

SPIS TREŚCI

WSTĘP	11
1 OPTYMALIZACJA LINIOWA	19
1.1. Wprowadzenie	19
1.2. Metoda geometryczna	21
1.2.1. Model matematyczny	21
1.2.2. Zbiór rozwiązań dopuszczalnych	24
1.2.3. Metoda prób i błędów	27
1.2.4. Wykorzystanie gradientu funkcji celu	30
1.3. Metoda simpleks dla zadania maksymalizacji	30
1.3.1. Postać bazowa	30
1.3.2. Wskaźniki optymalności	33
1.3.3. Wybór zmiennej wprowadzanej do bazy	37
1.3.4. Wybór zmiennej opuszczającej bazę	37
1.3.5. Przejście do rozwiązania bazowego sąsiedniego	38
1.3.6. Kolejne iteracje	40
1.3.7. Interpretacja geometryczna	41
1.4. Przegląd szczególnych przypadków	42
1.4.1. Pierwsza dopuszczalna postać bazowa	42
1.4.2. Zadanie sprzeczne	45
1.4.3. Alternatywne rozwiązania optymalne	48
1.4.4. Nieograniczony zbiór rozwiązań dopuszczalnych	50
1.4.5. Reguły postępowania w metodzie simpleks	56
1.5. Analiza wrażliwości	56
1.5.1. Współczynniki funkcji celu	57
1.5.2. Współczynniki wektora wyrazów wolnych	61
1.6. Zadanie minimalizacji	64
1.7. Dualizm w programowaniu liniowym	67
1.7.1. Symetryczne zadania dualne	67
1.7.2. Zasady tworzenia pary zadań dualnych	69
1.7.3. Własności pary zadań dualnych	71
1.7.4. Ceny dualne i analiza wrażliwości w kształtowaniu optymalnych planów produkcji	77

1.8. Przykłady wykorzystania optymalizacji liniowej	80
1.8.1. Planowanie produkcji z uwzględnieniem wykorzystania zasobów pracy ..	80
1.8.2. Zagadnienie diety	83
1.9. Wykorzystanie pakietu <i>Badania operacyjne z komputerem</i> w optymalizacji liniowej	85

2 OPTYMALIZACJA LINIOWA CAŁKOWITOLICZBOWA

87

2.1. Wprowadzenie	87
2.2. Metoda podziału i ograniczeń	89
2.2.1. Zadanie czyste	89
2.2.2. Zadanie mieszane	93
2.2.3. Reguły postępowania w metodzie podziału i ograniczeń	99
2.2.4. Zaokrąglanie rozwiązań	100
2.3. Przykłady wykorzystania optymalizacji liniowej całkowitoliczbowej	103
2.3.1. Zagadnienie cięcia	103
2.3.2. Zagadnienie produkcyjno-modernizacyjne	105
2.3.3. Optymalizacja planu wydawniczego	107
2.3.4. Relokalizacja komisariatów policji	111
2.4. Wykorzystanie pakietu <i>Badania operacyjne z komputerem</i> w optymalizacji liniowej całkowitoliczbowej	112

3 ZADANIE TRANSPORTOWE I PROBLEM KOMIWOJAŻERA

115

3.1. Wprowadzenie	115
3.2. Zadanie transportowe i jego własności	117
3.2.1. Zadanie transportowe w ujęciu programowania liniowego	117
3.2.2. Zadanie dualne do zadania transportowego	119
3.2.3. Sformułowanie zadania transportowego	120
3.3. Pierwsze dopuszczalne rozwiązanie bazowe	121
3.3.1. Metoda minimalnego elementu macierzy kosztów	122
3.3.2. Metoda VAM	125
3.3.3. Metoda kąta północno-zachodniego	127
3.4. Metoda potencjałów	127
3.4.1. Badanie optymalności rozwiązania	127
3.4.2. Wybór zmiennej wprowadzanej do bazy	129
3.4.3. Wybór zmiennej opuszczającej bazę	130
3.4.4. Przejście do sąsiedniego rozwiązania bazowego	131
3.4.5. Kolejne iteracje	132
3.4.6. Degeneracja w zadaniu transportowym	135
3.4.7. Reguły postępowania w rozwiązywaniu zadania transportowego	140

