

The background features a stylized illustration of a tree with a thick trunk and sparse foliage on the right side. A bright sun is positioned in the upper right quadrant, partially obscured by the tree's canopy. The overall color palette is light blue and green, creating a serene, natural atmosphere.

Modelarea și optimizarea proceselor energetice industriale

Strategii și decizii optime în energetică

Informații importante

- Titular disciplină: Șef lucr. dr. ing. Grigoras Gheorghe
- Email: ghgrigoras@yahoo.com;
ggrigor@ee.tuiasi.ro
- Curs: 3 ore / 7 săptămâni;
- Locul prelegerilor de curs: EN-210

Bibliografie

Cărți:

1. Gheorghe Cartina, Gheorghe Grigoras, Tehnici moderne de optimizare, Casa de Editură Venus, Iasi, 2002.
2. Gheorghe Cartina, Yong-Hua Song, Gheorghe Grigoras, *Optimal Operation and Planning of Power Systems*, Casa de Editură Venus, Iasi, 2003.
3. Gheorghe Grigoras, Metode numerice, (Capitolul 2), Editura Pim, 2012.
4. James Momoh, Electric Power System Applications of Optimization, Marcel Dekker, Inc., Basel 2001.
5. S. Boyd and L. Vandenberghe, *Convex Optimization*, Cambridge University Press, 2004.(available at <http://www.stanford.edu/~boyd/cvxbook/>).
6. Chong E.K.P. and Zak S.H., *An Introduction to Optimization, Second Edition*, John Wiley & Sons, New York, 476 pp, 2001.
7. Rao S.S., *Engineering Optimization - Theory and Practice*, John Wiley & Sons, New York, 903 pp, 1996.
8. Gill P.E., Murray W. and Wright M.H., *Practical Optimization*, Elsevier, 2004.

Bibliografie

Reviste internaționale:

1. Engineering Optimization
2. International Journal for Numerical Methods in Engineering
3. Journal of Optimization Theory and Applications
4. Computers and Operations Research
5. Operations Research and Management Science

- Se solicită **100% PREZENȚĂ** (echivalentul a 20 % din nota examenului final și a testelor de pe parcursul semestrului) !

- **Componentele notei finale:**

Teste pe parcursul semestrului: 30 %

Aplicații de laborator: 30%

Examenul final: 40%

Scopul disciplinei:

Să asigure o înțelegere a principiilor care stau la baza tehnicilor de optimizare în contextul funcționării statice (regim de lungă durată) și dinamice (regim de avarie) a proceselor energetice.

Obiective urmărite:

La finalizarea modulului (3C+2L) studentul trebuie să fie capabil să demonstreze:

- o bună înțelegere a principiilor de bază care stau la baza optimizării și capacitatea de a le aplica în rezolvarea problemelor de optimizare liniară și neliniară cu și fără restricții (tehnice, economice etc.)

- o bună înțelegere a noțiunilor fundamentelor privind conducerea optimală a proceselor energetice, identificarea modelelor matematice și determinarea variabilor de control (optimizare).

Aplicațiile de laborator

Înțelegerea noțiunilor teoretice prezentate la curs se va face prin rezolvarea de exerciții teoretice și probleme practice în orele de laborator prin utilizarea **MATLAB** și de **pachetelor de programe optimizare (OPTIMIZATION TOOLBOX)** în scopul înțelegerii modului în care problemele de optimizare statică sau dinamică cu și fără restricții pot fi abordate.

Evaluarea

Testări scrise.

Testări pe calculator.

1. Introducere

- Optimizarea este procesul prin care se obțin cele mai bune rezultate în anumite ipoteze.
- Optimizarea poate fi definită ca fiind procesul prin care sunt determinate condițiile care conduc la valoarea extremă (maximă sau minimă) a unei funcții, eventual supuse unor restricții.
- Metodele de căutare optimă sunt cunoscute sub denumirea de tehnici de programare matematică și sunt în general studiate ca parte a cercetării operaționale în matematică.
- Cercetarea operațională este o ramură a matematicii care se ocupă cu aplicarea metodelor și tehnicilor matematice în rezolvarea problemelor de luare a deciziilor (Decision Making) și determinarea celor mai bune soluții (soluții optime).

1. Introducere

- **Cercetarea operațională (Operations research - în engleză sau operational research in engleza americană)** este o ramură interdisciplinară a matematicii care utilizează metode cum ar fi:
 - modelarea matematică;
 - statistică;
 - algoritmi de obținere a decizilor optime în probleme complexe, care ca scop obținerea valorilor maxime (de profit, fiabilitate, calitate etc) sau minime (cost, pierderi, risc, impact asupra mediului etc) corespunzătoare unei funcții obiectiv (scop, criteriu).

Eventuala intenția din spatele utilizării cercetare operații este de a obține cea mai bună soluție la o problemă matematică, care să îmbunătățească performanța procesului condus.

