

Cuprins

Capitolul I

INTRODUCERE ÎN CERCETĂRI OPERAȚIONALE.....	7
---	----------

Capitolul 2 PROBLEMA DE PROGRAMARE LINIARĂ.....	18
--	-----------

2.1. Determinarea modelului matematic asociat problemei de programare liniară.....	18
2.2. Modele de programare liniară întâlnite în practica economică.....	25
2.3. Forme de reprezentare ale unei probleme de programare liniară	34
2.4. Trecerea unei P.P.L. de la o formă de prezentare la alta	37
2.5. Soluții ale problemei de programare liniară.....	39
2.6. Metode de rezolvare a problemei de programare liniară	44
2.7. Determinarea soluțiilor admisibile de bază ale unei P.P.L. (program de bază)	47
2.8. Criteriile algoritmului SIMPLEX	52
2.9. Implementarea algoritmului SIMPLEX.....	58
2.10. Metoda bazei artificiale.....	65
2.11. Probleme rezolvate.....	71
2.12. Probleme propuse	88

CAPITOLUL 3

DUALITATE ÎN PROGRAMAREA LINIARĂ	92
---	-----------

3.1. Cuplu de probleme duale	92
3.2. Dualitatea nesimetrică.....	94
3.3. Fundamente teoretice	97
3.4. Utilizarea dualei în soluționarea unei P.P.L.....	99
3.5. Algoritmul simplex-dual.....	102
3.6. Interpretarea economică a dualității; prețuri umbră.....	109
3.7. Probleme rezolvate.....	112
3.8. Probleme propuse	121

Capitolul 4

PROBLEMA DE TRANSPORT	125
4.1. Modelarea problemei clasice de transport	125
4.2. Exemplu de problemă clasică de transport	127
4.3. Modelul matematic al problemei clasice de transport	131
4.4. Variații ale problemei clasice de transport.....	132
4.5. Metoda de rezolvare a problemei clasice de transport.....	135
4.6. Determinarea unei soluții inițiale de bază (Pasul 1)	139
4.7. Determinarea unei soluții optime a P.T. (Pasul 2 și 3)	144
4.8. Probleme rezolvate.....	158
4.9. Probleme propuse	172

Capitolul 5

ELEMENTE DE TEORIA GRAFURILOR	175
5.1. Concepte de bază	175
5.2. Matrici asociate unui graf	187
5.3. Găsirea drumurilor într-un graf orientat	188
5.4. Determinarea drumurilor hamiltoniene.....	189
5.5. Drumuri de valoare optimă într-un graf.....	193
5.6. Probleme rezolvate.....	196
5.7. Probleme propuse	213
BIBLIOGRAFIE	217

Capitolul I

INTRODUCERE ÎN CERCETĂRI OPERAȚIONALE

Despre conținutul manualului de Cercetări Operaționale

Abordarea adoptată în acest manual nu este una pur teoretică, ci mai degrabă de teorie aplicată, întrucât se vor prezenta unele modele și metode ale Cercetării Operaționale strâns legate de probleme economice practice.

Capitolele selectate sunt dintre cele mai accesibile înțelegerii, care acoperă atât fundamente teoretice, cât și aplicarea lor, cu scopul de a iniția studenții în acele clase de probleme economice care utilizează modele matematice de optimizare a soluției în fundamentarea proceselor decizionale.

De asemenea, exemplele și aplicațiile care însoțesc aspectele teoretice au rolul de a forma studenților acele deprinderi necesare în modelarea deciziei optime, uneori și cu ilustrarea utilizării pachetelor de programe informatice pentru rezolvarea unor probleme de optimizare.

Capitolele cuprinse în manualul de Cercetări Operaționale se adresează în principal disciplinei Cercetări Operaționale, dar și altor discipline din planul de învățământ al specializării Informatică Economică, cum ar fi Modelarea și simularea proceselor economice precum și Metode cantitative pentru management, la nivel de studii universitare de licență și de masterat.

Manualul de Cercetări Operaționale este structurat în două volume. Volumul întâi cuprinde următoarele cinci capitole:

Capitolul 1. Introducere în Cercetări Operaționale

Capitolul 2. Problema de programare liniară (P.P.L.)

Capitolul 3. Dualitatea în programarea liniară

Capitolul 4. Problema de Transport (P.T.)

