



6. Wprowadzenie do badań operacyjnych



Badania operacyjne (British English: operational research, U.S. Air Force Specialty Code: Operations Analysis), często skracane do skrótowca OR, to dyscyplina zajmująca się opracowywaniem i stosowaniem metod analitycznych w celu usprawnienia procesu podejmowania decyzji. Termin nauki o zarządzaniu jest czasami używany jako synonim.

Metody OR są wykorzystywane do analizy: wydajności zasobów, ich rozkroju lub mieszanki, wąskich gardeł produkcji, czasów realizacji i harmonogramowania, wzorców popytu, zapasów, kosztów transportu i alokacji zasobów, asortymentu, niezawodności, przepustowości procesu, planowania trasy, itp. (Ueda, 2010).

Wykorzystując techniki z innych nauk matematycznych, takich jak modelowanie decyzji, statystyka i optymalizacja, badania operacyjne dochodzą do optymalnych lub prawie optymalnych rozwiązań problemów decyzyjnych. Ze względu na nacisk na praktyczne zastosowania, badania operacyjne pokrywają się z wieloma innymi dyscyplinami, w szczególności inżynierią przemysłową i logistyką, czyniąc je integralną częścią ich systemów zarządzania wiedzą (KMS).

6.1 Strategiczne planowanie logistyczne

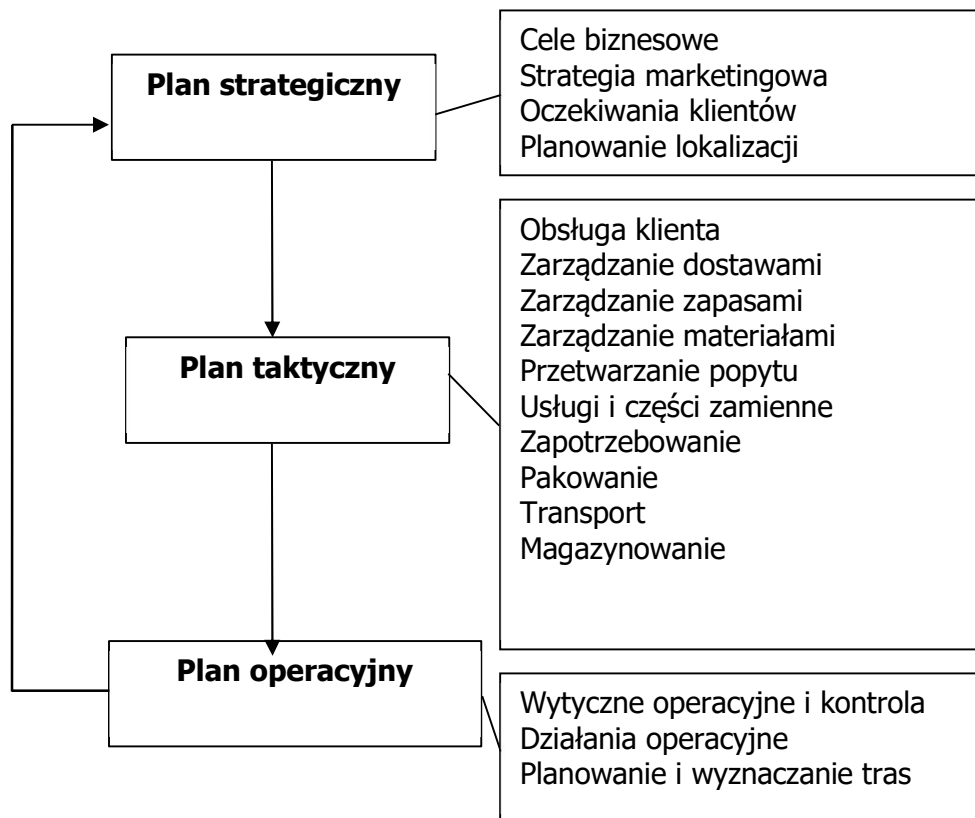
Według (Robinson, 2004) badania operacyjne dotyczą głównie interakcji między zaplanowanymi systemami technicznymi i ludzkimi. Charakteryzują się one zmiennością, współzależnością między komponentami oraz złożonością strukturalną i behawioralną. Aby zarządzać tymi cechami, opracowano szeroki wachlarz metod, aby odpowiednio zająć się nimi jako całością. Są one wykorzystywane w planowaniu strategicznym do:

- umożliwienia złożonej symulacji, inaczej analizy typu „co jeśli?”,
- zarządzania złożonością przedsiębiorstwa (np. produktową): współzależność + zmienność + dynamika procesów,



- wiąże się z mniejszymi kosztami i mniejszą ingerencją w proces niż eksperymentowanie z rzeczywistym systemem,
- operacjonalizacji działań,
- poprawienia zrozumienia systemu,
- poprawy komunikacji między kierownictwem a ekspertami.

Strategiczne planowanie logistyczne (rysunek 6.1) obejmuje wszystkie działania, które należy wykonać na poziomie strategicznym, taktycznym i operacyjnym w celu zapewnienia kompleksowego zarządzania jakością (TQM) (Ciampa, 1992) i produkcji Just-in-time (JIT) (Britannica, 2023).