1. Introduction

Scopul CERETĂRII OPERAȚIONALE este de a oferi o bază rațională de luare a deciziilor, prin încercarea de a înțelege structura unor situații complexe și de a folosi această înțelegere în scopul prezicerii comportamentului sistemului / procesului condus și îmbunătățirii performanțelor acestuia. Aceste aspecte sunt implementate folosind tehnici analitice și numerice care permit dezvoltarea și manipularea modelelor matematice ale sistemelor/proceselor conduse.

[Institute for Operations Research and the Management Sciences](#)

1. Introducere

Istoricul cercetărilor operaționale

- Leonhard Euler (1707-1783)
(Calculul variațiilor și minimizarea funcțiilor)
- Gottfried Leibnitz (1646-1716)
(Metode de calcul diferențial)



Isim: Gottfried Wilhelm von Leibniz

1. Introducere

Historical development

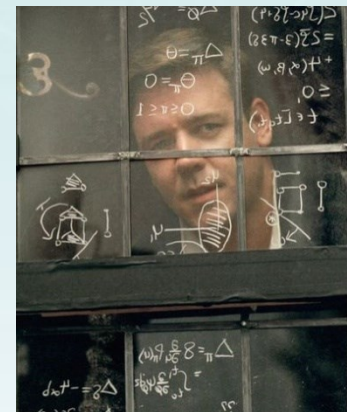
- George Bernard Dantzig (1914-2005)
(Programarea liniară și metoda simplex (1947))
- Richard Bellman (1920-1984)
(Principiul de optimalitate în programarea dinamică)
- Harold William Kuhn (1925-)
(Stabilirea condițiilor necesare și suficiente pentru soluția optimă a unei probleme de programare neliniară, teoria jocurilor)



1. Introducere

Historical development

- Albert William Tucker (1905-1995)
(Stabilirea condițiilor necesare și suficiente pentru soluția optimă a unei probleme de programare neliniară, teoria jocurilor)
- Von Neumann (1903-1957)
(Teoria jocurilor)



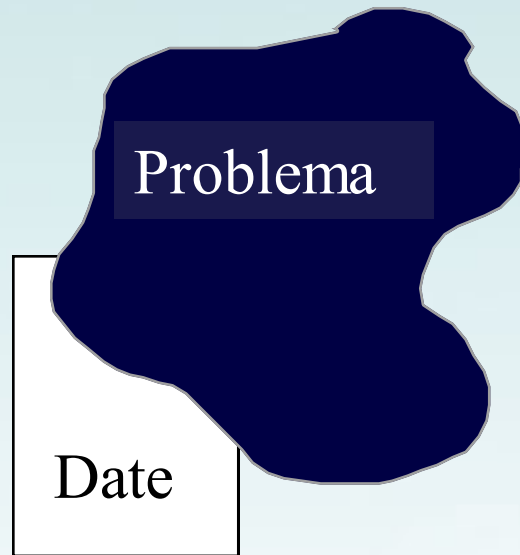
John von Neumann



Ce este optimizarea?

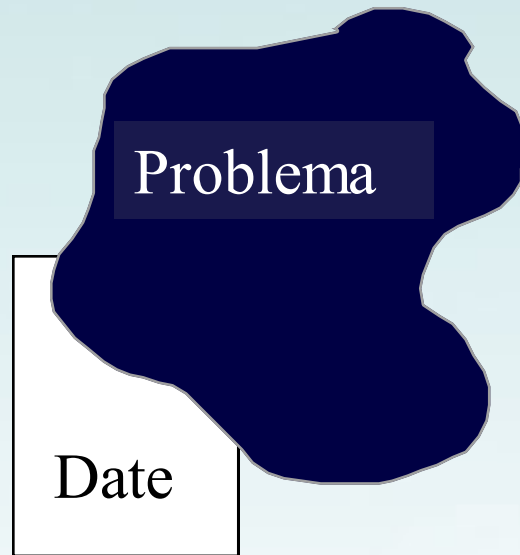
- Este un proces.
- Ajută factorii de decizie – (Decision Makers).
- Este reprezentată de o mulțime de instrumente (algoritme, metode) matematice.
- Se aplică în foarte multe situații practice din toate domeniile.

