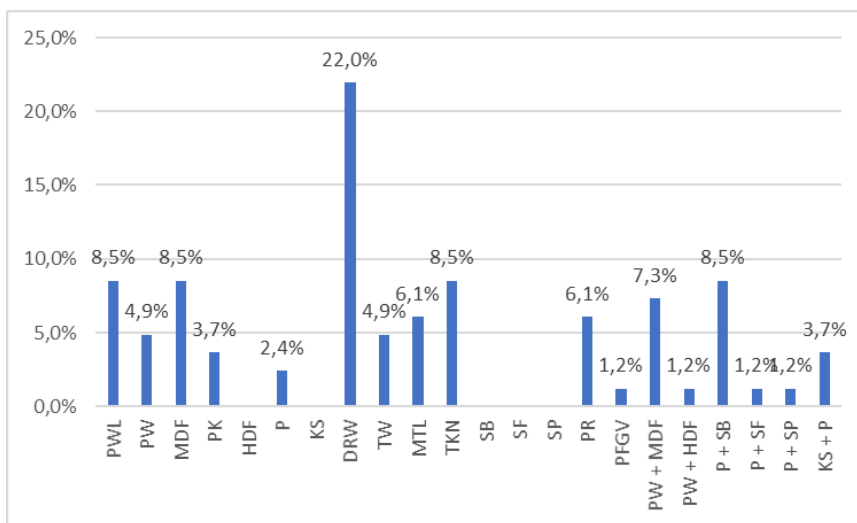
Na rysunku 84 widać, że brakuje wyraźnej dominacji konkretnych materiałów konstrukcyjnych. Materiał drewno (DRW) jest wykorzystywany w ponad 30% wszystkich części konstrukcyjnych, użytych do produkcji stołów. Należy przy tym zauważyć, że w około 30% pozycji informujących o materiałach użytych do produkcji mebli nie uzupełniono danych. Wykres wykorzystania materiałów konstrukcyjnych u układzie wspólnym stołów, komód oraz sof prezentuje rysunek 85.



Rys. 84. Zakres wykorzystania różnorodnych materiałów dla badanych stołów BRW

PWL – płyta wiórowa laminowana, PW – płyta wiórowa, MDF – płyta pilśniowa, PK – płyta komórkowa, HDF – płyta z włókien drzewnych, DRW – drewno, brak – brak danych w instrukcji lub na stronie

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.



Rys. 85. Zakres wykorzystania różnorodnych materiałów dla badanych stołów, sof oraz komód BRW

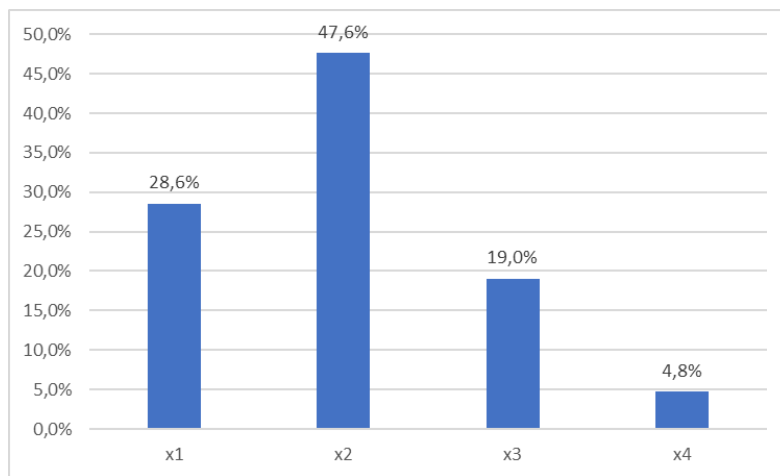
P – pianka, KS – kulka silikonowa, TW – tworzywo, MTL – metal, TKN – tkanina, SB – sprężyny bonnelowe, SF – sprężyny faliste, SP – sprężyny pocket (kieszeniowe), PR – prowadnice rolkowe, PFGV – prowadnice

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

W dalszym ciągu dominującym materiałem konstrukcyjnym jest drewno. Należy przy tym zauważyć, że pod tym oznaczeniem mogą znajdować się różne odmiany drewna, co nie zostało ujęte w analizie, aby graficzna prezentacja mogła być bardziej czytelna.

Jeśli chodzi o obszar wymiarów, drugi element parametrów produkt został zbadany pod kątem powtarzalności wymiarów. Standaryzacja wymiarów byłaby dobrym punktem wyjścia do przejścia na poziom systemowych działań optymalizujących.

Ponieważ elementy konstrukcyjne mebli firmy BRW posiadały opisane w instrukcjach dwa największe wymiary (długość i szerokość), postanowiono zbadać wskaźnikiem duplikatów – powtarzających się wymiarów elementów konstrukcyjnych. W pierwszej kolejności ustalono, że najdłuższy wymiar, z dwóch zidentyfikowanych, będzie nazwany długością, zaś drugi mniejszy, zawsze szerokością. Następnie połączono wymiary w ciąg znaków długość × szerokość (np. 800×600) i w ten sposób powstała skończona liczba rekordów, które prezentowały konkretny wymiar – w pierwszej iteracji niezależnie od materiału. Sygnał śledzenia dla stołów wyniósł 31,1% (liczba duplikatów 19 z 61). Aby zaobserwować jakościowy charakter powtarzalności przygotowano rysunek 86.



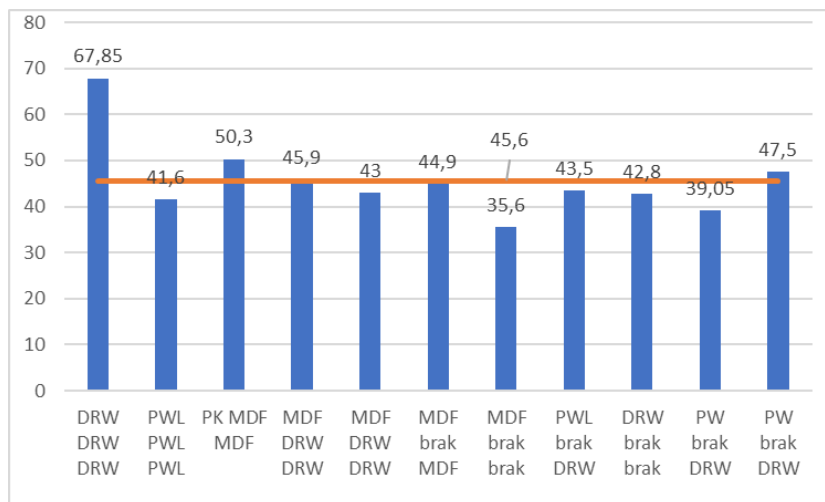
Rys. 86. Zakres powtarzalności różnorodnych wymiarów dla badanych stołów BRW

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań*

W ponad 47% przypadków dany wymiar powtórzył się dwukrotnie. W około 25% przypadków dany wymiar części konstrukcyjnych powtórzył się trzy- i czterokrotnie. W ponad 25% przypadków dany wymiar nie powtórzył się wcale. Przy tak niskim wskaźniku prezentacja dominujących wymiarów, jaka miała miejsce w przypadku mebli Wójcik, nie miała sensu.

Wskaźnik oparty o sygnał śledzący dotyczący komód wypadł z punktu widzenia logistycznej sprawności produktu jeszcze słabiej. W zasadzie, wśród badanych elementów konstrukcyjnych nie odnaleziono podobnych wymiarów (w instrukcjach nie było elementów wymiarowo podobnych), stosując opisaną wyżej metodę. Sofy, ze względu na swoją specyfikę, jako meble nie zostały objęte analizą wyników badań.

Analiza ostatniego obszaru z pierwszego kryterium parametrów produktu, modelu jego logistycznej sprawności dotyczyła wagi. Jak prezentuje rysunek 87, średnia waga badanych stołów wynosi nieco ponad 45 kg. Najwięcej, co jest logiczne, waży meble do wykonania których użyto tylko i wyłącznie drewna. Ponieważ reszta analizowanych mebli jest mieszanką materiałów drewnianych oraz różnego rodzaju pochodnych drewna np. płyt wiórowych itp., stąd waga pozostałych wyrobów jest wyraźnie niższa. Prezentowany rysunek 87, nie upoważnia do formułowania jakichkolwiek uogólnień oraz nie pozwala zauważyć, aby przedsiębiorstwo w ramach działań projektowych próbowało zastosować logikę doboru materiałów do konkretnych konstrukcji.

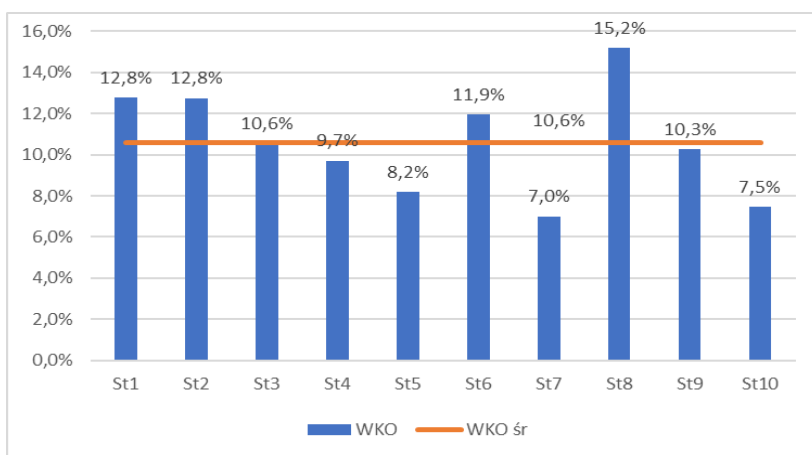


Rys. 87. Zakres różnorodnych wagi wyrobów uzależniony od materiałów wykorzystywanych do ich konstrukcji dla badanych stołów BRW

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Drugi z prezentowanych obszarów modelu logistycznej sprawności produktu, związany z właściwościami produktu, omawiany jest w tym opracowaniu tylko i wyłącznie w kontekście opakowań oraz wskaźników, które zostały zaproponowane do wykonywania analiz logistycznej sprawności produktu. Obszar opakowań wiąże się ze wskaźnikiem kompresji opakowaniowej. W tym wypadku nie było możliwości liczenia skorygowanego wskaźnika kompresji opakowaniowej (Wwo – wskaźnika wypełnienia opakowania) ponieważ z danych zawartych w instrukcji, jak pisano wcześniej, odczytać można było tylko dwa największe

wymiary, tzn. długość i szerokość<sup>340</sup>. Dlatego obliczono wskaźnik kompresji opakowaniowej dla trzech badanych grup produktów, tzn. stołów, sof oraz komód.

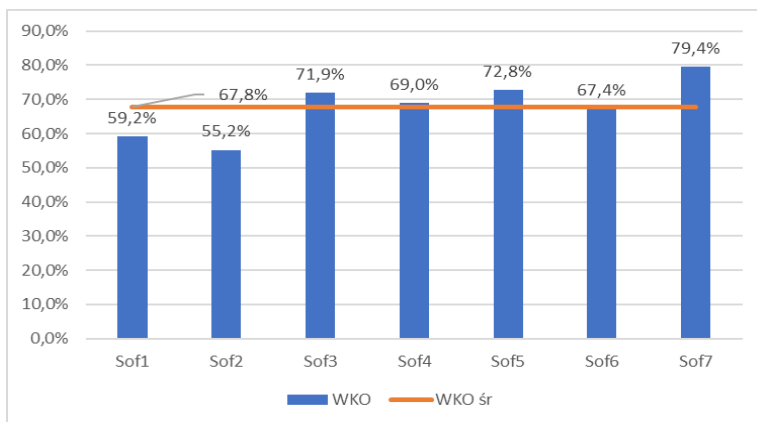


Rys. 88. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych stołów BRW

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Rysunek 88 prezentuje wskaźnik kompresji opakowaniowej dla badanej grupy stołów – średnia wartość tego wskaźnika wynosi 10,6%, co można interpretować jako dziesięciokrotne zmniejszenie kubatury wyrobu przez jego demontaż.

W przypadku badanych sof, wskaźnik kompresji opakowaniowej jest znacznie większy, co wiąże się ze specyfiką konstrukcji tego rodzaju mebli – rysunek 89.



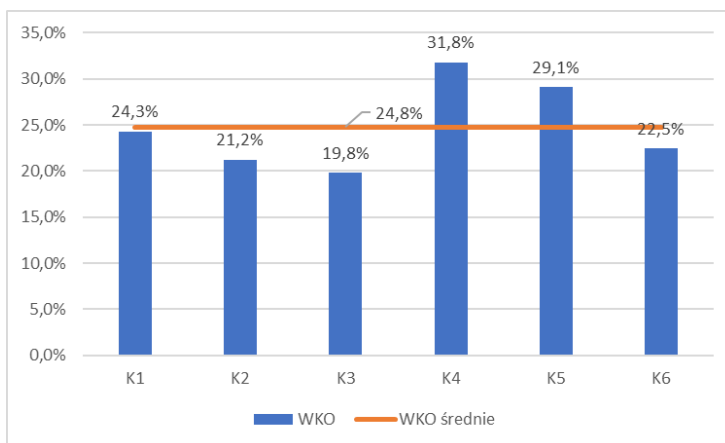
Rys. 89. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych sof BRW

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

<sup>340</sup> Teoretycznie można byłoby pokusić się o obliczenie wskaźnika wypełnienia opakowania w kontekście długości i szerokości, ale pokazywałyby on tylko czy układ elementów konstrukcyjnych w paczce ma tendencję do wykorzystania wysokości opakowań, jako buforu którym kompensuje się wypełnianie opakowań.

Jak widać na prezentowanym rysunku, średnia wartość kompresji opakowaniowej wynosi 67,8%, a minimalna kompresja opakowaniowa sof wynosi 55,2%, co jest ponad pięciokrotnie wyższą wartością niż w przypadku stołów.

Ostatnie wskaźniki kompresji opakowaniowej dotyczą komód i zostały one przedstawione na rysunku 90.