Rysunek 6.1 Strategiczne planowanie logistyczne



6.2 Six Sigma



W strategicznym planowaniu logistycznym model referencyjny SCOR (AIMS, 2021) pomaga firmom oceniać i doskonalić zarządzanie łańcuchem dostaw pod kątem niezawodności, spójności i wydajności. Rozpoznaje 6 głównych procesów biznesowych - Planowanie, Pozyskiwanie, Wytwarzanie, Dostarczanie, Zwrot i Udostępnianie.

Proces planowania SCOR obejmuje wszystkie działania związane z opracowywaniem planów zarządzania i doskonalenia łańcucha dostaw. Ciągłe wysiłki w celu osiągnięcia stabilnych i przewidywalnych wyników procesu poprzez redukcję zmienności procesu (Six-sigma) mają kluczowe znaczenie dla sukcesu biznesowego.

Wyjaśnienie DMAIC i DMADV

Procesy produkcyjne (pozyskiwanie, wytwarzanie, dostarczanie, udostępnianie, a także obsługa zwrotów) mają cechy, które można zdefiniować, zmierzyć, przeanalizować, ulepszyć i kontrolować. Dlatego też fazy te stanowią metodologię zarządzania procesami produkcyjnymi, w skrócie DMAIC.

Niektórzy praktycy połączyli ideę 6-sigma ze szczupłą produkcją, tworząc metodologię o nazwie Lean Six Sigma (Wheat & Mills & Carnell, 2003). Metodologia Lean Six Sigma obejmuje Lean Manufacturing (produkcję „dokładnie na czas”), która odnosi się do wydajności procesu, oraz Six-sigma, skupiającą się na redukcji zmienności i marnotrawstwa, jako uzupełniające się dyscypliny, które promują doskonałość biznesową i operacyjną.

Metodologia DMADV (ang. define, measure, analyze, design and verify), znana również jako DFSS (ang. „Design for Six Sigma”), jest zgodna z KBE (ang. „Knowledge Based Engineering”). Fazy metodologii DFSS (Chowdhury, 2002) są następujące:

1. Zdefiniowanie celów projektowych, które są zgodne z wymaganiami klientów i strategią przedsiębiorstwa.
2. Pomiar i identyfikacja cech krytycznych dla jakości (CTQ), pomiar możliwości produktu, zdolności procesu produkcyjnego i pomiar ryzyka.
3. Analiza w celu opracowania i zaprojektowania alternatywnych rozwiązań.
4. Zaprojektowanie ulepszonej alternatywy, najlepiej dostosowanej do analizy przeprowadzonej w poprzednim kroku.



5. Weryfikacja projektu, konfiguracja serii pilotażowych, wdrożenie procesu produkcyjnego i przekazanie go właścicielowi (właścicielom) procesu.

Projekty doskonalenia biznesowego Six Sigma (Tennant, 2001), zainspirowane cyklem W. Edwardsa Deminga „Plan-Do-Study-Act” (Tague, 2005), w zależności od ich charakteru, opierają się na jednej z wyżej wymienionych metodologii, z których każda składa się z pięciu faz:

1. DMAIC jest stosowany w projektach mających na celu usprawnienie istniejącego procesu biznesowego.
2. DMADV jest używany w projektach mających na celu tworzenie nowych produktów lub projektów procesów.

6.3 Business Intelligence (Analiza biznesowa)



Business Intelligence (BI) obejmuje wszystkie strategie i technologie wykorzystywane przez przedsiębiorstwa do analizy danych dotyczących przeszłych i bieżących informacji biznesowych (Tableau, 2023). Jest on wspierany przez systemy zarządzania wiedzą (KMS), które stanowią część systemów informacji logistycznej (LIS), umożliwiając ekspertom z różnych dziedzin doradzać i zapewniać wsparcie różnym szczeblom zarządzania.

Analityka biznesowa

Analityka biznesowa (BA) to proces oparty na BI, umożliwiający nowy wgląd w proces biznesowy i lepsze podejmowanie strategicznych decyzji na przyszłość. Wywodzi się z Data Mining (DM), czyli procesu znajdowania anomalii, wzorców i korelacji w większych zbiorach danych w celu przewidywania wyników.

Proces BA składa się z następujących elementów:

1. **Organizowanie danych:** przed analizą dane muszą być najpierw zebrane, uporządkowane i przefiltrowane, albo poprzez dobrowolne dane, albo zapisy transakcji.
2. **Data Mining:** eksploracja danych sortuje duże zbiory danych przy użyciu baz danych, statystyk i uczenia maszynowego w celu zidentyfikowania trendów i ustalenia relacji.