Procesul: Identificarea problemei



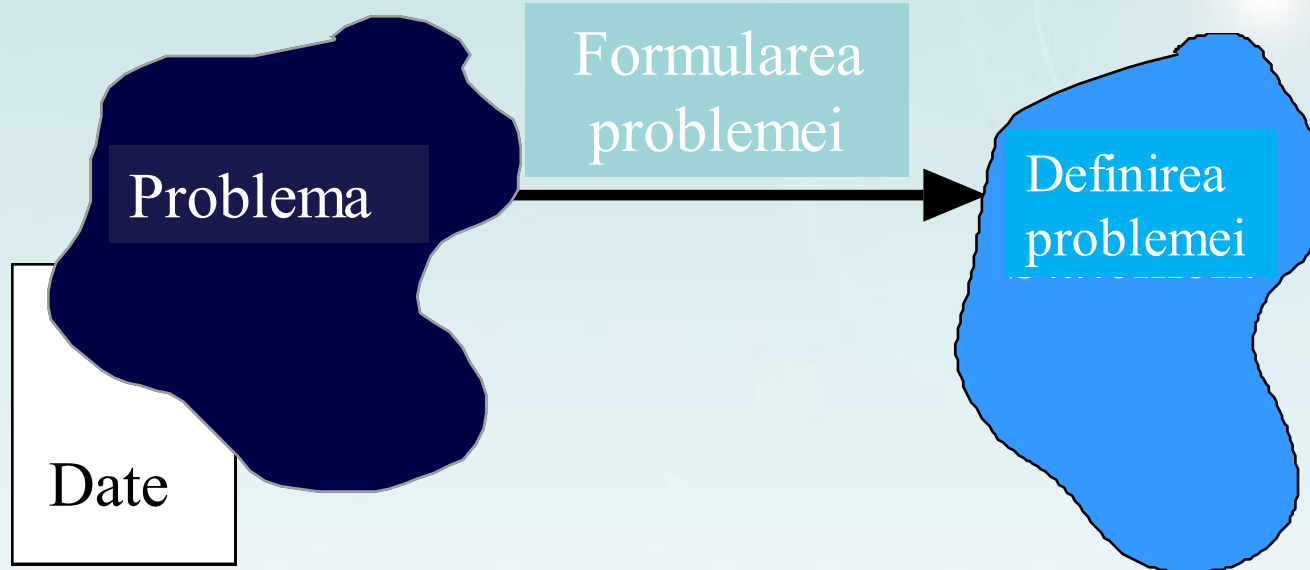
- inginerie
- planificare
- proiectare
- programare
- ...

Alte aplicații



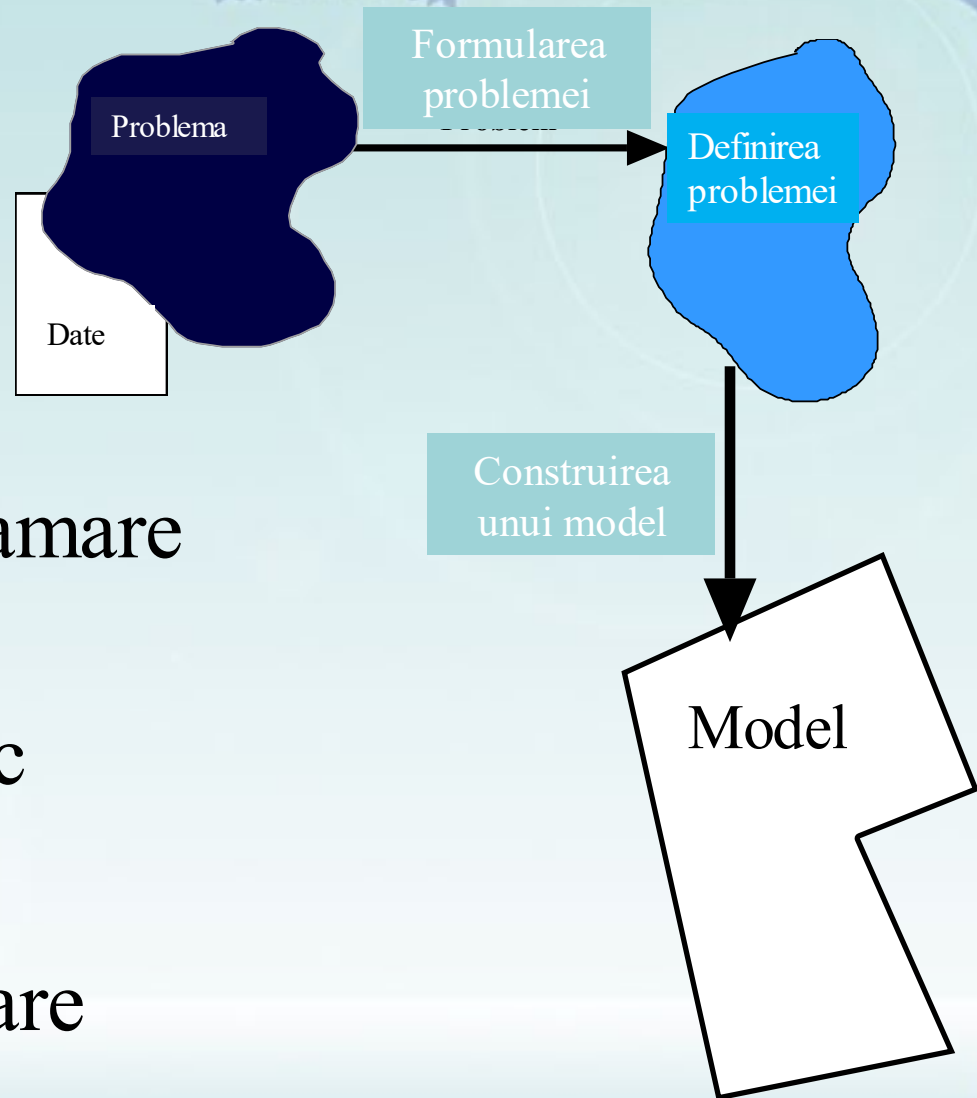
- Industrie
- Transport
- Logistică
- Mediu
- Situații complexe
- Situații de incertitudine