3.5. Bilansowanie zadania transportowego	141
3.5.1. Podaż przewyższa popyt	141
3.5.2. Popyt przewyższa podaż	143
3.6. Problem komiwojażera	145
3.6.1. Problem komiwojażera a zagadnienie transportowe	145
3.6.2. Zadanie komiwojażera jako zadanie programowania całkowitoliczbowego	147
3.6.3. Mechanizmy działania algorytmu genetycznego	149
3.6.4. Symulacja działania algorytmu genetycznego	151
3.7. Przykłady wykorzystania zadania transportowego	157
3.7.1. Zagadnienie transportowo-produkcyjne	157
3.7.2. Zagadnienie rozdziału	159
3.7.3. Minimalizacja pustych przebiegów	163
3.8. Wykorzystanie pakietu <i>Badania operacyjne z komputerem</i> do rozwiązywania zadań transportowych	168

4 METODY WIELOKRYTERIALNE

171

4.1. Wprowadzenie	171
4.2. Zadanie wektorowej maksymalizacji	174
4.2.1. Rozwiązanie dominujące	175
4.2.2. Rozwiązanie niezdominowane	178
4.3. Metoda ADBASE	181
4.3.1. Rozszerzona tablica simpleksowa	182
4.3.2. Zadanie testujące	184
4.3.3. Sąsiednie bazowe rozwiązanie sprawne	185
4.3.4. Reguły postępowania w metodzie ADBASE	191
4.4. Generowanie wybranych rozwiązań sprawnych	192
4.4.1. Generowanie rozwiązań sprawnych za pomocą jednej funkcji celu	192
4.4.2. Metoda satysfakcjonujących poziomów kryteriów	193
4.4.3. Metoda sumy ważonej	195
4.4.4. Hierarchia kryteriów	197
4.4.5. Wykorzystanie punktu idealnego	200
4.4.6. Metoda interaktywna	201
4.5. Programowanie celowe	207
4.5.1. Bilansowanie celów	207
4.5.2. Hierarchizacja odchyleń	209
4.5.3. Ilustracja graficzna w przestrzeni decyzyjnej	210
4.5.4. Współczynniki wagowe	213
4.6. Wielokryterialne metody dyskretne	216
4.6.1. Metoda AHP	217
4.6.2. Metoda Promethee II	221
4.6.3. Metoda Electre I	228

4.7. Przykłady zastosowania metod wielokryterialnych	238
4.7.1. Organizacja kampanii reklamowej	238
4.7.2. Określenie strategii długookresowej firmy	241
4.8. Wykorzystanie pakietu <i>Badania operacyjne z komputerem</i> do rozwiązywania zadań wielokryterialnych	245

5 DECYZJE W WARUNKACH NIEPEŁNEJ INFORMACJI

5.1. Wprowadzenie	249
5.2. Podejmowanie decyzji w warunkach ryzyka	252
5.2.1. Maksymalizacja oczekiwanej korzyści – decyzje jednoetapowe	252
5.2.2. Maksymalizacja oczekiwanej korzyści – decyzje wieloetapowe	256
5.2.3. Maksymalizacja oczekiwanej użyteczności	262
5.3. Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności	264
5.3.1. Reguły min-max, max-min i max-max	265
5.3.2. Współczynnik ostrożności	267
5.3.3. Reguła braku dostatecznej racji	271
5.3.4. Reguła minimalnego żalu	271
5.3.5. Porównanie wyników uzyskanych przy zastosowaniu różnych reguł decyzyjnych	273
5.4. Gry dwuosobowe o sumie zero	274
5.4.1. Strategie dominujące i zdominowane	274
5.4.2. Punkt siodłowy	278
5.4.3. Strategie mieszane	279
5.5. Przykłady zastosowania podejmowania decyzji w warunkach niepełnej informacji	283
5.5.1. Lokalizacja nowego oddziału produkcji fabryki zabawek	283
5.5.2. Strategie mieszane jako para zadań dualnych programowania liniowego ..	288
5.6. Wykorzystanie pakietu <i>Badania operacyjne z komputerem</i> do podejmowania decyzji przy niepełnej informacji	290

6 OPTIMALIZACJA WYPUKŁA I KWADRATOWA

6.1. Wprowadzenie	299
6.2. Zadanie programowania wypukłego	302
6.2.1. Zbiory i funkcje wypukłe	302
6.2.2. Sformułowanie zadania programowania wypukłego	304
6.2.3. Warunki Kuhna–Tuckera	306
6.2.4. Wykorzystanie warunków Kuhna–Tuckera do rozwiązywania zadań programowania wypukłego	308
6.3. Metoda Wolfe’a	314
6.3.1. Warunki Kuhna–Tuckera dla zadania programowania kwadratowego ...	314