3. **Identyfikacji powiązań i sekwencji:** identyfikacja przewidywalnych działań, które są wykonywane w powiązaniu z innymi działaniami lub sekwencyjnie.
4. **Text Mining:** eksploruje i organizuje duże, nieustrukturyzowane zbiory danych tekstowych w celu analizy jakościowej i ilościowej.
5. **Prognozowania:** analizuje dane historyczne z określonego okresu w celu dokonania predykcji, czyli procesu wypracowywania prognozy przyszłych, ale też nieznanych zdarzeń lub zachowań.
6. **Analityki predykcyjnej:** predykcyjna analityka biznesowa wykorzystuje różnorodne techniki statystyczne do tworzenia modeli predykcyjnych, które wyodrębniają informacje ze zbiorów danych, identyfikują wzorce i zapewniają wynik predykcyjny dla szeregu wyników organizacyjnych.
7. **Optymalizacji:** po zidentyfikowaniu trendów i dokonaniu prognoz, firmy mogą zaangażować techniki symulacyjne w celu przetestowania najlepszych scenariuszy.
8. **Wizualizacji danych:** zapewnia wizualne reprezentacje, takie jak wykresy i grafy dla łatwej i szybkiej analizy danych.

Planowanie sprzedaży i operacji

Planowanie sprzedaży i operacji (SOP) to elastyczne narzędzie do prognozowania i planowania działań produkcyjnych. Etapy SOP:

1. Plan sprzedaży.
2. Plan produkcji.
3. Planowanie zdolności produkcyjnych.

SOP działa na danych pochodzących z różnych źródeł informacji w całej firmie: Sprzedaż, Marketing, Produkcja, Księgowość, Zasoby Ludzkie i Zapotrzebowanie. Zazwyczaj są one dostarczane przez odpowiednie działy za pośrednictwem systemu planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP).

Podczas gdy SOP działa na poziomie strategicznym, ERP działa na poziomie taktycznym systemu informacji logistycznej firmy. Łączy je program zarządzania popytem, łączący strategiczne planowanie sprzedaży i operacji (SOP) ze szczegółowym planowaniem produkcji (Główny Harmonogram Produkcji / Planowanie Wymagań Materiałowych) na poziomie



operacyjnym. Tutaj do gry wkraczają wspomniane wcześniej harmonogramowanie i symulacja celem stworzenia wykonalnego i optymalnego planu produkcji.

Program zarządzania popytem (rysunek 6.2) składa się z dwóch rodzajów prognoz:

1. Planowanych niezależnych potrzeb (PIR) z prognozowanych wielkości sprzedaży w oparciu o działania marketingowe.
2. Wymagań niezależnych od klienta (CIR) z danych opartych na istniejących i planowanych zamówieniach sprzedaży.

Prognoza



Planowane
wymagania
niezależne

Wymagania
niezależne
od klienta

Sprzedaż



Program
popytu

MPS / MRP

Rysunek 6.2 Zarządzanie popytem

Przykład SOP

Firma handluje kilkoma rodzajami produktów w swojej sieci sprzedaży. Transakcje sprzedaży są przechowywane centralnie, aby móc monitorować stan zapasów, a także przeprowadzać analizy sprzedaży w celu zarządzania popytem. Są one rejestrowane w formacie CSV (Comma Separated Values), który jest łatwy do przetworzenia przez system ERP firmy, jak również przez dział analityczny, który korzysta z arkuszy kalkulacyjnych.

W analizie sprzedaży transakcje sprzedaży są początkowo filtrowane w celu ustalenia, czy są kompletne i poprawnie sformatowane. Dopiero wtedy są one gotowe do oceny statystycznej,



ponieważ w przeciwnym razie wszelkie brakujące lub źle sformatowane dane mogą spowodować błędną interpretację wyników.