Capitolul 5. Elemente de teoria grafurilor

Volumul al II-lea adresează alte cinci capitole, după cum urmează:

Capitolul 6. Elemente de teoria deciziei

Capitolul 7. Modele matematice pentru gestiunea stocurilor

Capitolul 8. Modele de așteptare

Capitolul 9. Procese Markov

Capitolul 10. Elemente de teoria jocurilor.

În **capitolul 2.** se studiază **problema de programare liniară (P.P.L.)**, începând cu definirea unei astfel de probleme și a modelului matematic asociat.

În capitolul 2, o importanță deosebită este acordată celor mai întâlnite probleme de programare liniară din practica economică, cum ar fi: problema de planificare optimă a producției, problema de nutriție, problema clasică de transport, problema de amestec, problema privind alocarea eficientă a resurselor, problema privind repartizarea optimă a sarcinilor de producție, problema privind optimizarea investițiilor, problema privind optimizarea planului de producție la unitățile de proiectare, problema privind desfacerea optimă a mărfurilor și problema privind depozitarea optimă a mărfurilor. Toate aceste probleme sunt tratate plecând de la formularea generală în limbaj economic și continuând cu pașii specifici modelării matematice, respectiv cu selectarea variabilelor modelului, a funcției obiectiv care necesită optimizarea, a restricțiilor cărora le sunt supuse variabilele modelului și transpunerea lor în relații matematice, până la determinarea completă a modelului matematic asociat.

În continuarea capitolului 2. sunt prezentate formele unei probleme de programare liniară (P.P.L.), respectiv forma generală, forma standard și formele canonice, împreună cu descrierea modalității de trecere de la o formă la alta.

Definirea și determinarea soluțiilor unei astfel de P.P.L. au rezervate subcapitole aparte, ca și metodele de rezolvare, respectiv algebrică, grafică și metoda Simplex.

Criteriile algoritmului Simplex sunt prezentate și implementate pentru iterațiile algoritmului.

Introducerea metodei bazei artificiale este justificată și aplicată prin metoda celor două faze și prin metoda penalizărilor.

În afara exemplelor care însoțesc explicațiile de natură teoretică, capitolul 2. se încheie cu alte două subcapitole pentru probleme rezolvate și probleme propuse.

Capitolul 3. tratează **dualitatea în programarea liniară**, atât fundamente teoretice cât și utilizarea algoritmul Simplex pentru forma duală, în soluționarea unei P.P.L. În completare este prezentat algoritmul Simplex dual și este comentată interpretarea economică a dualității. Explicațiile de natură teoretică sunt însoțite de exemple, iar la sfârșitul capitolului 3. se regăsesc subcapitolele de probleme rezolvate și probleme propuse.

Capitolul 4. este dedicat **Problemei de Transport (P.T.)**, cu exemple de probleme de transport, modelul matematic al problemei clasice de transport, adaptarea metodei Simplex la rezolvarea problemei de transport, variante ale problemei de transport și probleme rezolvate și propuse.

În **capitolul 5.** sunt prezentate **elemente de teoria grafurilor**, începând cu concepte de bază, matrici asociate unui graf, găsirea drumurilor într-un graf orientat, determinarea drumurilor hamiltoniene și drumuri de valoare optimă într-un graf. De asemenea, capitolul 5. se încheie cu subcapitolele de probleme rezolvate și propuse.

Capitolul 6. este destinat **elementelor de teoria deciziei** în condiții deterministe, de risc și de incertitudine, cu soluții pe bază de computer, probleme rezolvate și probleme propuse.

Capitolul 7. tratează **modele matematice pentru gestiunea stocurilor**, deterministe și aleatoare, soluții pe bază de computer, probleme rezolvate și propuse.

Capitolul 8. abordează **modele de așteptare**, structura și caracteristicile unui sistem de așteptare, modele generale cu sosiri poissoniene și timp de servire exponențial, măsurarea performanțelor sistemului de așteptare, modele de decizie în teoria firelor de așteptare și probleme rezolvate și propuse.

Capitolul 9. este destinat **proceselor Markov** și conține considerații generale despre procese aleatoare și lanțuri Markov, precum și tehnica de generare a unui lanț Markov.