Formulara problemei



- Definirea problemei
- Delimitarea procesului
- Identificarea măsurilor
- Determinarea variabilelor
- Identificarea restricțiilor

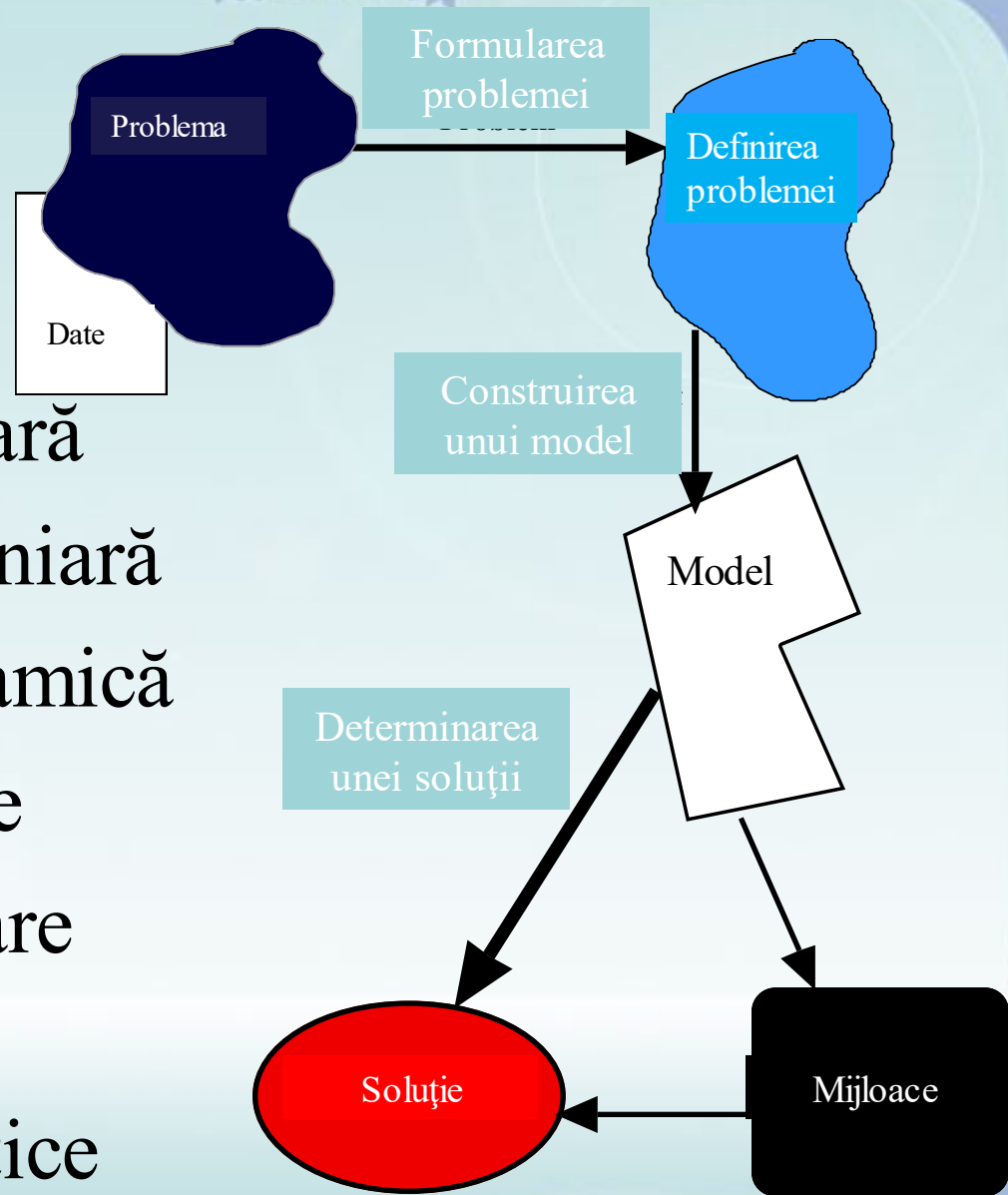
Construirea modelului



- Model de programare matematică
- Model stochastic
- Model statistic
- Model de simulare