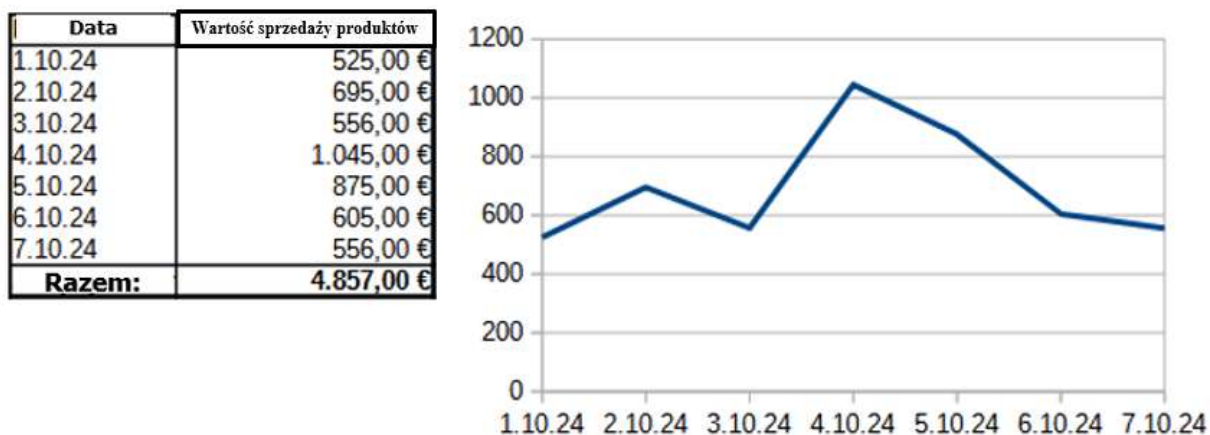
Data	ID Sprzedawcy	ID Klienta	ID Transakcji	ID Produktu	Cena Produktu
1.10.24	1	12	1	101	195,00 €
1.10.24	1	12	1	102	45,00 €
1.10.24	1	12	1	103	35,00 €
1.10.24	2	14	2	104	55,00 €
1.10.24	2	14	3	101	195,00 €
2.10.24	3	15	4	105	85,00 €
2.10.24	3	15	4	101	195,00 €
2.10.24	3	15	4	103	35,00 €
2.10.24	3	16	5	104	55,00 €
2.10.24	1	17	6	101	195,00 €
2.10.24	1	17	6	102	45,00 €
2.10.24	1	17	6	105	85,00 €
3.10.24	2	18	7	106	35,00 €
3.10.24	2	18	7	107	65,00 €
3.10.24	2	18	7	108	86,00 €
3.10.24	4	19	8	105	85,00 €
3.10.24	4	19	8	101	195,00 €
3.10.24	4	19	8	103	35,00 €
3.10.24	4	19	9	104	55,00 €
4.10.24	5	20	10	105	110,00 €
4.10.24	5	20	10	106	125,00 €
4.10.24	5	20	10	104	55,00 €
4.10.24	5	20	10	101	195,00 €
4.10.24	1	21	11	102	45,00 €
4.10.24	1	21	11	105	85,00 €
4.10.24	1	21	12	106	35,00 €
4.10.24	3	12	13	103	35,00 €
4.10.24	3	12	13	104	55,00 €
4.10.24	3	12	13	105	110,00 €
4.10.24	3	12	13	101	195,00 €
5.10.24	1	22	14	107	35,00 €
5.10.24	1	22	14	108	25,00 €

Rysunek 6.3 Tygodniowe dane dotyczące sprzedaży

Zwykle dzięki analityce możliwe jest uzyskanie różnych sensownych wglądów w zebrane „surowe dane” (rysunek 6.3). Można to osiągnąć za pomocą tabel przestawnych, które umożliwiają grupowanie danych według wybranych atrybutów i przeprowadzanie analiz statystycznych. Zasadniczo każdy atrybut (kolumnę) danych wejściowych można uznać za tabelę przestawną. Dlatego często mówimy o „kostce danych” o wielu wymiarach. Ponieważ nie możemy graficznie przedstawić więcej niż dwóch lub trzech wymiarów, najprostsze, ale zwykle najbardziej przydatne reprezentacje danych wejściowych są tworzone

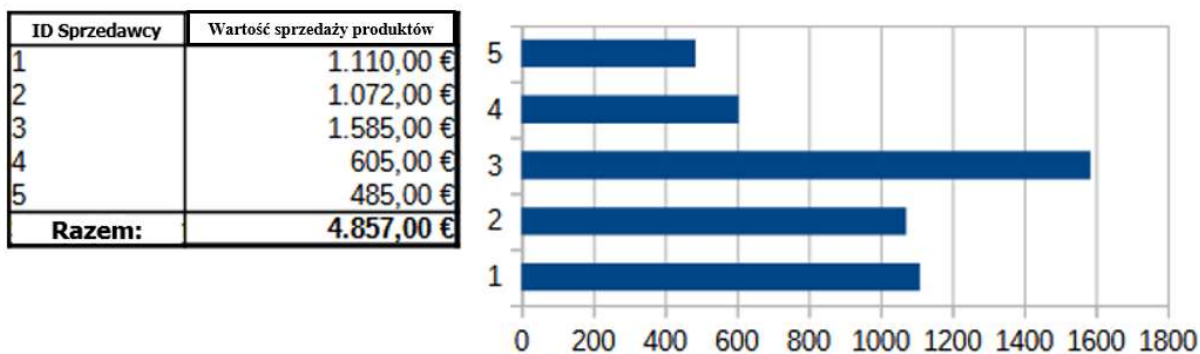


z dwóch lub trzech atrybutów przestawnych. W oparciu o podaną próbkę danych, w dalszej części przedstawiono kilka przykładów tabel przestawnych.



Rysunek 6.4 Statystyki sprzedaży według tygodnia

Statystyki sprzedaży według dnia tygodnia lub miesiąca (rysunek 6.4.) umożliwiają wgląd w trendy sezonowe.

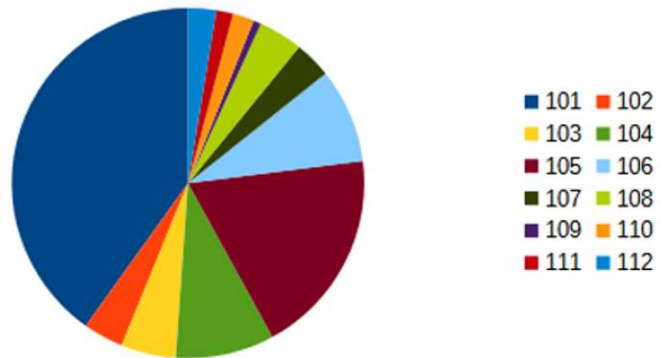


Rysunek 6.5 Statystyki sprzedaży według biura sprzedaży.