6.3.2. Sformułowanie zadania zastępczego	318
6.3.3. Rozwiązanie zadania zastępczego	319
6.3.4. Przypadek ogólny	322
6.3.5. Reguły postępowania w metodzie Wolfe'a	325
6.4. Optymalny portfel akcji	326
6.4.1. Oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko portfela	327
6.4.2. Optymalizacja portfela akcji jako zadanie programowania kwadratowego	328
6.4.3. Dwukryterialne zadanie poszukiwania optymalnego portfela akcji	332
6.5. Wykorzystanie pakietu <i>Badania operacyjne z komputerem</i> do rozwiązywania zadań optymalizacji kwadratowej	334

7 OPTIMALIZACJA W HARMONOGRAMOWANIU PROJEKTÓW

7.1. Wprowadzenie	337
7.2. Konstrukcja sieci czynności	340
7.2.1. Kolejność realizacji czynności	340
7.2.2. Właściwa numeracja zdarzeń	342
7.3. Metoda ścieżki krytycznej	344
7.3.1. Krok do przodu	345
7.3.2. Krok do tyłu	347
7.3.3. Rezerwy czasu trwania czynności	348
7.3.4. Harmonogramy czasowo-optymalne	350
7.3.5. Zdarzenia i czynności pozorne	352
7.3.6. Reguły postępowania w metodzie CPM	354
7.3.7. Czynności jako wierzchołki sieci	354
7.4. Zarządzanie zasobami środków	356
7.4.1. Rozwiązywanie konfliktów zasobów	356
7.4.2. Przyspieszenie realizacji czynności	362
7.4.3. Minimalizacja kosztu realizacji projektu przy zadanym czasie dyrektywnym	363
7.4.4. Minimalizacja czasu realizacji projektu przy zadanym koszcie	366
7.5. Metoda PERT	368
7.5.1. Oczekiwany czas realizacji projektu i jego wariancja	369
7.5.2. Prawdopodobieństwo realizacji projektu w zadanym czasie	370
7.5.3. Czas realizacji projektu z zadanym prawdopodobieństwem	371
7.6. Przykłady wykorzystania metod zarządzania projektami	372
7.6.1. Wdrożenie komputerowego systemu zamówień w firmie	372
7.6.2. Poszukiwanie czasu krytycznego jako zadanie programowania liniowego	375
7.6.3. Przyspieszenie realizacji projektu jako zadanie dwukryterialne	377
7.7. Wykorzystanie pakietu <i>Badania operacyjne z komputerem</i> w optymalizacji harmonogramowania projektów	380

8	OPTIMALIZACJA SIECIOWA	388
8.1.	Wprowadzenie	388
8.2.	Minimalne drzewo rozpinające	389
8.2.1.	Reguły postępowania przy poszukiwaniu minimalnego drzewa rozpinającego	390
8.2.2.	Kolejne iteracje	390
8.3.	Najkrótsze drogi w sieci	393
8.3.1.	Reguły postępowania przy poszukiwaniu najkrótszych dróg w sieci	395
8.3.2.	Kolejne iteracje	395
8.4.	Maksymalny przepływ w sieci	400
8.4.1.	Reguły postępowania przy poszukiwaniu maksymalnego przepływu w sieci	401
8.4.2.	Kolejne iteracje	402
8.5.	Przykłady wykorzystania optymalizacji sieciowej	405
8.5.1.	Optymalizacja przebiegu linii światłowodowej	405
8.5.2.	Dynamiczny problem wielkości zamówienia	407
8.5.3.	Optymalizacja transportu gorącej wody z ciepłowni do terminala wysyłkowego	409
8.6.	Wykorzystanie pakietu <i>Badania operacyjne z komputerem</i> w optymalizacji sieciowej	411
9	OPTIMALIZACJA DYNAMICZNA	421
9.1.	Wprowadzenie	421
9.2.	Metoda programowania dynamicznego	423
9.2.1.	Składowe wieloetapowego procesu decyzyjnego	424
9.2.2.	Stany i decyzje dopuszczalne	427
9.2.3.	Wartości funkcji kosztów etapowych	432
9.2.4.	Zasada optymalności Bellmana i równania optymalności	433
9.2.5.	Reguły postępowania przy rozwiązywaniu zadań programowania dynamicznego	437
9.3.	Przykłady wykorzystania optymalizacji dynamicznej	439
9.3.1.	Zagadnienie rozdziału środka	439
9.3.2.	Zagadnienie alokacji	443
9.3.3.	Dwukryterialne zagadnienie alokacji	450
9.4.	Wykorzystanie pakietu <i>Badania operacyjne z komputerem</i> w optymalizacji dynamicznej	455
	BIBLIOGRAFIA	459