Determinarea unei soluții

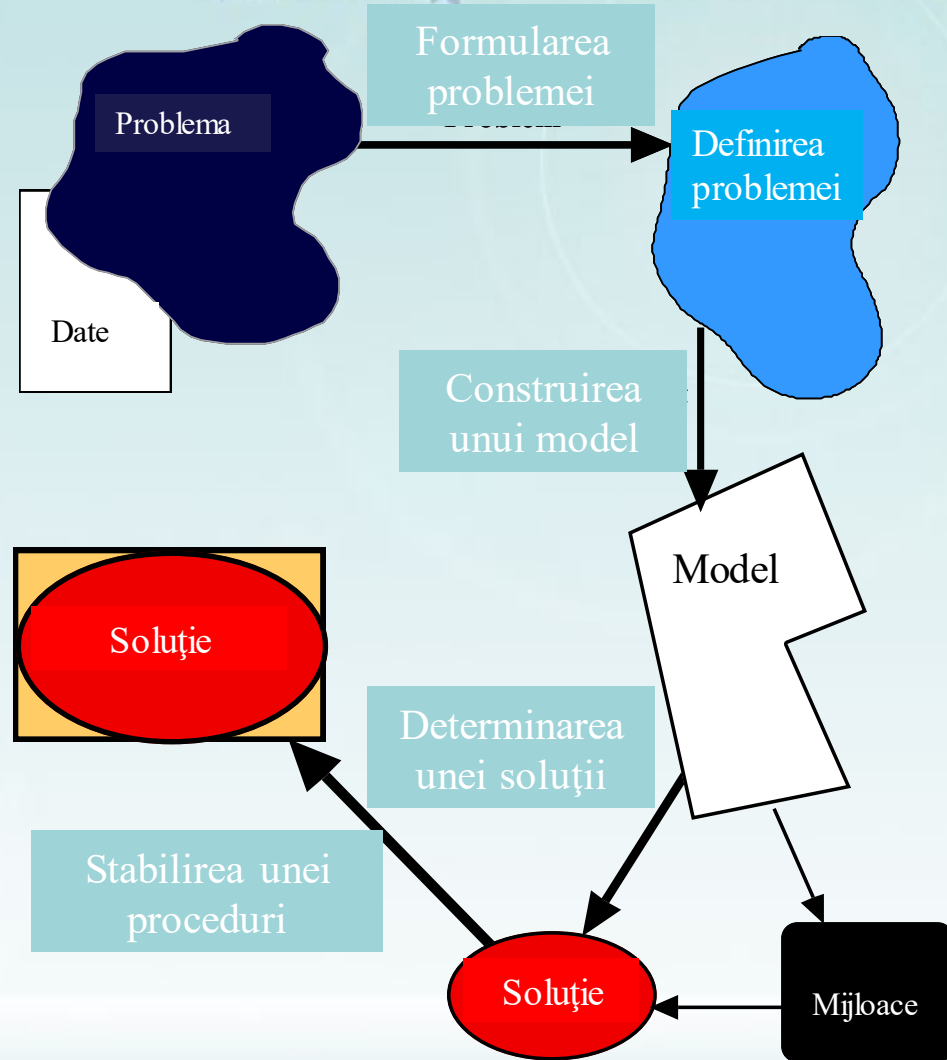
- Programare liniară
- Programare neliniară
- Programare dinamică
- Metode Regresie
- Metode de căutare directă
- Metode stochastice