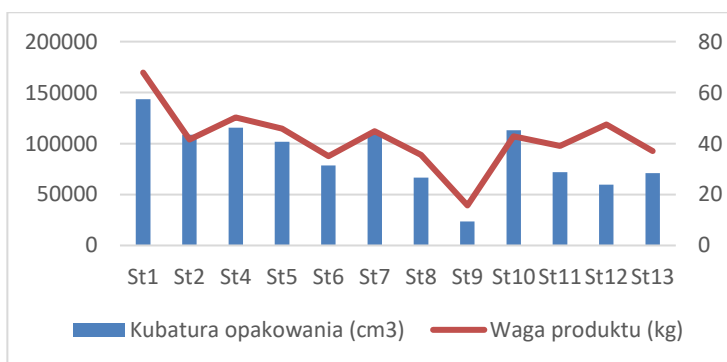


Rys. 90. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych komód BRW

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

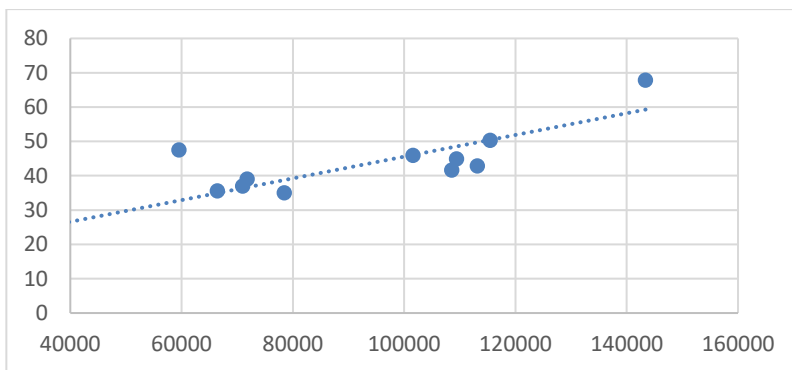
Średni wskaźnik kompresji opakowaniowej komód wynosi 24,8% przy minimalnym wskaźniku 19,8%. Komody jako wyroby finalne można osadzić między stołami a sofami w aspekcie wypełnienia kubaturowo przestrzeni, dlatego widać, że wskaźniki kompresji opakowaniowej osiągają wartości średnie – znacznie mniejsze od sof, ale jednocześnie znacznie wyższe od stołów. Posiadając wagę oraz kubaturę opakowań, można wyznaczyć także wskaźniki kubaturowo-opakowaniowe stołów, sof i komód.

Relację wagi do kubatury opakowań stołów prezentuje rysunek 91.



Rys. 91. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla stołów BRW

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.



Rys. 92. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla badanej serii stołów BRW

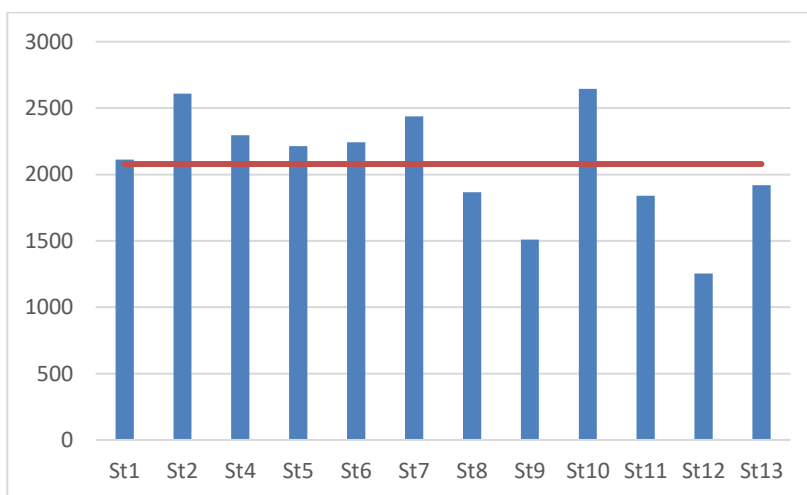
*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Wskaźnik korelacji Pearsona wyniósł 0,8485, co oznacza, że jest to grupa mebli w której występuje najsilniejsza dodatnia zależność liniowa związana z faktem, że wraz ze wzrostem wagi linowo rośnie kubatura opakowania.

Wykres wskaźnika korelacji Pearsona dla badanych stołów prezentuje rysunek 92.

W podobny sposób można pokazać wykres wskaźnika wagowo-kubaturowego, którego wartość średnia wyniosła 2078 cm<sup>3</sup>/kg, a odchylenie standardowe 421 cm<sup>3</sup>, czyli było względnie niewielkie – rysunek 93.

Ponieważ, w podobny sposób policzono pozostałe dwie grupy asortymentowe produktów, dlatego w dalszej części pracy nie będą już prezentowane wykresy, ale zostaną ujęte jedynie uzyskane wartości statystyczne.



Rys. 93. Wskaźniki wagowo-kubaturowe dla obiektów badań wraz z wartością średnią – stoły BRW

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*



Dla badanych sof wskaźnik korelacji Pearsona wyniósł 0,473. Średnia wartość wskaźnika wagowo-kubaturowego wyniosła 15068, a odchylenie standardowe wskaźnika wagowo-kubaturowego wykazało wartość obliczeniową 3054 cm<sup>3</sup>/kg.

Jeśli chodzi o te same parametry dotyczące komód to wskaźnik korelacji Pearsona wyniósł 0,66. Średnia wartość wskaźnika wagowo-kubaturowego wyniosła 2034 cm<sup>3</sup>/kg, a odchylenie standardowe wyniosło 489 cm<sup>3</sup>/kg.

Ostatni z omawianych parametrów logistycznej sprawności produktu, wiąże się z architekturą produktu, a więc: stopniem standaryzacji i modułowości, multi-funkcjonalności części oraz personalizacji produktów.

Na podstawie zgromadzonych danych udało się zbudować macierze nasycenia standaryzacją, której fragment prezentuje rysunek 94. Jak widać nasycenie poszczególnymi kolorami tabeli, nie jest zbyt wysokie, choć zdarzają się części, w ramach danych grup asortymentowych, występujące we wszystkich badanych wyrobach. Liczby pojawiając się w tabeli reprezentują ilość wykorzystanych sztuk danej części montażowej w konkretnym wyrobie finalnym.

	f51	f27	j54	n11	o28	p27	p68	z16	f5\1
S1	2	16	8	4	8	8	38	1	
S2		20		4					2
S4				4		8	28	1	2
S6		16	8		8			1	
S7									
S10		16	8		8			1	2
S11		16	8	4		8	28	1	2
S12		16	8	4	8	8		1	2
j									
	WP M6x4f	US 5X35	WP M8X3f	UP 5X20	UP 5X35	H 120	H 20	WP M6x4f	h060 f50
Sof1	4	2	2	2	4	2	4		
Sof2		8						6	2
Sof3	6				5		5		
Sof4	4			4	6				
Sof5									
i									
	C431	e3	e19	f1	f9	f25	j30	k1	l1
K1	4	16	16	16	16	8	16	8	4
K2		24	16	12			16		30
K3		3	20	25			20		35
K4				20			12		30
K5		32		30			16		25
K6			16	24			16		4

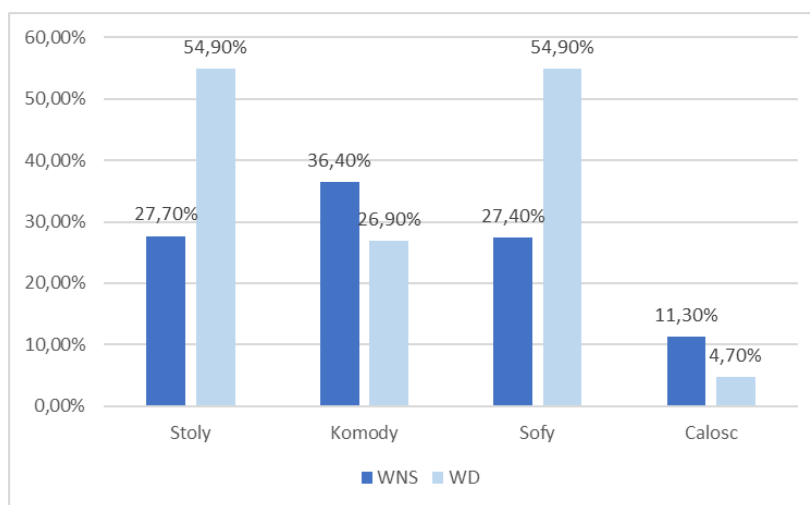
Rys. 94. Graficzna prezentacja wskaźników nasycenia standaryzacją dla stołów, sof oraz komód BRW

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Policzono dla każdej grupy asortymentowej z osobna oraz dla wszystkich grup razem także sygnał śledzenia standaryzacją (wskaźnik duplikatów – WD) oraz wskaźnik nasycenia standaryzacją (WNS) – rysunek 95.

Na rysunku 95 widać, że maksymalny wskaźnik nasycenia standaryzacją wynosi 36,4% dla komód przy stosunkowo niskim wskaźniku duplikatów. Standaryzacja części montażowych między poszczególnymi grupami produktów jest na

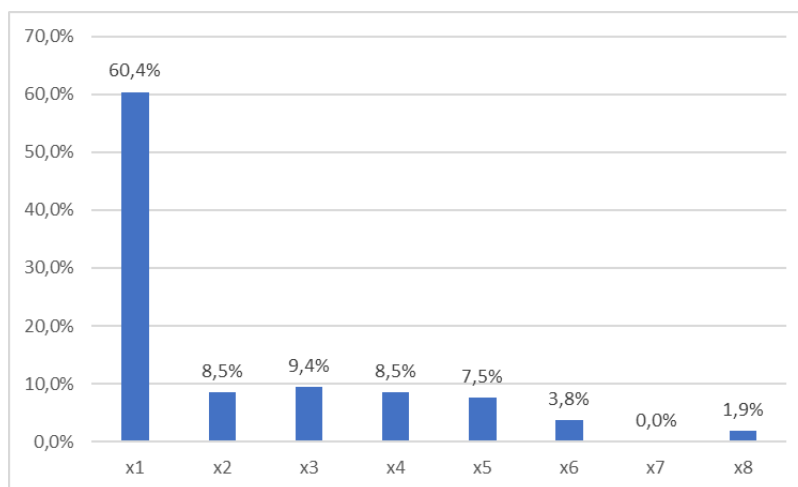
bardzo niskim poziomie (wskaźnik duplikatów 4,70%, a wskaźnik wypełnienia standaryzacją na poziomie ok. 11%).



Rys. 95. Wskaźniki duplikatów oraz nasycenia standaryzacją dla badanej grupy mebli BRW

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Potwierdzić to może także jakościowa analiza powtarzalności elementów montażowych w poszczególnych wyrobach, którą prezentuje rysunek 96.



Rys. 96. Wskaźnik powtarzalności części montażowych dla wszystkich produktów BRW

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

k1	z17	r1	r42	f1
	8	1	4	4
			4	4
				20
		1		
				16
	4		22	34
			4	20
			10	
			8	
	4		14	
	4		4	20
				16
				12
				25
				20
				30
				24

Rys. 97. Miejsce graficznej prezentacji nasycenia standaryzacją w której pojawia się wystąpienie 8x konkretnej części montażowej w wyrobach BRW

*Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.*

Ze 106 części montażowych występujących w badanych wyrobach ponad 60% części dedykowanych jest do konkretnego mebla, a więc występuje tylko jeden raz. Najwięcej, bo 8 razy, wykorzystano tylko niecałe 2% części (co stanowi dokładnie 2 takie przypadki – widoczne jest to w dokładniejszej analizie tabeli nasycenia standaryzacją – przykład fragmentu tabeli nasycenia standaryzacją – rysunek 97.

Wśród badanych produktów pojedyncze części były dedykowane konkretnym produktom według następujących wyników:

- x1 – jednokrotne pojawienie się części w stołach – 60,4%,
- x1 – jednokrotne pojawienie się części w stołach – 56,3%;
- x1 – jednokrotne pojawienie się części w komodach – 73,4%.

Tego typu wartości mogą tylko potwierdzać, że w procesie projektowania wyrobów nie zwraca się uwagi na wykorzystanie różnorodnych części montażowych i rozwiązań konstrukcyjnych między asortymentami wyrobów.

Zaprezentowane zestawienie dość obszernych wyników badań pozwoliło stworzyć zestawienie zbiorcze prezentujące główne wskaźniki modelu logistycznej sprawności produktu dla wszystkich przebadanych obiektów badań – tabela 37.

To co bezpośrednio wynika z tabeli 37, wiąże się z faktem osiągnięcia przez wszystkie serie asortymentowe wyników sprzyjających logistyce w przypadku przedsiębiorstwa referencyjnego. Zarówno korelacja wagi do kubatury, średni wskaźnik kompresji czy też wskaźnik nasycenia standaryzacją, w przypadku nie każdego asortymentu są w analizie porównawczej ekstremalne dla logistyki, ale jeśli nie są optymalne, to znajdują się one blisko wyników przedsiębiorstw podobnych branżowo.

Tabela 37. Zestawienie wybranych wskaźników modelu logistycznej sprawności produktu dla przebadanych obiektów badań

		Korelacja Wagi do Kubatury	Średni mierzni kubatury	Średni wskaźnik kompresji opakowaniowej	WD	WNS	Wskaźnik powtarzalności części	x1
IKEA	Stoły	0,6723	2836	11,0%	52,8%	8,6%	38,3%	61,7%
	Sofy	0,8153	14347	54,8%	60,0%	12,3%	23,8%	76,2%
	Komody	0,9231	2428	24,7%	60,7%	15,9%	28,6%	71,4%
	Seria Ektorp	0,9799	11347	60,7%	37,9%	65,9%	55,0%	45,0%
	Seria Vallentunum	0,9741	10863	32,8%	10,2%	90,3%	88,9%	11,1%
Wójcik	Stoły	0,2792	2672	14,1%	24,3%	34,3%	75,0%	25,0%
	Komody	0,5197	2218	28,6%	36,9%	45,6%	48,6%	51,4%
BRW	Stoły	0,8485	2078	10,6%	54,9%	27,7%	39,6%	60,4%
	Sofy	0,473	15068	67,8%	54,9%	27,4%	43,7%	56,3%
	Komody	0,66	2034	24,8%	26,9%	36,4%	26,6%	73,4%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Na uwagę zasługują serie asortymentów badane w ramach obiektu referencyjnego IKEA. Zarówno seria Ektorp, jak i seria modułowa Vallentunum szczególnie w obszarze standaryzacji pokazują trendy, do których będzie zmierzać przedsiębiorstwo referencyjne.

Należy uznać także za duży sukces rodzimych przedsiębiorstw pokrewnych branżowo fakt zbliżania się pewnych wskaźników do obiektu referencyjnego, co pokazuje, że przedsiębiorstwa te próbują podążać za dobrymi praktykami, które funkcjonują na rynku.

### 3.4. Logistyczna sprawność produktu w świetle przeprowadzonych badań – wnioski końcowe

Zaprezentowane wyniki badań obiektu referencyjnego oraz obiektów pokrewnych branżowo pozwoliły zauważyć pewne tendencje w działaniach firm co do świadomego lub nieświadomego uwzględniania logistyki i łańcucha dostaw w projektowaniu własnych wyrobów wspomagających logistykę i łańcuch dostaw.