Statystyki sprzedaży według biura sprzedaży (rysunek 6.5) określają, które biura są najbardziej oblegane i/lub generują największe przychody.



ID Produktu	Wartość sprzedaży produktów
101	1.950,00 €
102	180,00 €
103	245,00 €
104	440,00 €
105	925,00 €
106	425,00 €
107	165,00 €
108	197,00 €
109	35,00 €
110	95,00 €
111	75,00 €
112	125,00 €
Razem:	4.857,00 €



Rysunek 6.6 Statystyki sprzedaży według produktów

Statystyki sprzedaży według produktów (rysunek 6.6) określają produkty, które są najbardziej poszukiwane lub stanowią znaczący udział w portfolio.

Tabela 6.1 Przegląd transakcji

Data	ID Sprzedawcy	ID Klienta	ID Transakcji	ID Produktu	Wartość sprzedaży
1.10.24	1	12	1	101	195,00 €
				102	45,00 €
				103	35,00 €
	2	14	2	104	55,00 €
2.10.24	1	17	3	101	195,00 €
			6	101	195,00 €
			6	102	45,00 €
	3	15	4	105	85,00 €
				101	195,00 €
				103	35,00 €
		16	5	105	85,00 €
				104	55,00 €
3.10.24	2	18	7	106	35,00 €
				107	65,00 €
				108	86,00 €
	4	19	8	101	195,00 €
				103	35,00 €
				105	85,00 €
			9	104	55,00 €

Przegląd transakcji (tabela 6.1) według dnia, biura sprzedaży, transakcji i kupującego oferuje uporządkowany wgląd w dane, który jest przydatny przy rozwiązywaniu zapytań dotyczących określonego produktu lub transakcji sprzedaży.



6.4 Systemy wspomaganie decyzji



System wspomaganie decyzji (DSS) to interaktywny system, który pomaga decydentom wykorzystywać dane i modele do rozwiązywania nieustrukturyzowanych lub częściowo ustrukturyzowanych problemów. System ekspercki (ES) to program aplikacyjny lub środowisko, które skutecznie wspiera rozwiązywanie problemów w wyspecjalizowanym obszarze problemowym, wymagającym wiedzy i umiejętności eksperckich.

Oprócz metod statystycznych i symulacyjnych stosowanych w BA, DSS często obejmuje modele umożliwiające podejmowanie decyzji w oparciu o zestaw charakterystycznych kryteriów. Modele te mogą być proste (np. tabele decyzyjne, drzewa itp.) prowadzące do jednego poprawnego rozwiązania. Z drugiej strony, gdy mamy do czynienia z wieloma (potencjalnie sprzecznymi) kryteriami i wieloma rozwiązaniami, konieczny jest bardziej rozbudowany model. Odpowiednim modelem często stosowanym w życiu zawodowym i osobistym jest wielokryterialny model decyzyjny.

Wielokryterialne podejmowanie decyzji

Wielokryterialne podejmowanie decyzji (MCDM) lub wielokryterialna analiza decyzyjna (MCDA) to subdyscyplina OR, która wyraźnie ocenia wiele (potencjalnie) sprzecznych kryteriów w procesie podejmowania decyzji w odniesieniu do zestawu potencjalnych rozwiązań lub wariantów.

Model decyzyjny MCDM składa się z:

- kryteriów – są to parametry wariantów wejściowych, krytyczne dla naszego projektu,
- wag – jest to względne znaczenie wybranych kryteriów,
- funkcji użyteczności – jest to funkcja, która łączy ważone parametry wariantów w wartość zgodności,
- dane – dane reprezentujące warianty; dane wejściowe do naszego modelu MCDM.

Typy danych w MCDM mogą być następujące:



- ilościowe – reprezentujące wartości, które mogą być porównywane jako takie,
- jakościowe – reprezentujące względne wartości porównawcze (np. wysoka, komfortowa, niska temperatura itp.), które należy określić ilościowo, aby uzyskać unikalne wartości,
- binarne – reprezentuje kryteria binarne; własność jest spełniona (1) lub nie (0).

Procedura wielokryterialnego podejmowania decyzji:

1. Reprezentacja wariantów (V) przez ich charakterystyczne parametry (P): $\{V_i (P_{i,1}; P_{i,2}; \dots P_{i,n}); i=1\dots m\}$.
2. Normalizacja parametrów poprzez obliczenie względnego lokalnego stopnia $p_{i,j}$ dla każdego $P_{i,j}$ ($j=1\dots n$), w odniesieniu do j-tego parametru maksymalnej wartości $P_{i,j}$ ze wszystkich i próbek:
 - a) $p_{i,j}=P_{i,j}/\max \{P_{i,j}\}$ jeśli większa wartość $P_{i,j}$ jest bardziej korzystna,
 - b) $p_{i,j}=1 - P_{i,j}/\max \{P_{i,j}\}$ jeśli mniejsza wartość $P_{i,j}$ jest bardziej korzystna.
3. Oceny są ważone zgodnie z preferencjami: $x_{i,j}=p_{i,j}*U_j$ dla każdego $j=1\dots n$, przez wagi U_j , które muszą sumować się do 1, tj. 100%.
4. Ważone oceny wszystkich wariantów są sumowane: $X_i=\sum x_{i,j}$ dla każdego $i=1\dots m$ w celu uzyskania ocen złożonych zgodnie z naszą funkcją użyteczności.
5. Wybierany jest najlepszy wariant $Y=\max \{X_i\}$.