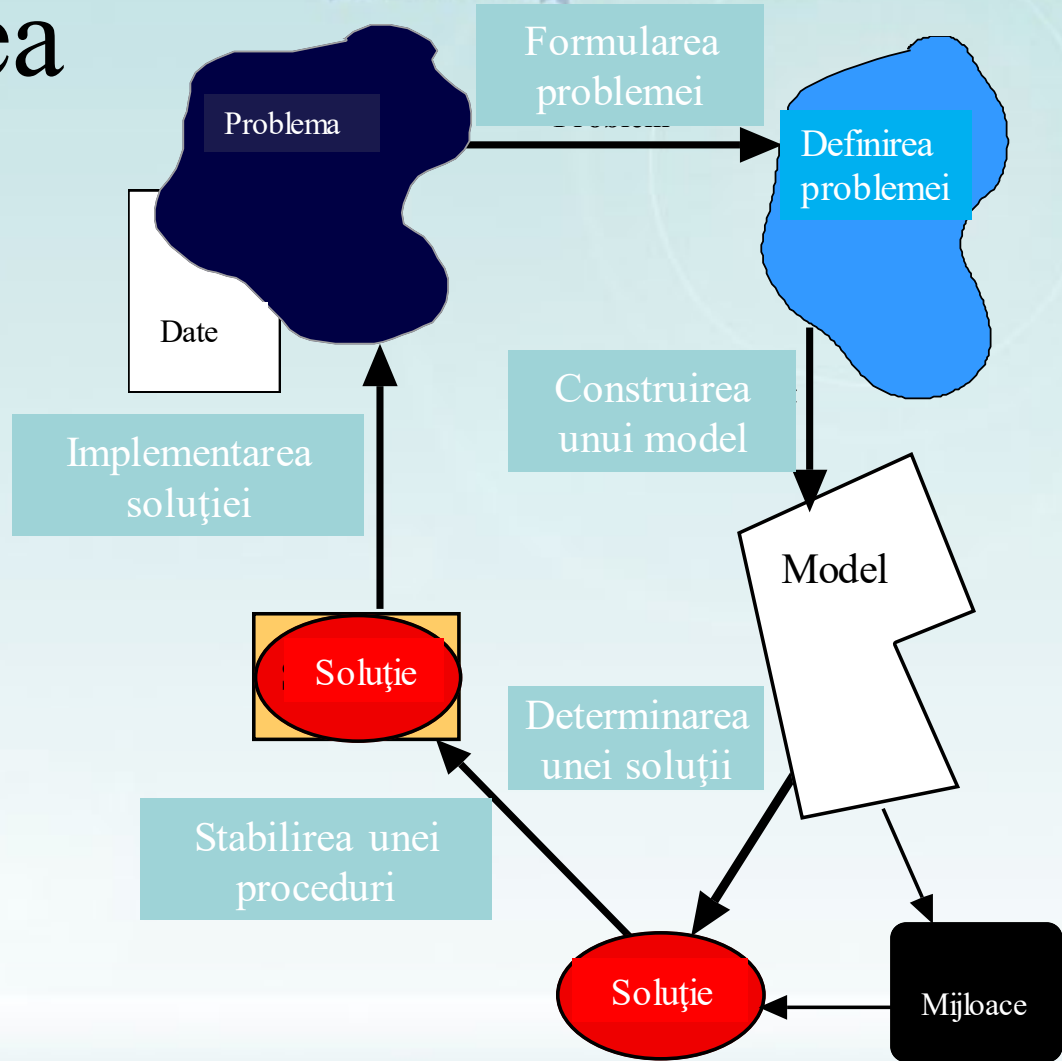
Stabilirea unei proceduri

Construirea unui program software

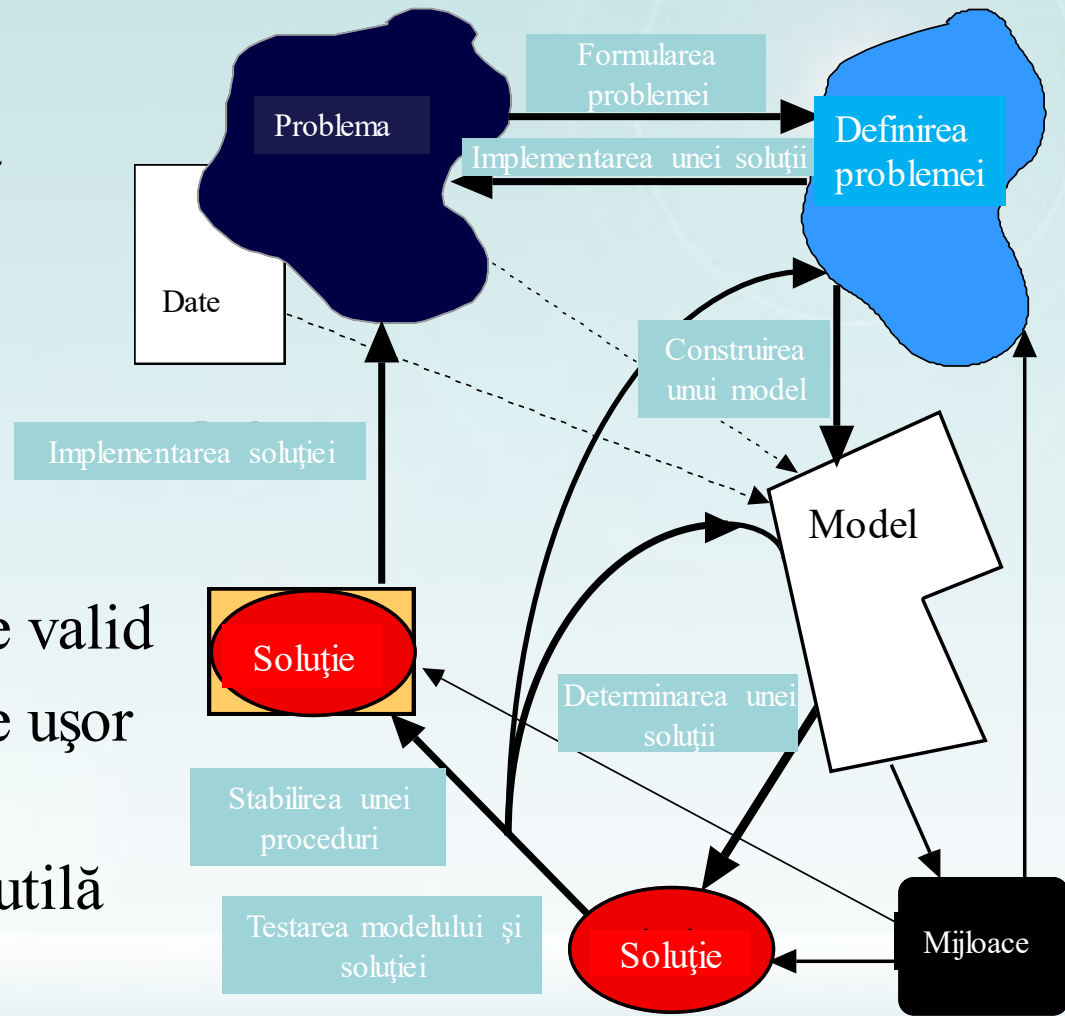
- ușor de utilizat;
- întreținere ușoară;
- accesibil pentru utilizator.