Przyjmując model logistyki uwzględniający produkt logistycznie sprawny jako efekt wykorzystania projektowania wspomagających logistykę, należy zauważyć, że w chwili obecnej przedsiębiorstwo referencyjne oraz badane przedsiębiorstwa pokrewne branżowo nie posiadają w ofercie rozwiązań, które powinny zmierzać do „domknięcia” obiegu opartego na gospodarce cyrkularnej. Brakuje celowo zaprojektowanego i zorganizowanego układu, który umożliwiłby skuteczny odbiór i ponowne zagospodarowanie zużytych wyrobów finalnych.

Skuteczność i efektywność logistyki badanych przedsiębiorstw można jednak zaobserwować, analizując parametry produktu w ramach modelu jego logistycz-

nej sprawności. Z punktu widzenia przeprowadzonych badań pokoleniowych oraz badań obecnych wyrobów finalnych w przedsiębiorstwie referencyjnym dało się zauważyć w parametrach produktu pewne konkretne uwarunkowania, które można opisać następująco:

- w obszarze cech:
  - dążenie do wykorzystania zawężonej i ustandaryzowanej grupy surowców (np. drewno, pianka poliuretanowa, itp.);
  - dużą różnorodność wymiarowo-wagową między meblami w danym asortymencie przy jednocześnie względnie wysokim wskaźniku korelacji kubaturowo-wagowej;
- w obszarze właściwości:
  - wymiary opakowań zmienne w czasie, ale w bardzo zawężonym zakresie (relatywnie niewielka zmienność);
  - wskaźniki kompresji opakowaniowej na względnie podobnym poziomie w danej grupie asortymentowej;
- w obszarze architektury produktu:
  - wskaźniki nasycenia standaryzacją na bardzo wysokim poziomie w zakresie serii asortymentowych oraz serii asortymentowo-modułowych;
  - niewielka liczba zmian części montażowych i instrukcji obsługi w czasie;
  - nie wykryto zastosowania multifunkcjonalności części;
  - personalizacja ograniczona do kilku kolorów oraz poszerzana przez kombinację kilku kolorów między sobą;
  - tendencja do zawężania liczby możliwych wariantów do niezbędnego zdaniem przedsiębiorstwa optimum.

Zaprezentowane podsumowanie wyników badań pozwoliło zauważyć pewne ogólne tendencje w parametrach wyrobów przedsiębiorstwa referencyjnego, które miały wpływ na logistyczną sprawność produktów IKEA. Zaliczono do nich:

- stabilność w czasie wykorzystywanych materiałów konstrukcyjnych,
- w przypadku materiałów konstrukcyjnych drewnianych lub drewno-pochodnych tendencja do maksymalizacji wykorzystania drewna jako materiału odnawialnego,
- stabilność wymiarową i wagową w czasie (występują zmiany, ale w bardzo niewielkim zakresie),
- względnie wysoki wskaźnik korelacji kubaturowo-wagowej badanych asortymentów i serii mebli (co może świadczyć o ścisłej relacji między wzrostem wagi a wzrostem kubatury wynikającej z podobnego podejścia do procesów projektowania grup asortymentowych wyrobów),
- względna stabilność w czasie kubatury i wagi opakowań oraz wskaźników kompresji opakowaniowej w danych grupach asortymentowych i seriach produktów,
- względna stabilność w czasie nasycenia standaryzacją w ramach asortymentów,
- znacznie lepsze wyniki standaryzacji w przypadku serii produktów oraz serii modułowych produktów niż konkretnej grupy asortymentowej,

- słabe wyniki standaryzacji między asortymentami,
- nie zauważono w badanej próbie wykorzystania multifunkcjonalności części – wykorzystania danej części w kilku różnych zastosowaniach;
- personalizacja ograniczona do kilku wariantów, ewentualnie kombinacji między kilkoma wariantami.

Wyniki badań związanych z przedsiębiorstwami branżowo pokrewnymi zostały podsumowane tylko i wyłącznie w obszarze ogólnym pozwoliło zauważyć następujące tendencje:

- znacznie większy zakres wykorzystania płyt wiórowych – laminowanych niż drewna,
- brak standaryzacji wymiarowej i materiałowej części konstrukcyjnych (w przedsiębiorstwie referencyjnym, nie było możliwości zbadania tego wariantu),
- brak wyraźnie dominujących wymiarów w badanych grupach asortymentowych,
- znacznie mniejsze wskaźniki korelacji kubaturowo-wagowej,
- pojedyncze wskaźniki kompresji opakowaniowej lub wskaźniki dla wybranych grup asortymentowych na podobnym poziomie co przedsiębiorstwo referencyjne, ale tylko w przypadku mebli, których konstrukcja jest względnie prosta, np.: stoły,
- z racji dostępności danych było możliwe wyznaczenie wskaźników wypełnienia opakowania,
- wskaźniki standaryzacji w niektórych asortymentach zbliżone do wartości przedsiębiorstwa referencyjnego,
- podobnie jak w przedsiębiorstwie referencyjnym niski wskaźnik standaryzacji części montażowych między grupami asortymentowymi,
- brak wykorzystania multifunkcjonalności części,
- na względnie najniższym (korzystnym) z punktu widzenia logistyki poziomie we wszystkich asortymentach mebli względem analizowanych asortymentów przedsiębiorstw pokrewnych branżowo.

Zaprezentowane podsumowanie wyników prac naukowo-badawczych pozwoliło wskazać tendencje, które występują w badanych przedsiębiorstwach, ale także pozwoliły zweryfikować konkretne rozwiązania, które umożliwiają analizę wybranych parametrów produktu w ramach logistycznej sprawności produktu. W ramach tego podejścia zweryfikowano następujące wskaźniki:

- miernik kubaturowo-wagowy w obszarze cech produktów związanych z wymiarem i wagą,
- wskaźnik kompresji opakowaniowej oraz wskaźnik wypełnienia opakowania odnoszący się do obszaru właściwości produktu związanego z kubaturą opakowania,
- sygnał śledzenia standaryzacji oraz wskaźnik nasycenia standaryzacją wiąże się z grupą architektury parametrów produktu.

Wszystkie wskazane wskaźniki pozwalają zobrazować wybrane uwarunkowania logistycznej sprawności produktu.

Miernik kubaturowo-wagowy powinien stać się elementem pozwalającym ocenić stabilność procesów projektowania. Im wyższa korelacja dodatnia lub ujemna tego wskaźnika, tym ściślejsza zależność między kubaturą i wagą. W przypadku badania całej grupy asortymentowej silna korelacja (wskaźnik korelacji Pearsona bliższy wartości 1 lub -1) wskazuje stabilność kubatury do wagi obrazującą zależność liniową, w której wzrost kubatury opakowania danego produktu skutkuje wzrostem jego wagi. Stabilność tego wskaźnika (wysoki wskaźnik korelacji) jest także bardzo ważnym elementem pozwalającym planować procesy magazynowania i transportu dla danych grup asortymentowych. Odniesienie go jednak do wspomnianych procesów wymaga poszerzenia badań nad omawianym zagadnieniem.

Wskaźnik kompresji opakowaniowej jest wskaźnikiem asortymentowym, a więc pozwalającym analizować stopień „spakowania” produktu gotowego do konkretnego opakowania. Im wyższa wartość tego wskaźnika, tym w większym stopniu produkt jest zbliżony do swoich wymiarów pierwotnych. Im niższa wartość opisywanego wskaźnika tym produkt posiada mniejszą kubaturę w stosunku do wyrobu finalnego. Oznacza to, że dla procesów transportowo-magazynowych produkt zmienił swoją objętość bądź to przez wysoki stopień demontażu, bądź też przez inne zabiegi służące kompresji wyrobu finalnego, np. usunięcie powietrza (pakowanie próżniowe).

Ostatni wskaźnik dotyczący standaryzacji części montażowych pozwala ocenić stopień standaryzacji produktów. Wskaźnik duplikatów wyrażony liczbą zduplikowanych części montażowych konkretnych wyrobach finalnych, w sposób wyraźny pokazuje tendencje do wykorzystania unifikacji elementów montażowych. Wskaźnik nasycenia standaryzacją obrazuje ilościowo stopień standaryzacji pod kątem występowalności poszczególnych części montażowych w każdym produkcie. Wymaga on uszczegółowienia w postaci graficznej prezentacji wykresu nasycenia standaryzacją oraz krotności wystąpienia części we wszystkich wyrobach. W ten sposób możliwy jest pomiar wykorzystania standaryzacji zarówno w asortymentach produktowych, jak i między nimi.

Z zaprezentowanych wyników badań można wyciągnąć wnioski wiążące się z projektowaniem wspomagającym logistykę, dla badanej grupy wyrobów:

- wykorzystywanie dominujących materiałów konstrukcyjnych (najlepiej z dużym potencjałem odzysku ze zużytych wyrobów finalnych),
- wykorzystywanie w maksymalny sposób standaryzacji cech wyrobów (materiałów, wymiarów, wagi) zarówno w układzie pokoleniowym jak i w układzie produktów obecnie oferowanych na rynku,
- maksymalizacji dodatnich zależności między kubaturą i wagą opakowań produktu w obszarze właściwości – dążenie do silnej korelacji w obszarze serii, asortymentów oraz grup wyrobów,

- minimalizacja wskaźnika kompresji opakowaniowej przez możliwe na rynku rozwiązania (np. demontaż, wykorzystanie próżni itp.) minimalizujące kubaturę opakowań,
- maksymalizacja wskaźników wypełnienia opakowania,
- wykorzystanie w maksymalny sposób standaryzacji części montażowych i konstrukcyjnych w seriach, asortymentach i grupach produktów – maksymalizacja wskaźników nasycenia standaryzacją,
- optymalizowanie personalizacji wyrobów i wykorzystywanie możliwości tworzenie różnorodnych kombinacji kastomizacyjnych na ograniczonej liczbie wariantów.

Badania literaturowe, obserwacje, a także studium przypadku pozwoliły odpowiedzieć i zweryfikować zaproponowaną metodykę badań wraz z miernikami i wskaźnikami analizy i oceny wybranych obszarów logistycznej sprawności produktu. Wielowymiarowe i multidyscyplinarne analizy pozwoliły zbudować model logistyki, uwzględniający logistyczną sprawność produktu, a także zaproponować model logistycznej sprawności produktu na poziomie samego wyrobu uwzględniający trzy kluczowe parametry produktu – cechy, właściwości i architekturę.

Rozwiązania wygenerowane na podstawie wyników badań powinny sprzyjać procesom logistycznym, powinny zapoczątkować dyskusję nad omawianym zagadnieniem, a także być źródłem wiedzy dla przedsiębiorstw.



## Zakończenie

Prezentowane opracowanie stanowi ważny krok w kierunku ukazania przedsiębiorstwom produkcyjnym jak ważny jest projekt samego produktu w kontekście logistyki i łańcucha dostaw. Zakres wykorzystania narzędzi związanych z organizacją i zarządzaniem logistyką jest bowiem ograniczony i wtedy modyfikacja cech, właściwości oraz architektury produktu, stanowi ważny punkt racjonalizacji i optymalizacji procesów logistycznych. Jak pokazano w opracowaniu, optymalizacja parametrów produktu jest ściśle zależna od podatności projektowej produktu. Wydaje się, że rzeczą kluczową jest uświadomienie przedsiębiorstwom produkcyjnym faktu możliwości oddziaływania w fazie projektowej na produkt w taki sposób, aby późniejszy system logistyczny funkcjonował w możliwie optymalny sposób.

Oddziaływanie na produkt w sposób, który ma wspomagać procesy związane z logistyką i łańcuchem dostaw nazwane zostało projektowaniem wspomagającym logistykę, co wynika z tłumaczenia angielskiego pojęcia *Design for Logistics*. Rezultatem projektowania wspomagającego logistykę jest produkt logistycznie sprawny, a opis uwarunkowań takiego produktu został zawarty w koncepcji logistycznej sprawności produktu. Złożoność i multidyscyplinarność omawianego zagadnienia pokazuje, że prezentowana praca stanowi ważny początek w naukowej dyskusji nad problematyką implementacji rozwiązań konstrukcyjnych w wyrobach sprzyjających logistyce.

Prezentowane zagadnienie stanowi z pewnością oryginalne i nowatorskie ujęcie tematu. Podejście to po pierwsze doprowadza do pojęciowego uporządkowania obszaru projektowania wspomagającego logistykę w głębszej koncepcji projektowania wspomagającego doskonałość – *Design for eXcellence*, a także wprowadza pojęcie logistycznej sprawności produktu, które syntetycznie zostaje streszczone w ujęciu 5Ł (5E): łatwe zaopatrzenie (*Easy Purchase*); łatwa logistyka produkcji (*Easy Production Logistics*), łatwa dystrybucja (*Easy Distribution*), łatwy odbiór zużytych wyrobów z rynku i ponowne ich zagospodarowanie (*Easy Return of Waste Products from the Market and Reuse – Products or their Parts*), łatwość logistyki po stronie klienta (*Easy Consumer Logistics*). Na uwagę zasługuje także zaproponowanie metodyki badań logistycznej sprawności produktu oraz wskazanie narzędzi w postaci różnorodnych mierników i wskaźników, pozwalających analizować i oceniać przedstawiony obszar badań.

Całość stanowi zatem spójne i zwarte opracowanie, które powinno być ważne w dyskusji nad rolą samego produktu w procesach logistycznych w jego inżynierskim ujęciu.

Pytania badawcze postawione przed prezentowanym opracowaniem wynikały bezpośrednio z czterech luk poznawczych: teoretycznej, metodycznej, empirycznej oraz praktycznej.

Pierwsza luka teoretyczna wynikająca z niedostatecznego rozpoznania i uporządkowania pojęciowego zagadnień projektowania wspomagającego logistykę oraz łańcuch dostaw pozwoliła postawić cztery pytania badawcze.

**Na pierwsze pytanie badawcze** dotyczące zakresu i obszaru wiedzy, które powinno objąć projektowanie wspomagające logistykę pośrednio odpowiedzią jest układ pracy. Wyraźnie widać w nim, że w ramach doboru treści literaturowych odnaleźć można pojęcia związane z samym procesem projektowania i rozwoju produktu, koncepcją projektowania wspomagającego doskonałość, a także teoretycznymi zagadnieniami związanymi z funkcjonalnym i fazowym ujęciem logistyki, zagadnieniami łańcucha dostaw, także wybranymi koncepcjami zarządzania logistycznego zwieńczonymi kompleksowym zarządzaniem logistyką (TLM). W odpowiedzi na pierwsze pytanie badawcze wskazano także miejsce DfL w koncepcji projektowania wspomagającego doskonałość, jako narzędzie silnie powiązane z procesami produkcji i jakości, a więc także z projektowaniem wspomagającym wytwarzanie (DfM), montaż (DfA) oraz jakość (DfQ).