Przykład MCDM

Wybierając nowy sprzęt w firmie, często musimy podejmować decyzje wielokryterialne. Rozważmy przykład wyboru najbardziej opłacalnej (poniżej 300 EUR) platformy mobilnej z systemem operacyjnym Android dla naszej firmy. W tabeli 6.2 wymieniono modele, które zostały wybrane na podstawie zapytania wśród pracowników w celu zawężenia naszego asortymentu. Dla każdego z nich podano parametry, które zostały wybrane jako najbardziej istotne. W dalszej części wybrane dane parametrów są normalizowane w celu uzyskania porównywalnych wartości, ważne w celu podkreślenia wartości, które są bardziej znaczące i sumowane w celu uzyskania ocen dla wybranych okazów.



Tabela 6.2 MCDM dla ekonomicznej platformy mobilnej Android

PARAMETRY									
Model	Cena (€)	Stopień *	Wydajność			Właściwości			Aparat
		(1-10)	prędk.proc. (GHz)	RAM (GB)	pamięć wew. (GB)	waga (g)	rozmiar (mm ²)	pojem.bat. (mAh)	(MP)
Honor Magic Lite 5	263 €	2	2,2	6	128	175	94344	5100	64
Honor X7a	210 €	2,5	2,3	4	128	196	106442	6000	50
Samsung A34	297 €	1,8	2,6	8	256	199	103300	5000	48
Redmi Note 12 Pro	240 €	1,9	2,6	6	128	187	99104	5000	50
Redmi Note 12 S	224 €	1,7	2,05	8	256	176	95715	5000	108

*Vir: www.testberichte.de

WAGI PARAMETRÓW									
Model	Cena (€)	Stopień *	Wydajność			Właściwości			Aparat
			prędk.proc. (GHz)	RAM (GB)	pamięć wew. (GB)	waga (g)	rozmiar (mm ²)	pojem.bat. (mAh)	(MP)
			10 %	5 %	5 %	10 %	10 %	10 %	
Uteż	20 %	10 %		20 %			30 %		20 %

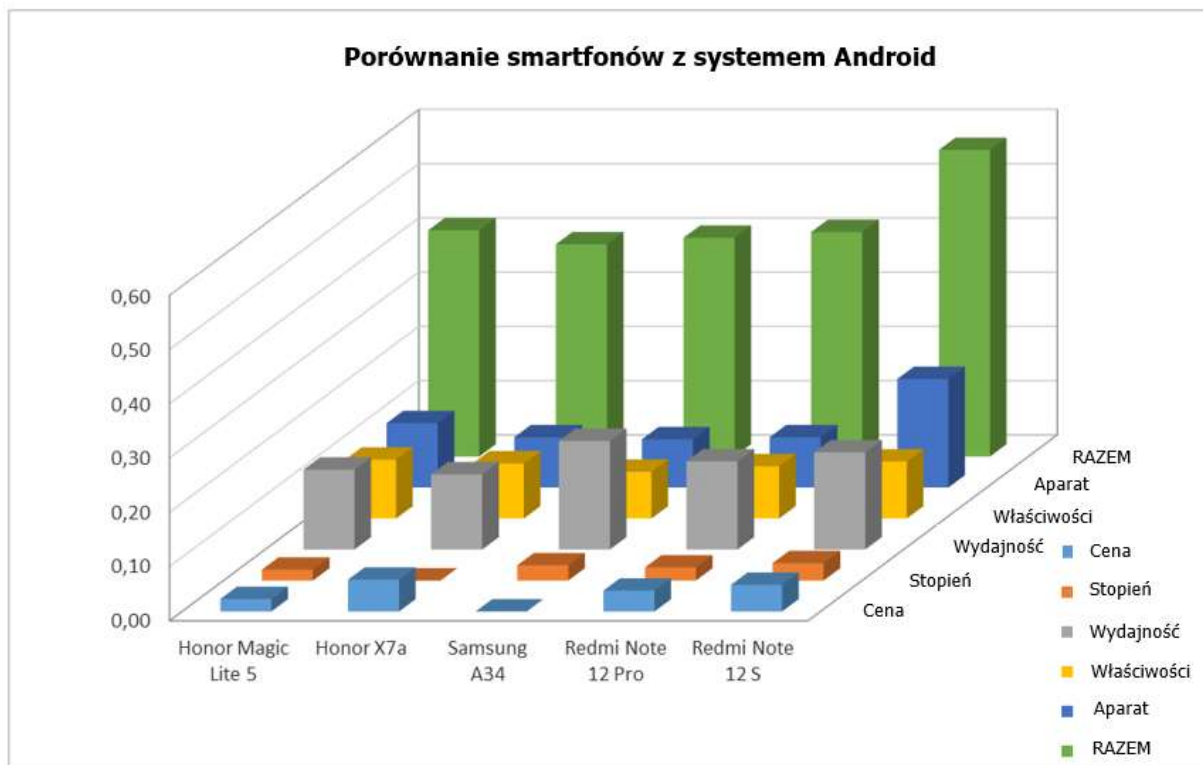
PARAMETRY ZNORMALIZOWANE									
Model	Cena (€)	Stopień *	Wydajność			Właściwości			Aparat
		(1-10)	prędk.proc. (GHz)	RAM (GB)	pamięć wew. (GB)	waga (g)	rozmiar (mm ²)	pojem.bat. (mAh)	(MP)
Honor Magic Lite 5	0,11	0,20	0,85	0,75	0,50	0,12	0,11	0,85	0,59
Honor X7a	0,29	0,00	0,88	0,50	0,50	0,02	0,00	1,00	0,46
Samsung A34	0,00	0,28	1,00	1,00	1,00	0,00	0,03	0,83	0,44
Redmi Note 12 Pro	0,19	0,24	1,00	0,75	0,50	0,06	0,07	0,83	0,46
Redmi Note 12 S	0,25	0,32	0,79	1,00	1,00	0,12	0,10	0,83	1,00