Implementarea soluției



Scopul: rezolvarea problemei



- Modelul trebuie să fie valid
- Modelul trebuie să fie ușor de folosit
- Soluția trebuie să fie utilă

PRINCIPIILE OPTIMIZĂRII

O problemă tipică de inginerie:

Se are în vedere un proces care poate fi reprezentat de un model matematic. De asemenea, se are în vedere îndeplinirea unui criteriu de performanță.

Scopul optimizării este de a găsi valorile variabilelor de control din proces care conduc la cea mai bună valoare a criteriului de performanță (îndeplinirea criteriului).

O problemă de optimizare are **două componente principale**:

- (1) **Modelul procesului** ce se dorește a fi optimizat;
- (2) **Criteriul de performanță** care trebuie îndeplinit.

Criterii de performanță:

- Profit maxim
- Cost minim
- Efort minim
- Eroarea minimă
- Pierderi minime
- Randament maxim
- Calitatea cea mai bună

Notă: Toate aceste criterii trebuie exprimate într-o formă matematică

FORMULAREA DE PROBLEME DE OPTIMIZARE

Pentru cele mai simple probleme de optimizare sunt necesare următoarele condiții:

- 1. Trebuie să fie o companie interesată în rezolvarea problemei;**
- 2. Problema trebuie să aibă cel puțin două alternative (strategii);**
- 3. Rezultatele strategiilor trebuie să fie diferite;**
- 4. Compania trebuie să aibă mijloace de acțiune pentru a putea implementa strategia optimă.**

FORMULAREA OBIECTIVELOR

In cazul companiilor (în general), scopurile urmărite sunt:

- maximizarea profitului;
- minimizarea costurilor;
- maximizarea beneficiului (diferența dintre profit și cost).

Dacă ne referim la aspectele tehnice ale instalațiilor electroenergetice, se pot distinge două tipuri de optimizari: statică și dinamică.

Optimizare statică: Acesta are ca scop determinarea pentru instalația respectivă a aceluși regim de lungă durată care să asigure maximizarea ratei anuale de recuperare a investițiilor.

Optimizare dinamică: Acesta urmărește să asigure o calitate cât mai bună a regimului tranzitoriu și reducerea consumului de energie pentru realizarea acțiunii de reglare.

CARACTERUL PROBLEMELOR DE OPTIMIZARE

Ipotezele care determină caracterul de probleme de optimizare:

- 1. Probleme deterministe** (Fiecare strategie are un singur rezultat);
- 2. Probleme stochastice** (Aceași strategie poate avea rezultate diferite, probabilitatea fiecărui rezultat este cunoscută sau poate fi estimată);
- 3. Problemele cu caracter nedeterminist - incert** (nu se cunoaște nimic despre rezultatele diferitelor strategii sau despre probabilitățile lor de apariție).

Componentele unui model matematic de optimizare

Fiecare problemă de optimizare conține trei componente esențiale:

1. Cel puțin o funcție obiectiv care trebuie optimizată;
2. restricții de egalitate
3. restricțiile de inegalitate

Modelul matematic de optimizare

$$I = \max(\min) F(X, Y),$$

$$X = [X_1, X_2, \dots, X_n]^t$$

$$g_i(X) \leq 0, \quad i = 1, \dots, m$$

$$X_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$n > m$$

← Model de optimizare

X – vectorul variabilelor de optimizare;

Y – vectorul variabilelor de stare ;