Odpowiedź na **drugie pytanie badawcze** wiązała się z budową modelu logistyki i łańcucha dostaw wykorzystującego podejście projektowania wspomagającego logistykę. Podejście to, uwzględniające wytyczne gospodarki opartej o recyrkulację, pozwoliło zaproponować model przedsiębiorstwa produkcyjnego, na którym oparto logistyczną sprawność produktu. Model ten wskazuje na konieczność uwzględnienia w wyrobie finalnym lub gotowym takich parametrów produktu (cech, właściwości, architektury), które sprzyjają i wspomagają wszystkie cztery fazy logistyczne przedsiębiorstwa oraz fazy logistyczne związane z klientem ostatecznym. Podejście to uwzględnia także opakowanie jako immanentną część produktu podlegającą także wybranym fazom logistycznym.

**Trzecie pytanie badawcze** dotyczące miejsca i roli produktu logistycznie sprawnego w koncepcji projektowania wspomagającego logistykę daje dość jednoznaczna odpowiedź. Produkt logistycznie sprawny jest rezultatem wykorzystania projektowania wspomagającego logistykę, a zakres wykorzystanych rozwiązań projektowych jest powiązany z podatnością projektową konkretnego wyrobu. Koncepcja logistycznej sprawności produktu jest więc elementem projektowania wspomagającego logistykę, wyznaczającego rozwiązania projektowe w obszarze parametrów produktu wpływające na skuteczność i efektywność procesów logistycznych w łańcuchu dostaw.

**Ostatnie pytanie badawcze (z obszaru luki teoretycznej)** ostatecznie określa model logistycznej sprawności produktu oraz jego relacje z podatnością projektową produktu. Podatność projektowa produktu definiowana jako możliwość wykonywania w produkcji zmian o obszarze cech, właściwości i architektury produktu jest tym wyższa, im zakres możliwych zmian jest szerszy. Oznacza to, że projektowanie wspomagające logistykę odnosić się będzie tylko i wyłącznie do produktów podatnych projektowo i dla nich właśnie powstał model logistycznej sprawności produktu na poziomie produktu, procesu i łańcucha dostaw.

Druga z luk poznawczych – **luka metodyczna**, miała udzielić **odpowiedzi na piąte pytanie badawcze** – w jaki sposób dobierać obiekty i badać logistyczną sprawność produktu. W prezentowanym opracowaniu zaprezentowano metodykę badań oraz analizę wyników badań, pozwalających pokazywać logistyczną sprawność produktu w ujęciu pokoleniowym (generacyjnym) oraz teraźniejszym.

Metodyka doboru obiektów badań, bazująca na swobodzie dostępu do danych pokazała narzędzie w postaci macierzy oceniające wskaźnik potencjału badawczego konkretnego przedsiębiorstwa przez pryzmat wskaźnika swobody dostępu do danych oraz potencjału badawczego parametrów produktu. Dla celowo dobranych obiektów badań, w dalszej kolejności były przygotowane specjalne tabele agregacji danych pokoleniowych. Dla produktów obecnie dostępnych na rynku zmodyfikowano w znaczny sposób tabele do zbierania danych, a obecność dodatkowych danych w wyrobach pokrewnych branżowo, poszerzyła agregacyjne tabele do zbierania danych o dodatkowe rekordy.

**Luka empiryczna**, trzecia z luk poznawczych, dotyczyła bezpośrednio wyników badań. Wiązała się ona z **szóstym pytaniem badawczym** – w jaki sposób opisać i analizować parametry produktu cechujące produkt logistycznie sprawny. Poprzez badanie względnie homogenicznych produktów pokazano wyniki badań wyrobów na przełomie czterech lat (badań pokoleniowych) oraz obecnie oferowanych na rynku. Wykorzystano do tego celu nie tylko proste histogramy prezentujące wyniki badań, ale także tabele pokazujące skumulowane wyniki badań pokoleniowych wykorzystujących symbolikę kierunku zmian oraz graficzne wykresy stopnia nasycenia standaryzacją. Całość prezentowanych rysunków wynikała z opracowanych wskaźników logistycznej sprawności produktu, wraz z ich interpretacją.

Ostatnia luka – **praktyczna**, wynikająca z niedoboru wytycznych wspomagających działy badań i rozwoju (*Research&Development* – R&D) przedsiębiorstw produkcyjnych, wspomagających projektantów wyrobów gotowych we włączaniu do projektu produktów, rozwiązań sprzyjających procesom logistycznym w łańcuchach dostaw, wiąże się nie tyle z wynikami badań, co z rekomendacjami wynikającymi z wyników przedstawionymi w rozdziale „Logistyczna sprawność produktu w świetle wyników badań – wnioski końcowe”.

Zaprezentowany model logistyki uwzględniający logistyczną sprawność produktu jak i model logistycznej sprawności produktu rozwinięty w układzie parametrów produktu ze względu na szerokość opisywanego zjawiska posiada swoje ograniczenia. Wynikają one z przynajmniej kilku bardzo ważnych uwarunkowań do których zaliczyć można:

- multidyscyplinarność naukowa mająca wpływ na opisywane zjawisko,
- różnorodność uwarunkowań procesów logistycznych oraz procesów związanych z łańcuchami dostaw,
- różnorodność wyrobów oferowanych na rynku,
- konieczność uwzględnienia podatności projektowej produktu,
- obszar pozyskiwania danych.

Pierwsze ze wskazanych ograniczeń pokazuje w wyraźny sposób konieczność zawężania i spłaszczenia opisywanego zjawiska w wielu różnorodnych aspektach naukowych. Poprzez taką dekompozycję powstał model logistyki uwzględniający logistyczną sprawność produktu bazujący na gospodarce opartej o recykulację, który w ramach swojej ogólności wydaje się być względnie oczywisty. Natomiast

model logistycznej sprawności produktu, został zminiaturyzowany do tak niewielkich rozmiarów, które z jednej strony pozwalały zweryfikować go empirycznie na opisywanych obiektach badań, z drugiej zaś strony wyłączyły szereg zagadnień np. jakościowych, ergonomicznych, produkcyjnych czy też marketingowych (tak istotnych z punktu widzenia klienta końcowego), które w naturalny sposób są wielce istotne w procesie projektowania wyrobów. Należy jednak zwrócić uwagę, że zaprezentowane praktyczne rekomendacje, które mogą wspomagać proces projektowania wspomagającego logistykę w wielu przypadkach pozytywnie mogą przysłużyć się także procesom jakościowym lub produkcyjnym jak np. postulowana standaryzacja parametrów wyrobów.

Drugie opisywane ograniczenie wiąże się z koniecznością uwzględnienia w parametrach produktu specyfikę procesów logistycznych (wynikających z funkcjonalnego podziału logistyki), a także w znacznie wyższym stopniu elementów łańcucha dostaw. Z punktu widzenia tak ogólnego modelu należy zdać sobie sprawę, że różnorodność rozwiązań związanych z łańcuchami dostaw oraz samymi procesami logistycznymi uniemożliwiłaby stworzenie jednego spójnego modelu. Tak jak w chwili obecnej trudno jest wskazać najlepsze rozwiązania logistyczne, można mówić o trendach, o kierunkach rozwoju itp., tak trudno było w modelu uchwycić elementy nowoczesnej logistyki jak choćby automatyczne systemy identyfikacji towarowej, obsługi klienta, czy też automatyzację procesów transportu, magazynowania i pakowania na każdym fragmencie łańcucha dostaw. Dlatego zaistniała konieczność maksymalnego uproszczenia modelu, aby na jego kanwie możliwe było prowadzenie szerszych prac naukowo-badawczych w obszarach wzbogacających model.

Trzecie ograniczenie modelu wiąże się ze zawężeniem ewentualnych badań do względnie homogenicznych produktów i to nie tylko branżowo, ale także i konstrukcyjnie. Nie ma bowiem możliwości porównywania produktów, których konstrukcja różni się od siebie. Model może więc być dedykowany tylko i wyłącznie grupie produktów pokrewnych asortymentowo, natomiast wyniki wszystkich analiz nie mogą być uogólniane i traktowane jako wzorce porównawcze.

Podsumowując, warto zauważyć, że cała koncepcja modelu logistycznej sprawności produktu została opisana dla produktów charakteryzujących się wysoką podatnością projektową. Eliminuje to w sposób naturalny te produkty, których podatność projektowa jest względnie niska, dedykując im rozwiązania organizacyjne i zarządcze, dzięki którym skuteczność i efektywność procesów logistycznych może wzrastać.

Ostatni wspomniany element jest związany z pozyskaniem danych według zaprezentowanej metodyki badań nad logistyczną sprawnością produktu. Dostępność i jakość danych stają się kluczowymi elementami realizacji celów badawczych. Brak zamieszczania danych o produktach w światowej sieci internet, uniemożliwia podjęcie prac badawczych według wskazanej metodyki, determinując tym samym konieczność pozyskiwania danych bezpośrednio z przedsiębiorstw.

Zakres prezentowanego opracowania nie wyczerpuje z pewnością całej problematyki związanej z projektowaniem wspomagającym logistykę, której efektem

powinny być produkty logistycznie sprawne. Jak często było to podkreślane w pracy, stanowi on próbę syntetycznego i uproszczonego ujęcia zagadnienia, które stać się powinno ważnym elementem w realizacji kolejnych badań. Celowy dobór obiektów badań, jako prostych wyrobów gotowych, umożliwił zaprezentowanie opisywanego modelu, jednocześnie pozostawiając całą sferę możliwych do kontynuacji lub też rozpoczęcia prac badawczych. Ponieważ definiowanie konkretnych badań dla tak ogólnego modelu jest niemalże nieograniczone i wynikać będzie z kreatywności badaczy, dlatego opisywanie szczegółowe kierunków badań w zasadzie jest możliwe tylko i wyłącznie dla poziomu 0 – modelu logistycznej sprawności produktu. Dla poziomu 1 – poziom procesów logistycznych oraz poziomu 2 – poziom łańcucha dostaw możliwe jest wskazanie tylko i wyłącznie ogólnych kierunków badań. Do najważniejszych propozycji wskazujących dalsze, szczegółowe kierunki badań zaliczyć można:

- włączenie do modelu logistycznej sprawności produktu uwarunkowań kształtu wyrobu finalnego i jego wpływu na procesy logistyczne,
- włączenie do modelu logistycznej sprawności produktu podatności transportowej i magazynowej jako konkretnego elementu modelu,
- włączenie do modelu elementów związanych z personalizacją produktów i jej definiowanie jej wpływu na logistyczną sprawności produktu,
- zbadanie relacji między wskaźnikiem kompresji opakowaniowej, a stopniem skomplikowania wyrobu gotowego,
- opracowanie zintegrowanego narzędzia oceny logistycznej sprawności produktu,
- weryfikacja wzbogaconego modelu logistycznej sprawności produktu na innych grupach produktów, pozwalająca uogólnić i ujednolicić ostatecznie model logistycznej sprawności produktu na poziomie 0,
- włączenie w zakres prac badawczych zużytych wyrobów finalnych oraz wyznaczenie perspektyw ich użycia w projektowaniu lub modyfikowaniu nowych produktów,
- próba wzbogacenia bazy analitycznej modelu o dodatkowe wskaźniki pomiaru logistycznej sprawności produktu.

W ramach ogólnych kierunków badań należałoby wskazać:

- przesunięcie modelu logistycznej sprawności produktu na poziom procesów logistycznych – poziom 1 i próba identyfikacji uwarunkowań funkcjonowania modelu, a także określenia relacji między parametrami produktu, a parametrami procesów logistycznych,
- wejście z modelem logistycznej sprawności produktu na poziom łańcucha dostaw – poziom 2 i poczynienie podobnych działań jak w przypadku poziomu 1 prezentowanego modelu.

Zaprezentowane kierunki prac badawczych z pewnością będą miały wpływ na zaprezentowaną metodykę badań logistycznej sprawności produktu, co powinno wzbogacić metody i narzędzia badawcze związane z opisywaną problematyką. Poszerzenie instrumentarium badawczego pozwoli poszerzyć możliwości prac naukowo-badawczych w oparciu o prezentowany model.

Dokonując ostatecznego podsumowania, prezentowane opracowanie jest oryginalne (w toku badań literaturowych nie udało się odnaleźć podobnych opracowań) i pomimo zaprezentowanych ograniczeń ustala zakres rekomendacji dla projektowania wspomagającego logistykę oraz pokazuje metodykę prac nad logistyczną sprawnością produktu. Praca stanowi wkład w dyscyplinę inżynieria produkcji, a zaprezentowane kierunki dalszych badań pokazują dość duży potencjał naukowo-badawczy opisywanego zagadnienia. Należy wyrazić nadzieję, że pomimo wielu zaprezentowanych w pracy warunków brzegowych i ograniczeń, prezentowany model przyczyni się do wzrostu konkurencyjności rodzimych przedsiębiorstw produkcyjnych, określając, jak duży wpływ ma praca projektantów na skuteczność i efektywność późniejszych procesów przepływu.