În **Capitolul 10**, sunt introduse **elemente de teoria jocurilor**, cu metodele de rezolvare a jocurilor matriciale, respectiv metoda grafică, algebrică, inclusiv cu ajutorul programării liniare, jocuri contra naturii, exemple și probleme rezolvate și propuse.

Terminologia

Disciplina Cercetări Operaționale (CO), sub denumirea de „*Operational Research*” (OR) în Europa, sau „*Operations Research*”, respectiv „*Management Science*” (MS) în spațiul canadiano-american, a cunoscut și alte denumiri utilizate de-a lungul timpului, precum „*Industrial Engineering*” (IE), „*Decision Science*” (DS) și uneori, „*Problem Solving*”.

După cum sugerează termenul „cercetare” din denumire, Cercetarea Operațională presupune o abordare prin metode de cercetare științifică adecvate investigării, experimentării, observării, formularea problemei, construire a modelului matematic, dezvoltare și aplicare de algoritmi, determinare de soluții candidate, testare și validare.

Termenul „operațională” din denumire derivă din operațiile sau activitățile asociate problemelor din domeniile în care se aplică teoriile Cercetării Operaționale, de cele mai multe ori ca parte a cercetării științifice din domeniul gestionării organizațiilor.

Origini

Din punct de vedere istoric, unele dintre tematicile abordate în cadrul Cercetărilor Operaționale, cum ar fi teoria grafurilor, teoria așteptării sau teoria stocurilor, au apărut inițial sub aspect pur matematic.

Rădăcinile Cercetării Operaționale, sunt atribuite serviciilor militare de la începutul celui de-al doilea război mondial, ca răspuns la nevoile urgente de alocare eficientă a resurselor, pentru diferite operațiuni militare și pentru alte probleme strategice și tactice¹. După terminarea războiului, ideile dezvoltate și

¹ dezvoltând metode eficiente de utilizare a noului instrument de radar în câștigarea bătăliei aeriene a Marii Britanii, prin gestionare a convoiului și operațiunile anti submarine, în câștigarea bătăliei de la Atlanticul de Nord și alte cercetări similare care au ajutat campania din Pacific.

testate în cadrul operațiunilor militare au fost preluate și adaptate pentru a îmbunătăți eficiența și productivitatea din sectorul civil.

La începutul anilor 1950 a crescut interesul oamenilor de știință pentru dezvoltarea și utilizarea Cercetării Operaționale pentru o mare varietate de organizații din domeniul afacerilor, al industriei și al guvernului, astfel că atunci au început să fie dezvoltate multe dintre instrumentele standard ale Cercetării Operaționale de astăzi, cum ar fi programarea liniară, programarea dinamică, teoria așteptării și teoria stocurilor².

În anii 1980, odată cu dezvoltarea tehnologiilor digitale și apariția computerelor personale și a pachetelor software dedicate, a urmat o altă explozie a interesului pentru rezolvarea cu ajutorul CO a complexității problemelor specifice.

Creșterea complexității organizațiilor a făcut tot mai dificilă alocarea resurselor disponibile diferitelor activități, în încercarea de eficientizare a lor. Astfel de provocări au condus la continua dezvoltare a Cercetării operaționale ca disciplină.

De asemenea, multitudinea de domenii care aplică teoriile CO au condus la un interes sporit pentru disciplina CO în managementul de top, astfel că metodele dezvoltate de CO sunt considerate astăzi un instrument dominant de luare a deciziilor.

Definirea

Datorită evoluției complexității structurale și funcționale a organizațiilor economice, de-a lungul timpului a apărut o mare varietate de definiții ale Cercetării Operaționale.³ Instrumentele de cercetare utilizate la fundamentarea teoriilor din Cercetarea Operațională provin din mai multe discipline, precum matematica, statistica, ingineria, economia etc., ceea ce conduce la un puternic caracter multidisciplinar atribuit CO.

² în 1947 George Dantzig a dezvoltat metoda Simplex pentru rezolvarea problemelor de programare liniară.

³ „CO este o abordare științifică a rezolvării problemelor pentru conducerea executivă.” H.M. Wagner; „CO utilizează abordarea planificată (metoda științifică actualizată) și o echipă interdisciplinară pentru a reprezenta relații funcționale complexe ca modele matematice în scopul furnizării unei analize cantitative.” Thieraub and Klekamp