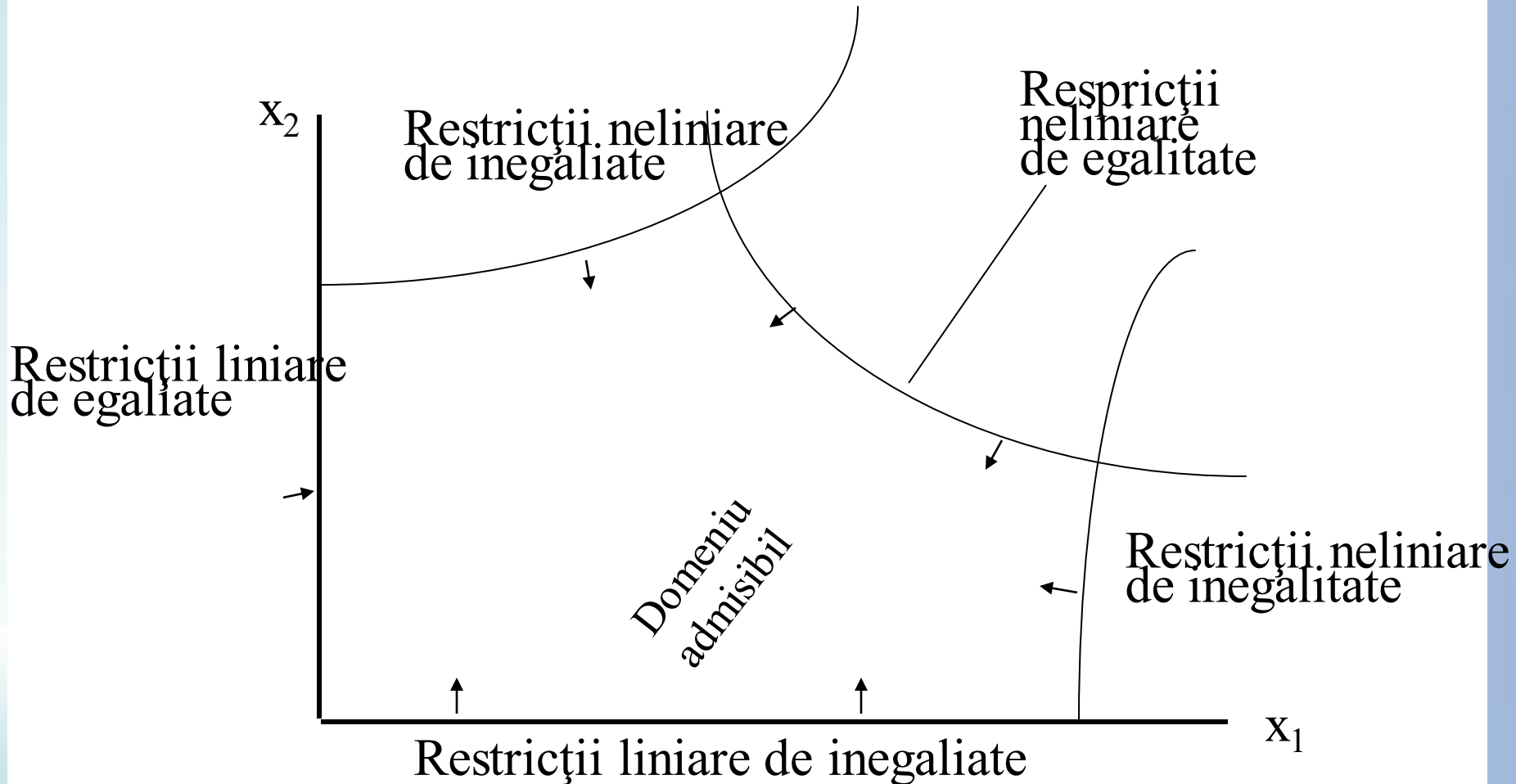
$F(X, Y)$ - funcția obiectiv(scop, criteriu) reprezintă formularea matematică a scopului propus.

$g(X)$ - mulțimea restricțiilor de inegalitate .

$X_j \geq 0$ - restricții care se impun din abordarea constructivă a problemei (X are caracteristica unei resurse – bani, combustibil, timp – ce nu poate fi decât pozitivă)

$n > m$ - condiție necesară asigurării nedeterminării sistemului $g_i(X)=0$. Aceasta asigură un domeniu admisibile soluții.

Prin soluție admisibilă ne referim la o mulțime de variabile care satisfac restricțiile 2 și 3. Domeniul de soluții admisibile este numit *domeniu admisibil*.



Etapele rezolvării unei probleme de optimizare

- Formularea problemei;
- Construirea modelului de optimizare;
- Obținerea soluției optime;
- Testarea și evaluarea soluției;
- Implementarea și actualizarea soluției.

Etapele rezolvării unei probleme de optimizare

1. Analiza procesului, în scopul identificării tuturor variabilelor de stare.
2. Alegerea unui criteriu de optimizare și specificarea funcției obiectiv.
3. Construirea modelului matematic de optimizare care să conțină restricții tehnice, economice, financiare de egalitate și inegalitate. Identificarea variabilele dependente și independente.
4. În cazul în care modelul matematic este prea complex, se va recurge la simplificarea acestuia, dacă este posibil.
5. Se aplică una din tehnicile de optimizare care se pretează cel mai bine rezolvării problemei.
6. Verificarea rezultatului și examinarea sensibilității la modificări ale variabilelor de optimizare sau ipoteze.