## Wykaz źródeł internetowych

1. <http://antonimy.net/>
2. <http://www.ball.com/eu>
3. <https://www.britannica.com/>
4. <https://www.brw.pl/>
5. <https://www.designsociety.org/publication/22907/LOGISTIC+PRO-FILE%3A+A+NEW+CONCEPT+FOR+INTERFACING+DESIGNERS+AND+LOGISTICIANS+IN+CONCURRENT+ENGINEERING+ENVIRONMENT>
6. <https://encyklopedia.pwn.pl/>
7. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0398&from=PL>
8. <https://www.ikea.com/pl/pl/>
9. <http://media.ericsson.pl/aktualnosci/pr/317664/konsumenci-oczekuja-od-operatorow-doswiadczen-typu-one-click>
10. <https://msis.jsc.nasa.gov/sections/section12.htm>
11. [www.sdexec.com/article/10289661/design-for-supply-chain](http://www.sdexec.com/article/10289661/design-for-supply-chain)
12. <https://sjp.pwn.pl/slowniki/>
13. <https://web.archive.org/>
14. [www.amusingplanet.com/2012/12/vert-pac-unusual-way-to-transport.html](http://www.amusingplanet.com/2012/12/vert-pac-unusual-way-to-transport.html)
15. <https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjl1srlgZbZA-hUMXSwKHwyKDv0QFggwMAE&url=https%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Ftransparency%2Fregdoc%2Frep%2F1%2F2015%2FPL%2F1-2015-614-PL-F1-1.PDF&usq=AOvVaw00LaiYyi7qCXkxSoMUigeq>
16. <https://www.meblewojcik.com.pl/>
17. <https://www.synonimy.pl/>

## Spis rysunków

Rysunek 1.	Trzy podstawowe konteksty projektowania .....	21
Rysunek 2.	Podstawowe cele działań projektowych na zmianie właściwej.....	23
Rysunek 3.	Idea projektowania wspomagającego logistykę .....	52
Rysunek 4.	Zintegrowany system logistyczny .....	53
Rysunek 5.	Hierarchiczna dekompozycja projektowania wspomagającego logistykę .....	53
Rysunek 6.	Czynniki wpływające na projektowanie produktu .....	62
Rysunek 7.	Model wpływów na produkt – relacje pomiędzy wpływem sfer funkcjonalnych produktu parametry produktu.....	65
Rysunek 8.	Zakres wpływu produktu na procesy logistyczne w ujęciu towar/informacja .....	79
Rysunek 9.	Relacje pomiędzy cechami, właściwościami i architekturą wyrobu .....	95
Rysunek 10.	Model podatności projektowej produktu w kontekście produktowych i systemowych działań projektanta .....	104
Rysunek 11.	Transport kolejowy pojazdów Verta-a-pack .....	105
Rysunek 12.	Model relacji pomiędzy podatnościami logistycznymi .....	108
Rysunek 13.	Model logistycznej podatności produktu.....	109
Rysunek 14.	Możliwe podejście do procesu projektowania produktu logistycznie sprawnego uwzględniające logistyczną podatność projektową .....	117
Rysunek 15.	Dedukcyjne podejście do projektowania produktu logistycznie sprawnego.....	118
Rysunek 16.	Potencjalne skutki wyboru wariantu optymalizacji parametrów produktu w modelu dedukcyjnym. ....	118
Rysunek 17.	Model logistyki przedsiębiorstwa produkcyjnego na którym oparto logistyczną sprawność produktu .....	121
Rysunek 18.	Model postaw przedsiębiorstwa i klienta w kontekście logistycznej sprawności produktu.....	124
Rysunek 19.	Zmiany cech opakowania ramy sofy S1 na przełomie 7 lat .....	167
Rysunek 20.	Zmiany cech (waga) opakowania ramy sofy S1 na przełomie 7 lat.....	168
Rysunek 21.	Fragment instrukcji montażu sofy S2 z 2002 roku.....	170
Rysunek 22.	Fragment instrukcji montażu krok 4, sofy EKTORP dwuosobowej z 2011 i 2015 roku .....	170
Rysunek 23.	Procentowy udział wybranych do badań obiektów po weryfikacji względem kryterium czasu IKEA.....	179
Rysunek 24.	Sumaryczna liczba części montażowych (z duplikatami) w danym asortymencie części w stosunku do sumarycznej liczby części (bez duplikatów) IKEA. ....	188
Rysunek 25.	Procentowy udział części pozostałych po usunięciu zduplikowanych elementów IKEA. ....	188



Rysunek 26. Fragment macierzy standaryzacji dla wybranych stołów, które istniały na rynku przed rokiem 2015 IKEA.....	189
Rysunek 27. Wskaźnik procentowy nasycenia standaryzacją Procentowy udział części pozostałych po usunięciu zduplikowanych elementów IKEA. ....	191
Rysunek 28. Wskaźnik procentowy powtarzalności części w danej grupie asortymentowej IKEA.....	192
Rysunek 29. Wskaźnik procentowy powtarzalności części w całej badanej grupie dla mebli oferowanych na rynku w roku 2015 i wcześniej IKEA. ....	193
Rysunek 30. Wskaźnik procentowy powtarzalności części w całej badanej grupie dla mebli oferowanych na rynku w roku 2018 IKEA.....	194
Rysunek 31. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych sof IKEA. ....	196
Rysunek 32. Porównanie wskaźników kompresji opakowaniowej dla badanych sof IKEA.....	196
Rysunek 33. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych komód IKEA.....	197
Rysunek 34. Porównanie wskaźników kompresji opakowaniowej dla badanych komód IKEA. ....	197
Rysunek 35. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych stołów IKEA. ....	198
Rysunek 36. Porównanie wskaźników kompresji opakowaniowej dla badanych stołów IKEA. ....	199
Rysunek 37. Wykaz materiałów użytych do badanej grupy stołów IKEA. ....	204
Rysunek 38. Rozkład Pareto materiałów użytych do badanej grupy stołów IKEA. ....	204
Rysunek 39. Wykaz materiałów wypełniających siedzenia i oparcia, użytych do badanej grupy sof IKEA.....	205
Rysunek 40. Wykaz materiałów konstrukcyjnych użytych do badanej grupy komód IKEA. ....	205
Rysunek 41. Relacja wagi produktów z opakowaniem do materiałów wykorzystywanych do produkcji stołów IKEA.....	206
Rysunek 42. Wskaźnik kompresji opakowaniowej w badanej grupie stołów IKEA.....	206
Rysunek 43. Wskaźnik kompresji opakowaniowej w badanej grupie sof IKEA. ....	207
Rysunek 44. Wskaźnik kompresji opakowaniowej w badanej grupie komód IKEA.....	207
Rysunek 45. Relacja kubatury opakowań do wagi stołów IKEA.....	208
Rysunek 46. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla stołów IKEA. ....	208

Rysunek 47. Wskaźniki kubaturowo-wagowe dla badanej grupy stołów IKEA. ....	209
Rysunek 48. Relacja kubatury opakowań do wagi sof IKEA .....	209
Rysunek 49. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla sof IKEA. ....	210
Rysunek 50. Wskaźniki kubaturowo-wagowe dla badanej grupy sof IKEA.....	210
Rysunek 51. Relacja kubatury opakowań do wagi komód IKEA. ....	211
Rysunek 52. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla komód IKEA. ....	211
Rysunek 53. Wskaźniki kubaturowo-wagowe dla badanej grupy komód IKEA.....	212
Rysunek 54. Wskaźnik ilościowy krotności powtarzania się części montażowych w badanej grupie stołów IKEA. ....	213
Rysunek 55. Wskaźnik ilościowy krotności powtarzania się części w badanej grupie sof IKEA. ....	213
Rysunek 56. Wskaźnik ilościowy krotności powtarzania się części w badanej grupie komód IKEA. ....	214
Rysunek 57. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla serii Ektorp IKEA.....	215
Rysunek 58. Wskaźniki wagowo-kubaturowe dla obiektów badań wraz z wartością średnią IKEA. ....	216
Rysunek 59. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanej serii sof IKEA. ....	216
Rysunek 60. Wskaźnik ilościowej krotności powtarzania się części montażowych dla badanej serii sof IKEA. ....	217
Rysunek 61. Graficzna prezentacja stopnia nasycenia standaryzacją dla badanej serii sof IKEA.....	217
Rysunek 62. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla serii Vallentuna IKEA. ....	218
Rysunek 63. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla badanej serii sof IKEA. ....	218
Rysunek 64. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanej serii sof IKEA. ....	219
Rysunek 65. Wskaźnik ilościowej krotności powtarzania się części montażowych dla badanej serii sof IKEA. ....	220
Rysunek 66. Graficzna prezentacja stopnia nasycenia standaryzacją dla badanej serii sof IKEA.....	220
Rysunek 67. Zakres wykorzystania różnorodnych materiałów dla badanych stołów WÓJCIK. ....	221
Rysunek 68. Zakres wykorzystania różnorodnych wymiarów dla badanych stołów WÓJCIK. ....	222

Rysunek 69. Zakres wykorzystania różnorodnych wymiarów związanych z szerokością dla badanych stołów WÓJCIK.....	223
Rysunek 70. Zakres wykorzystania różnorodnych wymiarów związanych z długością dla badanych stołów WÓJCIK. ....	223
Rysunek 71. Zakres wagi [kg] produktów w stosunku do stosowanych materiałów konstrukcyjnych dla badanych stołów WÓJCIK.....	224
Rysunek 72. Wyniki badań prezentujące wskaźnik kompresji opakowaniowej (Wko) odniesiony do wskaźników wypełnienia opakowania (Wwo) WÓJCIK.....	226
Rysunek 73. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla stołów WÓJCIK.....	227
Rysunek 74. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla badanej serii stołów WÓJCIK.....	227
Rysunek 75. Wskaźniki wagowo-kubaturowe dla obiektów badań wraz z wartością średnią – stoły WÓJCIK.....	228
Rysunek 76. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla komód WÓJCIK.....	228
Rysunek 77. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla badanej serii komód WÓJCIK.....	229
Rysunek 78. Wskaźniki wagowo-kubaturowe dla obiektów badań wraz z wartością średnią – komody WÓJCIK. ....	229
Rysunek 79. Procentowa częstość występowania konkretnych części w danych wymiarach dla badanych stołów WÓJCIK.....	230
Rysunek 80. Procentowa częstość występowania konkretnych części w danych wymiarach dla badanych stołów WÓJCIK.....	231
Rysunek 81. Procentowa częstość występowania konkretnych części montażowych dla badanych komód WÓJCIK. ....	231
Rysunek 82. Procentowa częstość występowania konkretnych części montażowych dla badanych stołów, komód oraz sumarycznie WÓJCIK.....	232
Rysunek 83. Procentowa częstość występowania konkretnych części montażowych sumarycznie dla badanych stołów i komód WÓJCIK. ....	233
Rysunek 84. Zakres wykorzystania różnorodnych materiałów dla badanych stołów BRW.....	234
Rysunek 85. Zakres wykorzystania różnorodnych materiałów dla badanych stołów, sof oraz komód BRW.....	234
Rysunek 86. Zakres powtarzalności różnorodnych wymiarów dla badanych stołów BRW.....	235

Rysunek 87. Zakres różnorodnych wagi wyrobów uzależniony od materiałów wykorzystywanych do ich konstrukcji dla badanych stołów BRW.....	236
Rysunek 88. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych stołów BRW.....	237
Rysunek 89. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych sof BRW.....	237
Rysunek 90. Wskaźniki kompresji opakowaniowej dla badanych komód BRW.....	238
Rysunek 91. Relacja wagi produktu do jego kubatury dla stołów BRW.....	238
Rysunek 92. Punktowy diagram korelacji dla wagi opakowań oraz ich kubatury wraz z linią trendu dla badanej serii stołów BRW.....	239
Rysunek 93. Wskaźniki wagowo-kubaturowe dla obiektów badań wraz z wartością średnią – stoły BRW.....	239
Rysunek 94. Graficzna prezentacja wskaźników nasycenia standaryzacją dla stołów, sof oraz komód BRW. ....	240
Rysunek 95. Wskaźniki duplikatów oraz nasycenia standaryzacją dla badanej grupy mebli BRW.....	241
Rysunek 96. Wskaźnik powtarzalności części montażowych dla wszystkich produktów BRW.....	241
Rysunek 97. Miejsce graficznej prezentacji nasycenia standaryzacją w której pojawia się wystąpienie 8x konkretnej części montażowej w wyrobach BRW.....	242

## Spis tabel

Tabela 1.	Fazy procesu projektowania i rozwoju produktu w aspekcie wykorzystania różnorodnych koncepcji i metod wspomagających proces projektowania i rozwoju.....	31
Tabela 2.	Główni beneficjenci elementów projektowania wspomagającego doskonałość.....	36
Tabela 3.	Trójdzielność logistyczna strategicznych postulatów projektowania wspomagającego logistykę.....	60
Tabela 4.	Relacje pomiędzy parametrami produktu oraz ich elementami.....	76
Tabela 5.	Model wpływu parametrów produktu finalnego na procesy wynikające z funkcjonalnego podziału logistyki.....	76
Tabela 6.	Model relacji pomiędzy parametrami produktu, a fazowym podziałem logistyki.....	77
Tabela 7.	Model relacji pomiędzy wytycznymi DFL, a fazowym podziałem logistyki.....	78
Tabela 8.	Model wpływu wytycznych DfL na funkcjonalny podział logistyki.....	80
Tabela 9.	Różnorodność celów i zasadności procesów logistycznych w kontekstach konsumenta ostatecznego i przedsiębiorstwa produkcyjnego.....	82
Tabela 10.	Relacje pomiędzy rodzajem dóbr podlegających przepływowi a fazowym ujęciem logistyki.....	94
Tabela 11.	Kontekst zmian zależnych od stopnia podatności projektowej produktu.....	106
Tabela 12.	Przykład zastosowanie metody porównania parami dla cech produktu.....	107
Tabela 13.	Model logistycznej sprawności produktu w kontekście parametrów produktu z punktu widzenia przedsiębiorstwa.....	116
Tabela 14.	Zachowania konsumentów w aspekcie logistyki.....	124
Tabela 15.	Model logistycznej sprawności produktu w kontekście parametrów produktu z punktu widzenia klienta.....	126
Tabela 16.	Klasyfikacji metod badawczych w zależności od kluczowych celów badawczych oraz zadawanych pytań.....	138
Tabela 17.	Przykładowe obliczenia wskaźnika relacji danych do parametrów produktu w badaniach nad logistyczną sprawnością produktu.....	149
Tabela 18.	Przykład zagregowanej tabeli pozyskiwania danych do oceny potencjału badawczego.....	150
Tabela 19.	Przykładowa ocena potencjału badawczego obiektu badań.....	151
Tabela 20.	Relacje danych do parametrów produktu w badaniach nad logistyczną sprawnością produktu przedsiębiorstwa referencyjnego.....	160

Tabela 21. Zagregowana tabela jakości danych oraz swobody do ich dostępu dla przedsiębiorstwa referencyjnego.....	160
Tabela 22. Ocena potencjału badawczego referencyjnego obiektu badań .....	161
Tabela 23. Wstępna ocena potencjału badawczego przedsiębiorstw pokrewnych branżowo w stosunku do obiektu referencyjnego bazująca na stronach internetowych z dnia 18.03.2017 zweryfikowanego 27.08.2018 .....	162
Tabela 24. Zagregowana tabela pozyskiwania danych dla obiektów badań branży pokrewnej co przedsiębiorstwo referencyjne.....	163
Tabela 25. Wyniki ocen potencjałów badawczych dobranych obiektów badań .....	164
Tabela 26. Wyniki ocen potencjałów badawczych wybranych mebli.....	167
Tabela 27. Porównanie części montażowych z instrukcji z roku 2011 oraz 2018 .....	168
Tabela 28. Wyniki ocen potencjałów badawczych dobranych obiektów badań .....	169
Tabela 29. Tabela do zbierania danych dotyczących parametrów produktu z przełomu kilku lat.....	172
Tabela 30. Docelowa grupa obiektów badań IKEA.....	178
Tabela 31. Skumulowane wyniki badań nad parametrami produktów z kategorii sofy na przełomie minimum 3 lat dla firmy IKEA. ....	181
Tabela 32. Skumulowane wyniki badań nad parametrami produktów z kategorii komody na przełomie minimum 3 lat dla firmy IKEA .....	183
Tabela 33. Skumulowane wyniki badań nad parametrami produktów z kategorii stoły na przełomie minimum 3 lat dla firmy IKEA.....	186
Tabela 34. Tabela zawierająca dane i obliczenia dotyczące wskaźnika kompresji dla sof, które istniały na rynku przed rokiem 2015 IKEA. ....	195
Tabela 35. Tabelaryczne zestawienie obiektów badań dla wszystkich trzech badanych przedsiębiorstw.....	203
Tabela 36. Wartości średnie analizowanych wskaźników WÓJCIK. ....	226
Tabela 37. Zestawienie wybranych wskaźników modelu logistycznej sprawności produktu dla przebadanych obiektów badań .....	243

## Załączniki

Załącznik. 1. Ocena potencjału badawczego obiektu badań z branż pokrewnych z przedsiębiorstwem referencyjnym.