OCENA PARAMETRÓW KOŃCOWYCH									
Model	Cena (€)	Stopień *	Wydajność			Właściwości			Aparat
		(1-10)	prędk.proc. (GHz)	RAM (GB)	pamięć wew. (GB)	waga (g)	rozmiar (mm ²)	pojem.bat. (mAh)	(MP)
Honor Magic Lite 5	0,02	0,02	0,08	0,04	0,03	0,01	0,01	0,09	0,12
Honor X7a	0,06	0,00	0,09	0,03	0,03	0,00	0,00	0,10	0,09
Samsung A34	0,00	0,03	0,10	0,05	0,05	0,00	0,00	0,08	0,09
Redmi Note 12 Pro	0,04	0,02	0,10	0,04	0,03	0,01	0,01	0,08	0,09
Redmi Note 12 S	0,05	0,03	0,08	0,05	0,05	0,01	0,01	0,08	0,20

Końcowym wynikiem naszej analizy jest tabela podsumowująca (tabela 6.3) i ewentualnie wykres (rysunek 6.7), który podsumowuje proces decyzyjny i przedstawia najlepszy wybór, a także mocne i słabe strony poszczególnych wariantów. Często jednostka z najlepszą oceną nie jest tą, która wypadła najlepiej we wszystkich kategoriach, ale tą, która średnio najlepiej pasuje do naszych kryteriów wyboru, a także ważenia parametrów. Jest to również główna siła metody MCDM, ponieważ wybór według dowolnego pojedynczego parametru może wprowadzić nas w błąd.

Tabela 6.3 Podsumowanie MCDM dla naszego przykładu wyboru platformy mobilnej

OCENA PARAMETRÓW KOŃCOWYCH						
Model	Cena	Stopień	Wydajność	Właściwości	Aparat	RAZEM:
Honor Magic Lite 5	0,02	0,02	0,15	0,11	0,12	0,42
Honor X7a	0,06	0,00	0,14	0,10	0,09	0,39
Samsung A34	0,00	0,03	0,20	0,09	0,09	0,40
Redmi Note 12 Pro	0,04	0,02	0,16	0,10	0,09	0,41
Redmi Note 12 S	0,05	0,03	0,18	0,10	0,20	0,56



Rysunek 6.7 Wybór najlepszej platformy mobilnej

Najlepszy wybór: 0,56 (Redmi Note 12 S).

6.5 Inżynieria oparta na wiedzy



Inżynieria oparta na wiedzy (Knowledge Based Engineering - KBE) to metodologia inżynierska służąca do systematycznej integracji wiedzy inżynierskiej z systemem projektowania (Andersson & Larsson & Ola, 2011).

Cykl życia zarządzania doświadczeniem

Potrzeba przechwytywania, zarządzania i wykorzystywania wiedzy projektowej oraz automatyzacji procesów unikalnych dla doświadczenia producenta w zakresie rozwoju produktu doprowadziła do rozwoju technologii inżynierii opartej na wiedzy (KBE) (Prasad, 2005). KBE ma na celu wzbogacenie wiedzy instytucjonalnej poprzez zarządzanie doświadczeniem. Fazy zarządzania doświadczeniem, według (Andersson & Larsson & Ola, 2011) są następujące:



1. Identyfikacja: wybrano niezgodność z pożądanym stanem, która pojawia się w procesie produkcyjnym z powodu źle zdefiniowanego produktu lub procesu.
2. Przechwytywanie: doświadczenie wraz z jego właściwościami jest przechwytywane.
3. Analizowanie: przeprowadzana jest analiza przyczyn źródłowych przechwyconego doświadczenia w celu zidentyfikowania odpowiedniej strategii naprawczej i jej ponownego wykorzystania w celu zapobiegania powtarzającym się anomaliiom.
4. Przechowywanie: spostrzeżenia z analizy są archiwizowane wraz z doświadczeniem.
5. Szukanie i Pobieranie: doświadczenie jest wyszukiwane i pobierane.
6. Użycie: element doświadczenia jest używany.
7. Ponowne wykorzystanie: kończy cykl zarządzania wiedzą i rozpoczyna nowy.