BRW					Potencjał badawczy relacji parametr/dana								
Swoboda dostępu do danych	PBPP				1	3	1	1	1	3	3	1	3
	FID (1)	LK (2)	FID x LK	WSD	C1	C2	C3	W1	W2	W3	A1	A2	A3
D1	2	3	6	3	9	9				9	9		
D2		3	6	3						3	3		3
D3		3	6	3	3			3	3	3			
D4		2	4	3	9			9	9	9	9	9	9
D5		3	6	3		3	3	3	3	3			
D6		3	6	3	3	3						3	3
<b>Częściowe wskaźniki potencjału badawczego parametru WPBP</b>					<b>72</b>	<b>135</b>	<b>9</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>243</b>	<b>216</b>	<b>36</b>	<b>135</b>
<b>Wskaźnik Potencjału Badawczego (WPB) = SUMA WPBP</b>					<b>936</b>								
FORTE					Potencjał badawczy relacji parametr/dana								
Swoboda dostępu do danych	PBPP				1	3	1	1	1	3	3	1	3
	FID (1)	LK (2)	FID x LK	WSD	C1	C2	C3	W1	W2	W3	A1	A2	A3
D1	1	2	2	1	9	9				9	9		
D2		2	2	1						3	3		3
D3		2	2	1	3			3	3	3			
D4		1	1	1	9			9	9	9	9	9	9
D5		1	1	1		3	3	3	3	3			
D6		1	1	1	1	1						1	1
<b>Częściowe wskaźniki potencjału badawczego parametru WPBP</b>					<b>22</b>	<b>39</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>81</b>	<b>66</b>	<b>10</b>	<b>39</b>
<b>Wskaźnik Potencjału Badawczego (WPB) = SUMA WPBP</b>					<b>290</b>								
WÓJCIK					Potencjał badawczy relacji parametr/dana								
Swoboda dostępu do danych	PBPP				1	3	1	1	1	3	3	1	3
	FID (1)	LK (2)	FID x LK	WSD	C1	C2	C3	W1	W2	W3	A1	A2	A3
D1	2	3	6	3	9	9				9	9		
D2		3	6	3						3	3		3
D3		3	6	3	9			9	9	9			
D4		2	4	3	3			3	3	3	3	3	3
D5		2	4	3		9	9	9	9	9			
D6		2	4	3	1	1						1	1
<b>Częściowe wskaźniki potencjału badawczego parametru WPBP</b>					<b>66</b>	<b>171</b>	<b>27</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>297</b>	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>63</b>
<b>Wskaźnik Potencjału Badawczego (WPB) = SUMA WPBP</b>					<b>906</b>								

Źródło: opracowanie własne.

Załącznik 2. Wyniki badań nad parametrami produktu na przełomie minimum 3 lat dla sofy 1 – S1 (EKTORP) – IKEA.

STARY PRODUKT				EKTORP				NOWY PRODUKT					
Cena	699,99 zł	Liczba warantów:	15	Nazwa produktu	09875803 / 19129183	Liczba warantów:	9	Cena	1 099,00 zł	Liczba warantów:	03.09.2018	Cena	1 099,00 zł
UŁZ dnia	18.06.2012	ID produktu	15	ID produktu	09875803 / 19129183	UŁZ dnia	03.09.2018	UŁZ dnia	03.09.2018	UŁZ dnia	03.09.2018	UŁZ dnia	03.09.2018
Parametry opakowania cm lub kg	Op 2	Dane opakowań	Nazwa części głównych	Materiały				Op 1	Dane opakowań	Op 2	Parametry opakowania		
	59	37	Pokrycie	100% bawełna	Strowce i materiały części głównych				202	C	37	cm lub kg	
	11	40	Rama	Płta pleśniawa, wodoodporna płta włóknowa, sklejka, Pianka poliuretanowa 20 kg/m <sup>3</sup> , Pianka poliuretanowa 25 kg/m <sup>3</sup> , watałna poliestrowa, Lina sosna, Tekturna	65% poliestr, 35% bawełna				88	S	37		
	5,2	56,2	Oparcie	watałna poliestrowa, włókna podprópleniowa, Pianka poliuretanowa o wysokiej sprężystości (zimna pianka) 35 kg/m <sup>3</sup> , 30% ciężej pianki poliuretanowej/70% włókien poliestrowych, włókna poliestrowe	Pianka poliuretanowa 20 kg/m <sup>3</sup> , nie dźwięno, Pianka poliuretanowa 25 kg/m <sup>3</sup> , watałna poliestrowa, Tekturna				43	W	9		
Wymiar produktu cm	Waga sumaryczna	61,4	Stopki	Brak danych	Brak danych				65,3	Waga	5,21	Wymiar produktu cm	
	D	179	Oparcie	Brak danych	Brak danych				179	D	66,51	Wymiar produktu cm	
	S	88	Stopki	Brak danych	Brak danych				88	S	88	Wymiar produktu cm	
	W	88	Stopki	Brak danych	Brak danych				88	W	88	Wymiar produktu cm	
Części montażowe				Części montażowe				Części montażowe					
Instrukcja z dnia	01.01.2009	Id części montażowej	100837	Liczba sztuk	6	Id części montażowej	100837	Instrukcja z dnia	25.11.2016	Id części montażowej	25.11.2016	Instrukcja z dnia	25.11.2016
ID Instrukcji	AA-449313-3	110439	110439	Liczba sztuk	2	110439	110439	ID Instrukcji	AA-449313-7	110439	110439	ID Instrukcji	AA-449313-7
Multifunkcyjność				Multifunkcyjność				Multifunkcyjność					
Nie odnotowano				Nie odnotowano				Nie odnotowano					
Personalizacja				Personalizacja				Personalizacja					
Wybor jednego z 14 warantów pokrowca				Wybor jednego z 14 warantów pokrowca				Wybor jednego z 9 warantów pokrowca					
URL: <a href="https://web.wichie.com/web/2012/06/18/123228">https://web.wichie.com/web/2012/06/18/123228</a> <a href="https://www.ikea.com/801/pl/catalog/products/09875803">https://www.ikea.com/801/pl/catalog/products/09875803</a>				URL: <a href="https://www.ikea.com/801/pl/catalog/products/09875803">https://www.ikea.com/801/pl/catalog/products/09875803</a>				URL: <a href="https://www.ikea.com/801/pl/catalog/products/19129183">https://www.ikea.com/801/pl/catalog/products/19129183</a>					

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze stron www wg. adresów i dat zawartych w prezentowanej tabeli.



Załącznik 3. Wyniki badań nad parametrami produktu na przełomie minimum 3 lat dla komody 1 – K1 (BRIMNES) – IKEA.

STARY PRODUKT				BRIMNES				NOWY PRODUKT					
Cena	299,99 zł	Liczba wariantów:	1	Nazwa produktu	80218024/80218024	Liczba wariantów:	2	Cena	279 zł	Liczba wariantów:	04.08.2018	URL:	
Urządzenia		Op 2		ID produktu		Op 1		Urządzenia		Op 1		Op 2	
1	lb kg	Date opakowań	51	Materiały	Surowicze i materiały części głowiczych	Date opakowań	51	Nazwa części głowiczych	Panel Górny / Panel Boczny / Tył	Date opakowań	52	Op 2	1
		W				W							
Parametry opakowania cm	lb kg	Waga	34	Płyna wiórowa, folia, tworzywo ABS, folia akrylowa, folia, płyta pilśniowa	Płyna wiórowa, folia, tworzywo ABS, folia akrylowa, folia, płyta pilśniowa	Waga	35,2	Szaflada	Szaflada	Waga	35,2	Wymiar	35,2
		Waga samyjszyna	34			Waga samyjszyna	35,2						
Wymiar	cm	D	78	Płyna wiórowa, folia, tworzywo ABS (kopolimery akrylonitrylu, butadienu i styrenu), Płyna pilśniowa, szkło hartowane	Płyna wiórowa, folia, tworzywo ABS, szkło hartowane	D	78	Uchwyt	Uchwyt	D	41	Instrukcja z dnia	ID Instrukcji
		W	41			W	41						
Części montażowe	Części montażowe	W	95	Ity bak lub brzoza, farba	Bak, dymch	W	95	Id części montażowej	Id części montażowej	W	95	Instrukcja z dnia	ID Instrukcji
		D	78			D	78						
Instrukcja z dnia	ID Instrukcji	25.06.2012	AA-559620-3	Liczba sztuk	Liczba sztuk	11.09.2017	AA-2053155-1	110519	110519	11.09.2017	AA-2053155-1	110519	110519
		AA-559620-3	AA-559620-3			AA-2053155-1	AA-2053155-1						
Multifunkcyjność	Multifunkcyjność	Nie odnotowano											
		Nie odnotowano											
Personalizacja	Personalizacja	Personalizacja											
		Nie odnotowano											
URL:	URL:	https://www.ikea.com/80218024/80218024/											
		https://www.ikea.com/80218024/80218024/											

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze stron www wg. adresów i dat zawartych w prezentowanej tabeli.











## Bibliografia

1. Abt S., *Systemy logistyczne w gospodarowaniu. Teoria i praktyka logistyki*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1997.
2. Agarwal A., Shankar R., Tiwari M.K., *Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach*, European Journal of Operational Research, Vol. 173, 2006.
3. *Architecture*, Hewlett-Packard Journal, Vol. 45, No. 1, February 1994.
4. Ashby M., Jones D., *Engineering materials 1. An Introduction to their Properties and Applications*, Butterworth-Heinemann, Oxford-Wattham 2012.
5. Batalha G., *Design for X – design for excellence*, Scientific International Journal of the World Academy of Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 6 (12), 2012.
6. Becker J.M.J., Wits W.W., *A Template for Design for eXcellence (DfX) Methods*, [w:] Abramovici M., Stark R. (eds.), *Smart Product Engineering. Lecture Notes in Production Engineering*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2013.
7. Beier F., Rutkowski K., *Logistyka*, Wydawnictwo SGH, Warszawa, 2004.
8. Bendkowski J., *Logistyka. Pisanie pracy dyplomowej, kwalifikacyjnej. Zasady pisanania, studia przypadku*, Politechnika Śląska, Gliwice, 2015.
9. Bendkowski J., *Projektowanie procesów i operacji logistycznych – wybrane problemy*, Zeszyty Naukowe. Organizacja i zarządzanie, zeszyt 101, Politechnika Śląska, Gliwice 2017, ss.23-29.
10. Bendkowski J., Kramarz M., *Logistyka stosowana. Metody, techniki, analizy, cz. 1*, Politechnika Śląska, Gliwice, 2011.
11. Bendkowski J., *Logistyka produkcji procesowo zorientowanych heterogenicznych systemów produkcyjnych. W kierunku nowego paradygmatu*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie nr 70/2014, Gliwice, 2014, s. 48.
12. Bielecki M., *The influence of a logistically efficient product on the logistics of a manufacturing enterprise*, Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Tome XI, ss.175-180, 1/2013.
13. Bielecki M., *Conditions of a Logistically product in the context of a Small Manufacturing Enterprises (SME)*, Rozdział monografii, ed. Grzybowska K., Golińska P., *Logistics. Selected logistics problems and solutions*, Publishing House of Poznan University of Technology, Poznań 2011.
14. Bielecki M., Galińska B., *The concept and principles of Total Logistics Management in a manufacturing company*, Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management, Faculty of Economics in Osijek, Osijek, Croatia 2017.
15. Bielecki M., *Produkt logistycznie sprawny w małych przedsiębiorstwach produkcyjnych*, Czasopismo Gospodarka Materiałowa i Logistyka, 11/2011 roku, ss.2-4, PWE, Warszawa 2011.
16. Bielecki M., Szymonik A., *The impact of logistics Security conditions on the logistical efficiency of the product*, Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering – Online supplement of the Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Fascicule 1, Jan-Mar 2015.
17. Bielecki M., *The influence of a logistically efficient product on the logistics of a manufacturing enterprise*, Annals of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering”, Vol. 6, ss.175-180, 2013.

18. Bielecki M., *Transport processes of the small manufacturing enterprises (sme) in the context of logistically efficient product*, Research in Logistics & Production 3/2013, Politechnika Poznańska, Poznań 2013.
19. Bielecki M., Hanczak M., *Mass customization as one of the key elements of logistic efficiency of a product*, Acta technica corviniensis – Bulletin of Engineering, Fascicule 3/2016.
20. Blaik P., *Logistyka*, PWE, Warszawa 2001.
21. Blicharski M., *Wstęp do inżynierii materiałowej*, WNT, Warszawa 2006.
22. Bockman K.M, Tabar A., Erturk E., Giles R., Schwiebert W., *HP DeskJet 1200C Printer Architecture*, Hewlett-Packard Journal, Vol. 45, No. 1, February, ss. 56-65,1994.
23. Bogdanowicz S., *Podatność. Teorie i zastosowanie w transporcie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.
24. Bojar W., Rostek K., Knopik L., *Systemy wspomagania decyzji*, PWE, Warszawa, 2014.
25. Booker J.D., *Industrial Practice in Designing for Quality*, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 20, No. 3, ss. 288-203, 2003.
26. Boothroyd G., Alting L., *Design for Assembly and Disassembly*, Keynote Paper, CIRP Annals – Manufacturing Technology 41 (2), ss. 625-635, 1992.
27. Boothroyd G., Dehurst P., Knight W., *Product Design for Manufacture and Assembly, Third Edition*, CRC Press Taylor&Francis Group, Boca Raton – London – New York 2011.
28. Boothroyd G., Dewhurst P., *Product Design and Assembly, Designer Handbook*, University of Massachusetts, Dept. of Mechanical Engineering 1983.
29. Brettel M., Friederichsen N., Keller M., Rosenberg M., *How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective*, Journal Mechanical Industrial Science Engineering; Vol. 8 (1), ss. 37-44, 2014.
30. Brzeziński M. (red.), *Organizacja i sterowanie produkcją*, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa, 2002.
31. Bukowski L., Feliks J., *Multi-dimensional concept of supply chain resilience*, Electronic Proceedings Carpathian Logistics Congress 2012, Jeseník, Czech Republic, TANGER Ltd, 2013.
32. Bukowski L., Feliks J., *Multi-dimensional concept of supply chain resilience*, Proceedings of Carpathian Logistics Congress, 2012.
33. Bukowski L., *Total Logistics Management – istota koncepcji Kompleksowego Zarządzania Logistycznego*, Logistyka, Logistyka – nauka 4/2014, ss. 1707-1708, 2014.
34. Cappelli F., Delogu M., Pierini M., Schiavone F., *Design for disassembly: a methodology for identifying the optimal disassembly sequence*, Journal of Engineering Design, Vol. 18, No. 6, ss. 563-575, 2007.
35. Chang T-Ch., Wysk R., Wang H-P., *Computer-Aided Manufacturing*, 3rd Edition, Pearson Education, New York 2005.
36. Chiu M.-C, Okudan G., *Investigation of the Applicability of Design for X Tools during Design Concept Evolution: A literature review*, International Journal of Product Development, Vol. 13, No. 2, ss. 132-167, 2011.
37. Chlebus E., *Inżynieria produkcji: innowacje i technologie przyszłości*, Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Politechniki Wrocławskiej, Politechnika Wroclawska, Wrocław 2011.



38. Christopher M., *Logistics & Supply Chain Management – 5th Edition*, Pearson Education Limited, 2016.
39. Christopher M., *The Agile Supply Chain. Competing in Volatile Markets*, Industrial Marketing Management 29(1), ss. 38-39, 2000.
40. Christopher M., Peck H., *Building the Resilient Supply Chain*, International Journal of Logistics Management, Vol. 15, No. 2, ss. 2-3, 2002.
41. Ciesielski M. (red.), *Zarządzanie łańcuchami dostaw*, PWE, Warszawa 2011.
42. Coyle J.J., Bardi E.J., John-Langlej J., *Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective – 7th Edition*, South-Western/Thomson Learning, 2003.
43. Daetz D., *The effect of product design on product quality and product cost*, Quality Progress, Jun. 1987, ss. 40-44.
44. Deuse J., Konrad B., Bohnen F., *Renaissance of Group Technology: Reducing Variability to Match Lean Production Prerequisites*, Proceedings 7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control International, Federation of Automatic Control, Saint Petersburg, Russia 2013.
45. Dietrych J., *System i konstrukcja*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1985.
46. Dobrzański L.A., *Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2006.
47. Dolgui A., Proth J.M., *Supply Chain Engineering: useful methods and techniques*, Springer Science & Business Media, 2010.
48. Dowlatshahi S., *A modelling approach to design of integrated facilities*, International Journal of Production Research, Vol. 32, Issue 6, 1994.
49. Dowlatshahi S., *The role of logistics in concurrent engineering*, International Journal of Production Economics, Vol. 44, ss. 189-199, 1996.
50. Duda J. (red.), *Formalny opis projektowania w strukturze systemu wytwarzania*, [w:] Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji. T. 1, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2017, ss. 723-733.
51. Duda J., *Zarządzanie rozwojem wyrobów w ujęciu systemowym*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2016.
52. Duda J., *Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie wiedzą*, [w:] Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. T. 2*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2015, ss. 60-74.
53. Dul J., Hak T., *Case Study Methodology in Business Research*, Butterworth-Heinemann, Oxford 2008.
54. Durlik I., *Inżynieria Zarządzania*, Wydawnictwo Naukowe Matczewski Published, Katowice 1993.
55. Durlik I., *Inżynieria zarządzania*, Agencja Wydawnicza Placet, Gdańsk 2005.
56. Durlik I., Santarek K., *Inżynieria zarządzania III. Naukowe, techniczne i inwestycyjne przygotowanie produkcji wyrobów wysokiej techniki*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2016.
57. Eisenhardt K., *Building Theories from Case Study Research*, Academy of Management Review, Vol. 14, No. 4, ss. 532-550, 1998.
58. Elram L., *The use of the case study method in Logistics Research*, Journal of Business Logistics, Vol. 17, No. 2, ss. 93-138, 1996.
59. *Encyklopedia gospodarki materiałowej*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1989.
60. Fabrycky W.J., *Designing for the Life-cycle*, Mechanical Engineering, 01/1987, ss. 72-74, 1987.

61. Fazio T., Rhee S., Whitney D., *Design-Specific Approach to Design for Assembly (DFA) for Complex Mechanical Assemblies*, IEEE transactions on robotics and automation, Vol. 15, No. 5, 10/1999, ss. 869-881, 1999.
62. Fertch M. (red.), *Słownik terminologii logistycznej*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2006.
63. Ficoń K., *Procesy logistyczne w przedsiębiorstwie*, Impuls Plus Consulting, Gdynia 2001.
64. Fiksel J.R., *Design for Environment: Creating Eco-Efficient Product and processes*, McGraw-Hill, New York 1996.
65. Flyvbjerg B., *Five Misunderstandings About Case-Study Research*, Qualitative Inquiry, Vol. 12, No. 2, ss. 219-245, 2006.
66. Foo G., Clancy J.P., Lindemunder Ch.R., Kinney L.E., *Design for material logistics*, AT&T Technical Journal, May-June/1990, ss. 61-76, 1990.
67. Garg A., *An Application of Designing Products and Processes for Supply Chain Management*, IIE Transactions, Vol. 31, No. 5, ss. 417-429, 1999.
68. Gasparski W. (red.), *Projektowanie. Elementy wiedzy o projektowaniu*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1988.
69. Gasparski W., *Projektowanie. Konceptyjne przygotowanie działań*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1978.
70. Gawlik J., Harasymowicz J., *Wybrane zagadnienia z organizacji gospodarki narzędziowej*, Politechnika Krakowska, Kraków, 1984.
71. Goldsby T., Griffis E., Roath A., *Modeling Lean, Agile, and Leagile Supply Chain Strategies*, Journal of Business Logistics, Vol. 27, No. 1, ss. 58-80, 2006.
72. Gołębska E., (red.), *Kompendium wiedzy o logistyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań 2001.
73. Grębosz M., Grębosz M., *Wspomaganie komputerowe w zarządzaniu cyklem życia produktu*, Mechanik Nr. 7, ss. 694, 2016.
74. Hamrol A., *Zarządzanie i inżynieria jakości*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.
75. Hamrol A., Zymonik Z., *Zarządzanie jakością*, [w:] Knosala R., (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2017.
76. Harrison A., van Hoek R., *Zarządzanie logistyką*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.
77. Hau L. Lee, Schmidt G., *Using Value Chains to Enhance Innovation*, Production & Operations Management, 4/2017, Vol. 26, Issue 4, ss. 617-632, 2017.
78. Hau L. Lee, *The Triple-A Supply Chain*, Harvard Business Review. October 2004.
79. Ishii K., Adler R., Barkan P., *Application of design compatibility analysis to simultaneous engineering*, Artificial Intelligence in Engineering Design and Manufacturing, AI EDAM, 02/1988, Vol. 2, Issue 1, ss. 53-65, 1988.
80. Jałowiec T. (red.), *Towaroznawstwo dla logistyki. Wybrane problemy*, Difin, Warszawa 2011.
81. Jones D.T., Hines P., Rich N., *Lean Logistics*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 27 ISS 2/4 ss. 153-156, 1997.
82. Kano N., Seraku N., Takahashi F., Tsjui S., *Attractive quality and must be quality. Hinshitsu*, The Journal of the Japanese Society for Quality Control, Vol. 14 (2), ss. 39-48, 1984.

83. Kaski T., Heikkilä J., *Measuring Product Structures to Improve Demand-Supply Chain Efficiency*, International Journal of Technology Management, Vol. 23, No. 6, ss. 578-598, 2002.
84. Keoleian G., *Application of life cycle assessment to design*, Journal of Cleaner Production, Vol. 1, No. 3-4, ss. 143-149, 1993.
85. Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S. (red.), *Logistyka*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2009.
86. Kisperska-Moroń D. (red.), *Pomiar funkcjonowania łańcuchów dostaw*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2006.
87. Knosala R. (red.), *Inżynieria produkcji. Kompendium wiedzy*, PWE, Warszawa 2017.
88. Koliński A., *Przegląd metod i technik oceny efektywności procesu produkcyjnego*, Logistyka, 5/2011, Logistyka – nauka, ss. 1085, 2011.
89. Komitet Inżynierii Produkcji, *Istota inżynierii produkcji*, Polska Akademia Nauk, Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa 2012.
90. Korzeniowski A. (red.), *Magazynowanie towarów niebezpiecznych, przemysłowych i spożywczych*, ILiM, Poznań, 2006.
91. Koszewska M., Bielecki M., *Product circularity performance and consumer attitude and as key determinants of the effective implementation of the circular economy model. The case of furniture industry*, artykuł zgłoszony na XXI IGWT Sympozjum – Sustainability, Quality and Innovation: A Global View of Commodity Sciences, Roma Tre University, Italy, 2018 (oczekuje na wydanie).
92. Kotarbiński T., *Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauki*, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków 1961.
93. Kotler Ph., *Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola*, Gebethner i Ska, Warszawa 1994.
94. Kotler Ph., *From mass marketing to mass Customization*, Planning Review, Vol. 17, Issue: 5, ss. 10-47, 1989.
95. Kotler Ph., *Marketing*, Dom Wydawniczy REBIS, Poznań, 2005.
96. Kucińska-Landwójtowicz A., Jurczyk-Bunkowska M., *Znaczenie innowacji w opakowaniach jednostkowych w podnoszeniu konkurencyjności wyrobów*, [w:] Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji T. 1*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2015, ss. 88-89.
97. Kujala S., *User studies: a practical approach to user involvement for gathering user needs and requirements*. Acta Polytechnica Scandinavica, Helsinki University of Technology, ss. 17-18, 2002.
98. Kuo T., *Disassembly sequence and cost analysis for electromechanical products*, Robotics and Computer-integrated Manufacturing, Vol. 16, No. 1, ss. 43-54, 2000.
99. Kuo T.C., Hong-Chao Zhang, *Design for Manufacturability and Design for "X": Concepts, Application, and Perspectives*, Proceedings International Electronics Manufacturing Technology Symposium, IEEE/CPMT, Computers & Industrial Engineering, 10/2001, Vol. 41, Issue 3, ss. 447-448, 2001.
100. Lai-Kow Ch., Ming-Lu W., *Quality function deployment: A literature review*, European Journal of Operational Research 143, ss. 463-497, 2002.
101. Lambert D.M., *Supply chain management: processes, partnerships, performance*, Supply Chain Management Institute, 2008.
102. Lamothe J., Hadj-Hamou, Aldanondo M., *An Optimization Model for Selecting a Product Family and Designing Its Supply Chain*, International Journal of Operational Research, Vol. 169, No. 3, ss. 1030-1047, 2006.

103. Lehto J., Harkonen J., Haapsasalo H., Belt P., Mottonen M., Kuvaja P., *Benefits of DfX in Requirements Engineering*, Technology and Investment, Vol. 2, ss. 27-37, 2011.
104. Lenort R., *Production logistics concepts and systems: potential for use in metallurgical and waste processing companies*, AGH University of Science and Technology Press, Krakow 2010.
105. Levitt T., *Marketing Success Through Differentiation—of Anything*, Harvard Business Review, Vol. 58, Issue 1, ss. 83-91, 1980.
106. Lewandowski J., Skołod B., Plinta D., *Organizacja systemów produkcyjnych*, PWE, Warszawa 2014.
107. Lewandowski M., *Designing the Business Models for Circular Economy-Towards the Conceptual Framework*, Sustainability (2071-1050), 8, ss. 1-28, 2016.
108. Li Chen, Hau L. Lee, *Sourcing Under Supplier Responsibility Risk: The Effects of Certification, Audit, and Contingency Payment*, Management Science, 09/2017, Vol. 63, Issue 9, ss. 2795-2812, 2017.
109. Lis S., Santarek K., Strzelczak S., *Organizacja elastycznych systemów produkcyjnych*, PWN, Warszawa, 1994.
110. Łatka U., *Technologia i towaroznawstwo*, WSiP, Warszawa 2003.
111. Maltzman R., Rembis K., Donisis M., Farley M., Sanchez R., Ho A., *Design for Networks – ultimate design for „X”*, Bell Labs Technical Journal, Vol. 9, No. 4, ss. 5-23, 2005.
112. *Manufacturing Productibility Handbook*, General Electric Co., Manufacturing Services, Schenectady, New York 1960.
113. Martin M., Ishii K., *Design for Variety: developing standardized and modularized product platform architectures*, Research in Engineering Design, Vol. 13, No. 3, ss. 213-235, 2002.
114. Martin M., Ishii K., *Design for Variety: methodology for understanding the costs of product architectures*, Proceedings of The 1996 ASME Design Engineering Technical Conferences and Computers in Engineering Conference, Baltimore 1996.
115. Mason-Jones R., Neylor B., Towill D.R., *Lean, agile or leagile? Matching you supply chain to the market place*, International Journal of Production Research, Vol. 38, No. 17, ss. 4064-4070, 2000.
116. Maślankowski J., *Analiza jakości danych pozyskiwanych ze stron internetowych z wykorzystaniem rozwiązań Big Data*, Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych, SHH, Vol. 38, ss. 169-171, Warszawa 2015.
117. Matejun M., *Metoda studium przypadku w pracach badawczych młodych naukowców z zakresu nauk o zarządzaniu*, Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu, 19/2011, Nr. 666, ss. 203-2013, 2011.
118. Mather H., *Design for Logistics (DfL) – the next challenge for designers*, Production and Inventory Management Journal, Vol. 33 (1), ss. 7-9, 1992.
119. Mather H., *Design, Bills of Materials, and Forecasting-the Inseparable Threesome*, Production and Inventory Management Journal, Vol. 2 (1), ss. 90-107, 1986.
120. Matuszek J., *Inżynieria produkcji*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Filia Bielsko-Biała, Bielsko-Biała, 2000.
121. Matuszek J., Seneta T., *Ocena technologiczności konstrukcji w procesach montażu wyrobów metodą Lucas DFA*, Mechanik nr 7/2017, 2017.
122. McCarthy E.J., *Basic Marketing, a Managerial Approach*, R.D. Irwin, Homewood-Illinois, 1960.