Inżynieria oparta na wiedzy jest ogólnie uzupełniana przez inne dyscypliny, których bliższe rozważenie wykracza poza zakres tego rozdziału:

- Komputerowe wspomaganie zarządzania projektami (PS),
- Projektowanie wspomagane komputerowo (CAD), produkcja (CAM) i robotyka (CIM),
- Modelowanie i analiza symulacji komputerowej (SMA),
- Wspomagane komputerowo szczegółowe planowanie produkcji (MPS / MRP).

6.6 Wnioski

Jak przedstawiono w tym rozdziale, główne zastosowania BI w zarządzaniu przedsiębiorstwem odnoszą się do analityki biznesowej (BA) i systemów wspomagania decyzji (DSS). Są one powszechnie określane jako badania operacyjne (OR). Oprócz podstawowych technik BI, opisanych w tym rozdziale, w rozdziałach 3 i 4 dotyczących zarządzania danymi oraz modelowania i analizy symulacyjnej (SMA) podano kilka dodatkowych rozważań na temat gromadzenia danych, manipulacji i prezentacji, które również wspierają podejmowanie decyzji. Podsumowując, aplikacje BI można znaleźć w systemach zarządzania wiedzą (KMS), obejmujących:



- systemy wspomagania decyzji (DSS),
- analitykę biznesową (BA) jako rozszerzenie Data Mining (DM) i
- inżynierię opartą na wiedzy (KBE) jako unowocześnienie inżynierii wspomaganej komputerowo (CAE).

W oparciu o wyniki BA, DSS i SMA opracowywane są doświadczenia, które poszerzają wiedzę instytucjonalną i stanowią systemy eksperckie oparte na wiedzy (KBS). Jak wykazano w (Gumzej i in., 2023), mogą one być wykorzystane przez KBE do wprowadzenia zasady „wyciągniętych wniosków” do zarządzania usprawnieniami przedsiębiorstwa poprzez strategiczne planowanie logistyczne.

BIBLIOGRAFIA DO ROZDZIAŁU 6.

- AIMS (2021). SCOR - Supply Chain Operations Model. [Dostępne: <https://aims.education/study-online/supply-chain-operations-reference-model-scor/>, dostęp June 20, 2023]
- Ciampa, D. (1992). Total Quality: A User's Guide for Implementation, Addison-Wesley.
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2023). Just-in-time manufacturing, Encyclopedia Britannica. [Dostępne: <https://www.britannica.com/topic/just-in-time-manufacturing>, dostęp June 20, 2023]
- Tennant, G. (2001). SIX SIGMA: SPC and TQM in Manufacturing and Services, Gower Publishing, Ltd.
- Wheat B. & Mills C. & Carnell M. (2003). Leaning into Six Sigma: a parable of the journey to Six Sigma and a lean enterprise, McGraw-Hill.
- Tague, N.R. (2005). Plan-Do-Study-Act cycle, The quality toolbox (2nd ed.), ASQ Quality Press, pp. 390–392.
- Chowdhury, S. (2002). Design for Six Sigma: The revolutionary process for achieving extraordinary profits, Prentice Hall,
- Ueda, M. (2010). How to Market OR/MS Decision Support. International Journal of Applied Logistics (IJAL), 1(2), 23-36.



- Tableau (2023). Comparing Business Intelligence, Business Analytics and Data Analytics. [Dostępne: <https://www.tableau.com/learn/articles/business-intelligence/bi-business-analytics>, Dostęp June 20, 2023]
- Prasad, B. (2005). Knowledge Technology, What Distinguishes KBE From Automation. COE NewsNet – June 2005. [Dostępne: <https://web.archive.org/web/20120324223130/http://legacy.coe.org/newsnet/Jun05/knowledge.cfm>, dostęp June 20, 2023]
- Robinson, S. (2004). Simulation: The Practice of Model Development and Use, Wiley.
- Gumzej, R., Kramberger, T., Dujak, D. (2023). A knowledge base for strategic logistics planning. In: Dujak, Davor (edt.). Proceedings of the 23rd International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management: October 5-6, 2023, Osijek, Croatia. Osijek: Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics and Business, pp. 317-330, illustr. Business logistics in modern management (Online). ISSN 1849-6148. <https://blmm-conference.com/past-issues/>.
- Andersson, P. & Larsson, T. & Ola, I. (2011). A case study of how knowledge based engineering tools support experience re-use. In Research into Design – Supporting Sustainable Product Development, Chakrabarti, A. (Edt.), Research Publishing, Indian Institute of Science, Bangalore, India.