123. McFarlane D., Giannikas V., Wongb Alex C.Y., Harrison M., *Product intelligence in industrial control: Theory and practice*, Annual Reviews in Control Vol. 37, ss. 69-88, 2013.
124. Miyakawa S., Ohashi, T., *The Hitachi Assemblability Evaluation Method (AEM)*, Proceedings of International Conference of Product Design for Assembly, Newport, 1986.
125. Miyakawa S., Shigemura T., *The Hitachi Assemblability evaluation method (AEM)*, Proceedings International Conference Manufacturing Systems Environmental – Looking Toward 21st Century, ss. 277-282, 1990.
126. Mokrzyśczak H., *Logistyka. Podstawy procesów logistycznych*, Wydawnictwo WIG, Białystok 1998.
127. Nadler G., *The planning and Design Approach*, Willey, New York 1982.
128. Nowicka-Skowron M., *Efektywność systemów logistycznych*, PWE, Warszawa 2000.
129. Ohashi T., Iwata M., Arimoto S., Miyakawa S., *Extended Assemblability Evaluation Method (AEM)*, JSME International Journal Series C Mechanical Systems, Machine Elements and Manufacturing, Vol. 45, Iss. 2, ss. 567-574, 2002.
130. Olhager J., *The Role of Decoupling Points in Value Chain Management*, [w:] Jodlbauer H. et al. (eds.), *Modelling Value, Contributions to Management Science*, ss. 37-47, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
131. Pauling L., Pauling P., *Chemia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
132. Penc J., *Encyklopedia zarządzania. Podstawowe kategorie i terminologie*, Wyższa Szkoła Studiów Międzynarodowych, Łódź, 2008.
133. Pfohl H.Ch., *Logistikmanagement – 2nd edition*, Springer 2004.
134. Pfohl H.Ch., *Systemy logistyczne. Podstawy organizacji i zarządzania*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 1998.
135. Pietroń R., Bielecki M., Wielicka-Gańczarczyk K., *Koncepcje logistyczne w zarządzaniu organizacją*, monografia, Texter, Warszawa 2016.
136. Pisz I., Sęk T., Zieleniecki W., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2013.
137. PN-B-12008:1996 – Wyroby budowlane ceramiczne – Cegły klinkierowe budowlane, 1996.
138. PN-EN 1338:2005 – Betonowe kostki brukowe – Wymagania i metody badań, 2005.
139. PN-ISO 10001, *Zarządzanie jakością, Zadowolenie klienta, Wytyczne dla organizacji dotyczące kodeksów postępowania*, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa, 2009.
140. PN-O-79021:1989 – Opakowania – System wymiarowy, 1989.
141. Pogorzelski J., *Pozycjonowanie produktu*, PWE, Warszawa 2008.
142. Rutkowski I., *Rozwój nowego produktu. Metody i uwarunkowania*, PWE, Warszawa 2011.
143. Rutkowski K. (red.) *Logistyka dystrybucji*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa, 2005.
144. Saadoon Al Samman T.A., *Modeling Lean, Agile, Leagile Manufacturing Strategies: An Fuzzy Analytical Hierarchy Process Approach For Ready Made W are (Clothing) Industry in Mosul – Iraq*, International Journal of Advances in Engineering & Technology, Vol. 7, Issue 3, ss. 1091-1108, 2014.
145. Sakai Y., Miyazawa A., *Fujitsu's Innovation in Manufacturing and Engineering*, Fujitsu Scientific and Technical Journal, Vol. 43, No. 1, ss. 3-13, 2007.

146. Sanchez R., Mahoney J.T., *Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design*, Strategic Management Journal, Vol. 17, ss. 63-76, 1996.
147. Sandborn P., *Designing engineering systems for sustainability*, [w:] Misra K. (red.) *Handbook of Performability Engineering*, ss. 57-70, Springer, London 2008.
148. Sandborn P., *Software obsolescence – complicating the part and technology obsolescence management problem*, IEEE Transaction on Components and Packaging Technologies, Vol. 20, No. 4, ss. 886-889, 2007.
149. Sarjusz-Wolski Z., *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa, 2000.
150. Sawik T., *Planowanie i sterowanie produkcji w elastycznych systemach montażowych*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1996.
151. Sawik T., *An equitable optimization of cost and service level in the presence of supply chain disruption risks*, International Conference on Industrial Logistics 2014, Bol, Croatia, Conference proceedings / ed. Goran Dukić; University of Zagreb. Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, International Centre for Innovation and Industrial Logistics. Zagreb, Croatia, ss. 39-45, 2014.
152. Sbihi A., Eglese R., *Combinatorial optimization and Green Logistics*, A Quarterlu Journal of Operations Research, Vol. 5 Issue 2, ss. 99-116, 2007.
153. Shapiro R., Haskett J., *Logistics Strategy-Cases and Concepts*, West Pub. Co., Minnesota, 1986.
154. Simon H.A., *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, 3 ed., MIT Press, London 1996.
155. Skołod B., *Komputerowo zintegrowane wytwarzanie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1997.
156. Skołod B., *Zarządzanie operacyjne produkcją w małych i średnich przedsiębiorstwach*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2006, ss. 13-15.
157. Skowronek Cz., Sarjusz-Wolski Z., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2007.
158. Smalec A., *Nabywca w procesie podejmowania decyzji zakupu*, [w:] Rosa G., Perenc J., (red.), *Zachowania nabywców*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, 2011.
159. Solomon M.R., *Zachowania i zwyczaje konsumentów. Wyd. VI*, Wydawnictwo Helion, 2006.
160. Srivastava S.K., *Green supply chain management: A state-of-the-art literature review*, International Journal of Management Reviews, Vol. 9, Issue 1, ss. 53-80, 2007.
161. Stefańska M., *Podstawy teoretyczne i ewolucja pojęcia społeczna odpowiedzialność biznesu (CSR)*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Issue 288, ss. 198-211, Wrocław 2013.
162. Stoll H.W., *Design for Manufacturing*, Simultaneous Engineering, C.W. Allen edit, SME Press 1990.
163. Stoner J., Freeman R., Gilbert Jr D., *Kierowanie*, Wydanie II, PWE, Warszawa, 1998.
164. Strumińska-Kutra M., Koładkiewicz I., *Studium przypadku*, [w:] Jemieliński D. (red.), *Badania jakościowe, Metody i narzędzia*. Tom 2, PWN, Warszawa 2012.
165. Subramani A., Dewhurst P., *Efficient design for Service Consideration*, Manufacturing Review, Vol. 6, No. 1, ss. 40-47, 1993.
166. Swamidass P., *Encyclopedia of production and manufacturing management*, Norwell, Kluwer Academic Publishers, 2000.
167. Szucki T., *Inżynieria materiałowa*, OWPW, Warszawa 1999.

168. Szymonik A., *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw*, cz. 1, Difin, Warszawa, 2010.
169. Szymonik A., Chudzik D., *Logistyka nowoczesnej gospodarki magazynowej*, Difin, Warszawa 2018.
170. Tolio T. (ed.), *Design of Flexible Production Systems*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009.
171. Trzęsiok M., *O jakości danych w kontekście obserwacji oddalonych w wielowymiarowej analizie regresji*, [w:] Mika J., Zeug-Żebro K. (red.), *Studia Ekonomiczne. Zastosowania metod matematycznych w ekonomii i zarządzaniu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Nr. 191, ss. 75-88, Katowice 2014.
172. Twaróg J., *Koszty logistyki przedsiębiorstwa*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2003.
173. Twaróg J., *Mierniki i wskaźniki logistyczne*, Biblioteka Logistyka, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2003.
174. Ulrich K.T., Eppinger S.D., *Product design and development, 4<sup>th</sup> Edition*, McGraw-Hill 2007.
175. Ulrich K., *The role of product architecture in the manufacturing firm*, Research Policy, Vol. 24, ss. 419-441, 1995.
176. Villalba G., Segarra M., Chimenos J.M., Espiell F., *Using the recyclability index of materials as a tool for design for disassembly*, Ecological Economics, Vol. 50, ss. 195-200, 2004.
177. Wang Y., Tseng M.M., *Integrating comprehensive customer requirements into product design*, CIRP Annals – Manufacturing Technology, Vol. 60, ss. 175-178, 2011.
178. Williams T.W., Parker K.P., *Design for Testability: a Survey*, Proceedings of the IEEE, Vol. 71, No. 1, ss. 98-112, 1983.
179. Winner R., Pannel J., *The role of concurrent engineering in weapons system acquisition*, Institute for Defense Analysis, Alexandria 1998.
180. Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw, koncepcje, procedury, doświadczenia*, PWE, Warszawa 2010.
181. Womack J., Jones D., *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Free Press, New York, London, Tokyo, Sydney, Singapore 2003.
182. Wróblewski K., *Podstawy sterowania przepływem produkcji*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1993.
183. Xiong G., Zhang Y., *Concurrent Engineering systematic Approach and Application*, Thinghua Science and Technology, Vol. 1, No. 2, ss. 185-192, 1996.
184. Yasuhara, M. Suh N.P., *A Quantitative Analysis of Design Based on Axiomatic Approach*, Computer Application in Manufacturing Systems, ASME, 1980, ss. 1-20.
185. Yu J.C., Krizan S., Ishii K., *Computer Aided Design for Manufacturing Process Selection*, Journal of Intelligent Manufacturing Systems, ASME, ss. 199-208, 1980.
186. Zhu Q., Sarkis J., *Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises*, Journal of operation management, Vol. 22, ss. 265-289, 2004.
187. Zielecki W., *Podstawy logistyki. Logistyka w przedsiębiorstwie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2010.

# **Logistic product efficiency – design supporting logistics**

## **Summary**

This monograph considers the subject of design for logistics and its outcome in the form of a logistically efficient product. It is a comprehensive study which not only provides an analysis of selected theoretical problems but also discusses research methods and methodologies in the field.

The study is comprised of five chapters that include an introduction and conclusion. The theoretical part of the monograph is divided into two chapters, the first of which is concerned with the subject of product design for various business operations and concentrates in particular on design for logistics and concepts of logistics management.

In the second theoretical chapter, an auctorial proposal of a scientific approach to the subject of design for logistics and logistically efficient products that takes into account amenability of product design is expounded. A model of logistic efficiency of product and product parameters related to characteristics, properties, and architecture that influence a logistically efficient product are presented. Measures and indicators are specified that facilitate assessment of logistic efficiency of products in the context of design for logistics, which adds further value to the study.

The applied part of the monograph, contained in one chapter, is entirely devoted to a proposal of research methods for investigating logistic efficiency of products as exemplified by a study of a group of furniture manufacturers.

The monograph is intended as the first step in research on identification of conditions underlying design for logistics and characterization of the concept logistic efficiency of products. One should hope that in spite of the many boundary conditions and constraints discussed herein, the introduced model of logistic efficiency of products will contribute to the strengthening of the competitiveness of manufacturing companies by demonstrating to designers the extent to which their work impacts on the effectiveness and efficiency of logistic processes down the line. The monograph also does the groundwork for the transformation of production processes for the fourth industrial revolution - Industry 4.0, where product design that considers technology, assembly, quality, and logistics will play a critical role.





## Charakterystyka zawodowa autora



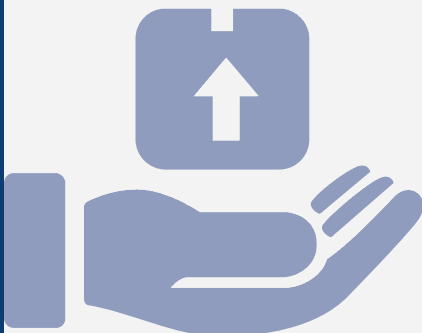
**Maciej Mieczysław Bielecki** ukończył studia magistersko-inżynierskie na kierunku Zarządzanie i Marketing o specjalności zarządzanie produkcją na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej z wyróżnieniem, w gronie 5% najlepszych studentów uczelni. W roku 2002 rozpoczął studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej, które ukończył w 2006 roku. W 2003 roku został zatrudniony w Katedrze Zarządzania Produkcją, Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej początkowo jako asystent, od roku 2006 pracuje na stanowisku adiunkta, a od stycznia 2019 roku na stanowisku starszego wykładowcy.

Maciej Bielecki jest autorem około 70 publikacji w języku polskim i angielskim. Jest autorem i współautorem artykułów indeksowanych w ramach baz Web of Science CC oraz Scopus. Jest współautorem kilku monografii, autorem i współautorem rozdziałów monografii oraz artykułów do wydawnictw krajowych i zagranicznych. Był kierownikiem wielu projektów uczelnianych, a także projektów realizowanych we współpracy z przemysłem. Maciej Bielecki jest autorem kilku opracowań i ekspertyz dla przemysłu.

Autor jest także ekspertem Polskiej Nagrody Jakości oraz Łódzkiej Regionalnej Nagrody Jakości, byłym prodziekanem ds. studiów niestacjonarnych, w dużej mierze odpowiadającym za obszar kształcenia oraz obecnym prodziekanem ds. organizacji i rozwoju Wydziału Zarządzania i Inżynierii Produkcji, Politechniki Łódzkiej. Kierownik studiów podyplomowych Zarządzanie Logistyką na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej. Przewodniczący Łódzkiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją. Członek Polskiego Towarzystwa Towaroznawczego, Polskiego Towarzystwa Ergonomicznego oraz Towarzystwa Naukowego Organizacji i Kierowania.

W pracy dydaktycznej Maciej Bielecki może pochwalić się wieloma nagrodami i wyróżnieniami. Został wybrany Nauczycielem Roku na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej w roku 2011, a także kilkakrotnie uzyskał wyróżnienie we wspomnianym konkursie. Wyróżnienia uzyskiwali także dyplomanci, promowani przez dr inż. Macieja Bieleckiego, którzy kilkakrotnie uzyskali nagrodę lub wyróżnienie klubu 500 Łódź, nagrodę za najlepszą pracę w dyscyplinie inżynieria produkcji Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją i nagrody od podmiotów przemysłowych – Nagroda B+R Studio Analizy Rynku Meblarskiego.

Praca na Politechnice Łódzkiej w obszarze naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym jest dla autora najważniejszym obszarem aktywności zawodowej.



ISBN 978-83-7283-971-8